



Studiu de fezabilitate pentru modernizarea învățământului universitar în domeniul TIC în Republica Moldova

Decembrie 2021

Acest studiu este elaborat de un grup de experți ai organizației non-profit Fondul de Inovații și Dezvoltare Durabila.

Adresa:
86, Gogolia str
MD-7401, Taraclia, Moldova

Director:
Natalia Suditu
Tel.: +373 6 0100495

Lider de proiect:
Serghei Tcacenco
Tel.: +373 6 9212081

Pentru: Mrs. Ana Chirita
Strategic Projects Director
ATIC

Decembrie 23, 2021

Scrisoare de transmitere

Stimată doamnă,

Prin prezenta vă informăm că am finalizat lucrările privind studiul de fezabilitate.

Acest raport a fost întocmit de Fondul de Inovații și Dezvoltare Durabilă (FIDD) în conformitate cu prevederile Contractului cu FIDD din data de 28.07.2021. Toate subiectele relevante au fost acoperite în detaliu.

Vă mulțumim pentru cooperarea sinceră pe toată durata studiului. În cazul în care aveți nevoie de clarificări suplimentare cu privire la orice aspect, vă rugăm să ne informați în orice moment, la discreția dumneavoastră.

Prin urmare, dorim să vă rugăm să acceptați raportul nostru.

Cu stimă, vă mulțumim,

Natalia Suditu

Notă importantă

Acest studiu a fost elaborat cu sprijinul Agenției Statelor Unite pentru Dezvoltare Internațională (USAID) și al Guvernului Suediei în cadrul proiectului "Tekwill", implementat de Asociația Companiilor TIC din Moldova (ATIC). Conținutul acestui studiu este responsabilitatea exclusivă a ATIC și nu reflectă neapărat punctul de vedere al USAID, al Guvernului Statelor Unite sau al Guvernului Suediei.

Autorii informează că raportul este elaborat doar în scop informativ. Cititorul accesează, utilizează și se bazează pe acest conținut pe propriul risc. Autorii își declină în mod expres răspunderea pentru orice daune directe sau indirecte suferite de cititor sau de o terță parte, care ar putea rezulta din utilizarea acestor informații în scopuri comerciale, investiționale sau profesionale.

Conținut

Scrisoare de transmitere	3
Notă importantă	4
Conținut.....	5
Abrevieri utilizate în raport	7
Introducere	8
Sfera de aplicare a misiunii.....	9
Metodologie	10
Rezumat executiv	11
1. Dezvoltarea industriei IT în Moldova	14
2. Universitățile și studenții TIC din Moldova.....	16
3. Programe de studii în domeniul TIC oferite de universitățile din Moldova	20
4. Calitatea programelor de studii în domeniul TIC, puncte tari și puncte slabe	24
5. Mediul operațional și problemele de fond ale universităților din Republica Moldova.....	30
6. Cooperarea dintre companiile TIC din Moldova și universități	33
7. Oportunități și amenințări pentru dezvoltarea educației TIC în Moldova.....	38
8. Recomandări pentru modernizarea învățământului universitar în domeniul TIC în Moldova ...	42
9. Note finale	53
Anexa 1. USM: Facultatea de Fizică și Inginerie (FPE).....	56
Anexa 2. USM: Facultatea de Matematică și Informatică (FMCS).....	67
Anexa 3. ASEM: Facultatea de Tehnologii Informaționale și Statistică Economică (FITES).....	78
Annex 4. USC: Universitatea de Stat din Comrat, Facultatea de Economie.....	89

Annex 5. USARB: Facultatea de Studii Reale, Economice și de Mediu	94
Annex 6. UTM: Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică (FCIM).....	102

Abrevieri utilizate în raport

ASEM - Academia de Studii Economice din Moldova

ATIC - Asociația Națională a Companiilor din domeniul TIC

BAC - examenul de bacalaureat

BI - Business Intelligence

CRM - managementul relațiilor cu clienții

ERP - Planificarea resurselor întreprinderii

GIS - Geographic Information Systems

TIC sau IT&C - Tehnologia informației și comunicațiilor

IDE - Mediu de dezvoltare integrat

IT - Tehnologii informaționale

MDL - lei moldovenești

USAID - Agenția Statelor Unite pentru Dezvoltare Internațională

USARB - Universitatea de Stat "Alecă Russo" din Bălți

USC - Universitatea de Stat din Comrat

USCH - Universitatea de Stat din Cahul Bohdan Petriceicu Hasdeu

USM - Universitatea de Stat din Moldova

UTM - Universitatea Tehnică din Moldova

VAR - Realitate virtuală și augmentată

\$, USD - dolar american

€ - euro

m - milioane

H1, H2 - prima jumătate, a doua jumătate

Q1, Q2, etc. - primul trimestru, al doilea trimestru, etc.

y-o-y - de la un an la altul

n/a - nu este disponibil

Introducere

Implementat de ATIC, Tekwill a fost conceput ca un parteneriat public-privat național între Guvernul Republicii Moldova, USAID, Microsoft și IBM pentru a răspunde nevoilor industriei TIC de a acoperi deficitul de capital uman, precum și pentru a sprijini dezvoltarea ecosistemului antreprenorial.

Răspunzând la nevoia acută a industriei TIC din Moldova, ATIC dezvoltă cooperarea cu universitățile din țară cu scopul a îmbunătățirii calității studiilor în domeniul TIC în Moldova și de a crește oferta de profesioniști în domeniul TIC.

Pentru a concepe strategia de cooperare cu universitățile din Moldova, ATIC a comandat un studiu de fezabilitate cu scopul colectării și analize suficiente informației de bază care să ofere o imagine generală a disponibilității și calității învățământului universitar în domeniul TIC din țară. În plus, se așteaptă ca studiul trebuie să ofere recomandări pentru inițiative specifice de sprijinire a educației și a întreprinderilor care să contribuie la îmbunătățirea calității studiilor și la modernizarea metodologiilor de predare.

Studiul a fost realizat în perioada septembrie - decembrie 2021. Informațiile au fost colectate prin intermediul a numeroase interviuri de cercetare cu managerii companiilor TIC, profesorii universitari și cadrele didactice, proaspeții absolvenți cu experiență de lucru și alte părți interesate. Au fost colectate și analizate date statistice furnizate de Ministerul Educației și disponibile public.

Prezentul raport combine principalele constatări și recomandări ale studiului.

Sfera de aplicare a misiunii

Sarcina constă în serviciul de cercetare oferit ATIC în tot ce tine de colectare, analiza și prezentare datelor și concluziilor suficiente pentru a decide asupra sprijinului care urmează a fi oferit universităților din Moldova pentru a îmbunătăți calitatea studiilor în domeniul TIC și a moderniza metodologiile de predare.

Domeniul de aplicare al proiectului include analiștii dezvoltării industriei TIC în Moldova, situația actuală din sistemul educațional, precum și analiza activităților și programelor curente ale ATIC cu evaluarea posibilităților de utilizare a acestora pentru a facilita dezvoltarea și transformarea învățământului universitar.

Studiul de fezabilitate a luat în considerare următoarele aspecte:

1. Numărul de studenți care studiază TIC în universități
2. Universități existente care oferă studii în domeniul TIC
3. Evaluarea programelor existente în domeniul TIC, a planurilor de învățământ, curriculas, etc.
4. Puncte tari și puncte slabe ale studiilor TIC în Moldova
5. Bariere de fond și factori determinanți pentru dezvoltarea studiilor universitare în domeniul TIC
6. Alte informații relevante adecvate domeniului evaluat.

De asemenea, studiul a analizat:

1. Programele ATIC / Tekwill existente și evaluarea posibilității de utilizare a acestora în cadrul universităților locale
2. Analiza măsurilor care pot contribui la îmbunătățirea și modernizarea studiilor universitare în domeniul TIC.

Metodologie

Acest raport a fost întocmit pe baza informațiilor colectate prin:

- 8 interviuri de cercetare realizate cu directorii generali ai companiilor TIC din Moldova
- 6 interviuri de grup cu cadrele didactice din principalele universități din Moldova
- 3 interviuri individuale cu profesori de top din principalele universități din Moldova
- 6 interviuri de cercetare cu decanii facultăților din principalele universități din Moldova
- 3 interviuri de grup cu proaspeții absolvenți de la UTM, ASEM și USM cu experiență în lumea reală
- 3 interviuri cu studenți IT recent absolvenți sau care studiază în prezent la Universitatea din Mississippi (Ole Miss), Institutul de Fizică și Tehnologie din Moscova (MIPT) și Școala Superioară de Economie (HSE) din Moscova
- interviu cu un fost director de la Universitatea de Stat din Carolina de Nord (NC State).

În plus, au fost organizate mai multe întâlniri cu experții din Moldova și au fost analizate publicațiile din mass-media moldovenească și regională, precum și studiate site-urile web ale universităților și programele de studii ale acestora. Au fost analizate statisticile de la Ministerul Educației, precum și datele furnizate de Biroul Național de Statistică.

În cele din urmă, a fost efectuată o analiză intensivă a publicațiilor media care discută dezvoltarea educației TIC la nivel global. A fost efectuată analiza rapoartelor relevante legate de industria TIC din Moldova, învățământul universitar din Moldova produse în perioada 2010-2021, precum și a documentelor de politici, a profilurilor profesionale ale specialiștilor IT aprobate de guvern etc.

Rezumat executiv

- Evoluția demografică negativă din Moldova determină o reducere a numărului de studenți din țară. Cu toate acestea, universitățile moldovenești au reușit să crească numărul de înscriși cu normă întreagă la programele de studii în domeniul TIC la peste 1.200 în 2021.
- Numărul de înscriși în domeniul TIC a atins plafonul, iar universitățile oferă deja un număr suficient de locuri pentru a absorbi cererea. Prin urmare, nu există motive de fond pentru a ne aștepta ca numărul de înscriși în domeniul TIC să continue să crească, cu excepția cazului în care liceele din Moldova vor depune un efort remarcabil pentru a forma mai mulți absolvenți cu cunoștințe de bază bune în matematică, fizică și informatică.
- Există o tendință crescândă de consolidare în sectorul educației universitare în domeniul TIC din Moldova, cu cele mai mari trei universități, inclusiv UTM, USM și ASEM, care predau peste 90% din studenți. Universitățile private au încetat treptat să mai predea IT. Mai multe alte universități, inclusiv școli regionale, reușesc cu greu să recruteze studenți.
- În total, universitățile din Moldova oferă 18 programe de studii pentru studenții de la nivel de licență și alte 20 de programe pentru studiile de masterat. În același timp, diferențierea programelor universitare nu este semnificativă, în special dacă se ia în considerare nivelul studiilor de licență.
- Managerii companiilor moldovenești din domeniul TIC consideră că numărul absolvenților universitari cu pregătire în domeniul TIC din Moldova nu este suficient, iar abilitățile și cunoștințele acestora nu corespund nivelului la care se așteaptă.
- Punctele slabe ale studiilor TIC în Moldova includ concentrarea lor pe explicații teoretice ale conceptelor cheie și nivelul de bază al conținuturilor de studiu oferite. Ca urmare, studenții moldoveni au o experiență practică insuficientă, iar cunoștințele lor despre tehnologii rămân mult mai reduse decât se așteaptă recrutorii companiilor TIC.
- În plus, studiile universitare se concentrează mai mult pe furnizarea de cunoștințe în limbaje de programare, metodologii de inginerie software, adică pe predarea instrumentelor, și sunt mai puțin orientate spre dezvoltarea capacității studenților de a genera soluții la probleme folosind aceste instrumente sau de a dezvolta produse. Există doar câteva cursuri care abordează abilitățile de dezvoltare a produselor.
- Printre motivele de fond ale educației relativ slabe în domeniul TIC în Moldova se numără finanțarea insuficientă și salariile mici ale profesorilor și învățătorilor, ceea ce forțează multe persoane talentate să părăsească sectorul academic pentru a se îndrepta spre mediul de afaceri. Alte motive sunt cunoștințele de bază slabe ale celor înscriși și legăturile slabe dintre universități și mediul de afaceri.

- În general, marile companii TIC își adaptează strategiile de recrutare la competențele și cunoștințele absolvenților de TIC din Moldova. Companiile lansează programe de stagiu de 2-3 luni în care îi învață pe stagiați tehnologiile de bază de care au nevoie. Managerii companiilor din domeniul TIC consideră că ei fac predarea pe care universitățile ar trebui să o ofere. Stagiile de practică au devenit un fenomen de masă în Moldova, peste 1 000 de persoane, inclusiv aproximativ 600 de studenți în domeniul TIC, participând la ele în fiecare an.
- Internshipurile corporative, precum și dezvoltarea tot mai mare a studiilor alternative în domeniul TIC oferite de platforme globale, inclusiv Coursera, Udemy, precum și Skillbox, cu sediul în Rusia, devin treptat o amenințare pentru universități. Universitățile moldovenești se confruntă cu o rată semnificativă de abandon al studenților lor. Adesea, tinerii părăsesc sălile de curs după ce au fost acceptați la programe de internship corporative și își găsesc un loc de muncă în industrie în al treilea sau al patrulea an de studii.
- Pentru a rămâne competitive pe piață, universitățile ar trebui să își modernizeze și să își restructureze metodologiile de predare. Această transformare va fi destul de dureroasă și va necesita o consolidare a eforturilor universităților, ale guvernului și ale sectorului privat. Unele dintre eforturi vor necesita, de asemenea, finanțare suplimentară, inclusiv finanțarea pentru creșterea salariilor profesorilor.
- În plus, se așteaptă ca universitățile și guvernul să acorde o atenție semnificativă dezvoltării și îmbunătățirii învățământului liceal pentru a oferi universităților un număr suficient de înscriși cu bune cunoștințe de bază în matematică, fizică și informatică.
- În ceea ce privește studiile universitare, introducerea testării independente a abilităților și cunoștințelor studenților, dezvoltarea bibliotecii de lucrări practice și lansarea programelor de accelerare a competențelor ar trebui să fie dezvoltate ca elemente de bază ale transformării studiilor universitare în domeniul TIC în Moldova.
- Se așteaptă ca programele de accelerare a competențelor și lucrările intensive privind sarcinile practice în cadrul studiilor să ajute universitățile din Moldova să ofere studenților lor posibilitatea de a-și construi portofolii de proiecte personale. Se așteaptă ca absolvenții să prezinte potențialilor angajatori portofoliile lor de proiecte cu coduri sursă stocate pe GitHub împreună cu diploma universitară.
- Alte elemente care urmează a fi implementate pentru a sprijini dezvoltarea universităților moldovenești includ crearea unui clasament național al programelor de studii în domeniul TIC, tractarea ocupării forței de muncă a absolvenților și dezvoltarea carierei, precum și consolidarea numeroaselor clase mici care abordează o tehnologie sau o disciplină pentru a le înlocui cu un curs fundamental de tehnologie.
- În cele din urmă, se așteaptă ca universitățile, industria și factorii de decizie politică să decidă dacă universitățile moldovenești ar trebui să facă selecția studenților pentru a alege cei mai

buni candidați și să fie gata să exmatriculeze studenții pentru performanțe slabe, sacrificând numărul de studenți și absolvenți pentru calitate.

- Finanțarea externă a învățământului universitar din Moldova din partea Băncii Mondiale, USAID, Guvernului Suediei și a altor donatori reprezintă o oportunitate pentru universitățile naționale. Dacă sunt utilizate cu înțelepciune, aceste fonduri pot contribui la restructurarea și modernizarea metodologiilor și principiilor de predare utilizate de universitățile din Moldova.
- Se recomandă guvernului moldovean să sporească finanțarea educației și să optimizeze utilizarea fondurilor publice pentru a păstra profesorii talentați în universități. De asemenea, li se recomandă factorilor de decizie din țară să revină asupra deciziei de a interzice inginerilor fără diplomă științifică să predea studenților.

Autorii raportului se așteaptă ca această cercetare să faciliteze discuția despre viitorul educației universitare în domeniul TIC în Republica Moldova, să construiască o foaie de parcurs pentru transformarea studiilor universitare în țară și să precizeze configurația măsurilor propuse pentru îmbunătățirea studiilor universitare.

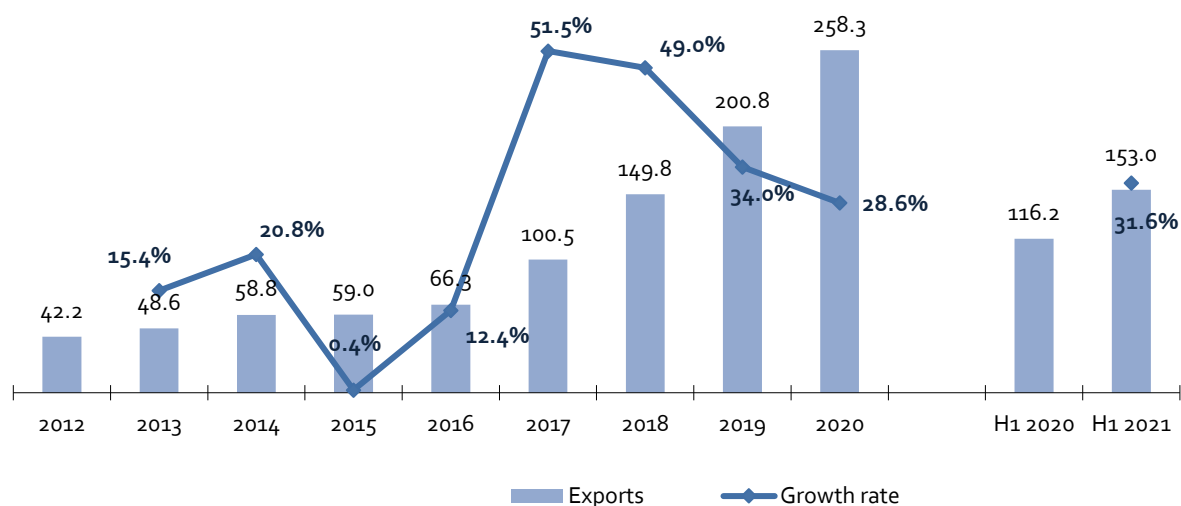
1. Dezvoltarea industriei IT în Moldova

Industria IT din Moldova a cunoscut o evoluție rapidă în ultimii ani. Exportul oficial de produse și servicii IT a crescut de la 59 de milioane de dolari în 2015 la peste 258 de milioane de dolari în 2020 și se așteaptă să ajungă la 340 de milioane de dolari în 2021. Companiile IT înființate de investitori locali și străini creează un număr semnificativ de locuri de muncă bine plătite, contribuind la dezvoltarea socială și economică a țării.

Pe de altă parte, deschiderea economiei moldovenești și cererea în plină expansiune de servicii IT la nivel global creează un deficit de competențe pe piață.

Concurența tot mai mare pentru talentele din industria TIC accelerează inflația salarială. Salariul mediu net oficial în sectorul IT a depășit 30.000 de lei (1.700 de dolari) în trimestrul III 2021. Legalizarea afacerii IT și inflația salarială sunt responsabile pentru o parte semnificativă a creșterii în forță a valorii exporturilor de software și servicii din Moldova în ultimii trei ani.

Grafic 1.1 Valoarea (mil. dolari SUA) și rata de creștere (% de la an la an) a exporturilor de software și servicii IT din Moldova, 2012 - S1 2021



Sursa: Banca Națională a Moldovei, 2021

Recrutarea de personal a devenit deja o sarcină strategică pentru companiile IT și de telecomunicații din țară. Multe companii IT nu reușesc să își dezvolte în continuare afacerile și trebuie să refuze unele dintre proiectele oferite de clienții lor, neavând mai mulți ingineri și manageri de angajat.

Deficitul de competențe devine o problemă critică și în industriile tradiționale care utilizează din ce în ce mai mult tehnologiile moderne. Este mare nevoie de manageri de marketing cu experiență în domeniul SMM și al comerțului electronic sau de ingineri în construcții, industria textilă sau alimentară, pregătiți pentru a lucra cu software specializat.

Devine evident că învățământul universitar din Moldova este, în general, în urma nevoilor industriei TIC, precum și a altor sectoare ale economiei naționale care utilizează intensiv tehnologiile digitale.

Universitățile din țară nu oferă numărul și calitatea necesară de absolvenți și necesită modernizare și restructurare.

2. Universitățile și studenții TIC din Moldova

În Moldova există opt universități care oferă studii de licență și masterat în domeniul tehnologiilor informaționale, informaticii și telecomunicațiilor. Trei dintre acestea, inclusiv UTM, USM și ASEM, sunt relativ mari și învață aproximativ 90% dintre studenții de la licență și aproape 100% dintre studenții de la masterat care studiază tehnologiile informației și comunicațiilor din țară.

Restul universităților sunt mici și au dificultăți semnificative în recrutarea studenților. În acest an, Universitatea Pedagogică de Stat Ion Creangă (UPSC) a avut doar nouă înscriși care au aplicat pentru programul său de licență cu normă întreagă care vizează formarea profesorilor de matematică și informatică pentru școlile secundare. Universitatea de Stat din Tiraspol (UST, cu sediul la Chișinău), care oferă, de asemenea, studii de matematică, fizică și informatică cu profil pedagogic, a acceptat 20 de studenți cu normă întreagă la IT pentru programele de licență în 2021.

Tabel 2.1 Numărul total de înscriși la programele de studii de licență cu normă întreagă în domeniul TIC în Republica Moldova, 2018-2021

Universitatea	Locație	2018	2019	2020	2021
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) Facultatea de Calculatoare, Informatică și Microelectronică	Chișinău	494	614	752	753
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) Facultatea de Electronică și Telecomunicații	Chișinău	65	66	60	51
Universitatea de Stat din Moldova (USM) Facultatea de Matematică și Informatică	Chișinău	150	98	141	141
Universitatea de Stat din Moldova (USM) Facultatea de Fizică și Inginerie	Chișinău	33	41	13	38
Academia de Studii Economice din Moldova (ASEM)	Chișinău	89	86	131	121
Universitatea de Stat Alecu Russo din Bălți	Bălți	30	36	33	43
Universitatea de Stat Bogdan Petriceicu Hasdeu din Cahul	Cahul	10	14	15	15
Universitatea de Stat din Comrat	Comrat	-	11	11	14
TOTAL șase cele mai mari universități		871	966	1156	1176

Notă:

În total, universitățile acceptă în fiecare an 220-320 de studenți pentru programele de studii la distanță, însă rata de abandon a studenților la distanță se apropie de 50%, prin urmare nu considerăm că studenții la distanță fac o diferență semnificativă pe piață. Formatul de studii la distanță este ales, de obicei, de către adulții care au terminat studiile universitare pentru a doua profesie.

Numărul studenților îi include, de asemenea, pe cei care se înscriu la programele TIC care vizează formarea profesorilor pentru școlile secundare.

Sursă: FIDD, 2021

Există o tendință generală de consolidare pe piața educației universitare în domeniul TIC din Moldova. În ultimii ani, UTM a crescut numărul de studenți, oferind mai multe locuri finanțate din bugetul public. Universitatea Tehnică din Moldova are reputația de a fi cea mai bună universitate TIC din țară și, prin urmare, atrage tineri în sălile sale de curs, lăsând celelalte universități cu mai puțini înscriși.

Tabel 2.2 Numărul total de înscriși la programele de studii de masterat în domeniul TIC în Republica Moldova, 2018-2021

Universitatea	Locație	2018	2019	2020	2021
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) Facultatea de Calculatoare, Informatică și Microelectronică	Chișinău	166	180	194	179
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) Facultatea de Electronică și Telecomunicații	Chișinău	51	49	53	63
Universitatea de Stat din Moldova (USM) Facultatea de Matematică și Informatică	Chișinău	38	22	25	37
Universitatea de Stat din Moldova (USM) Facultatea de Fizică și Inginerie	Chișinău	28	34	59	47
Academia de Studii Economice din Moldova (ASEM)	Chișinău	34	20	36	16
Universitatea de Stat Alecu Russo din Bălți	Bălți	20	15	18	18
Universitatea de Stat Bogdan Petriceicu Hasdeu din Cahul	Cahul	12	14	-	-
Universitatea de Stat din Comrat	Comrat	10	10	11	-
TOTAL șase cele mai mari universități		358	345	393	360

Notă:

Numărul de studenți îi include și pe cei înscriși la programele TIC care vizează formarea profesorilor pentru școlile secundare.

Sursă: FIDD, 2021

Odată cu creșterea numărului de locuri finanțate de stat, universitățile private precum ULIM, Universitatea Slavonă, Universitatea "Dimitrie Cantemir" și USPEE, care nu au atuuri specifice care să justifice chiar și taxele modeste pe care le percep pentru studii, nu mai predau tehnologii informaționale. Guvernul moldovean oferă deja un număr suficient de locuri finanțate din fonduri publice în universitățile naționale pentru a absorbi mai mult de jumătate din cererea de educație în domeniul TIC din țară. Reputația de calitate a universităților naționale le permite, de asemenea, să concureze cu succes cu universitățile private pentru studenții care își plătesc studiile universitare.

Mai mult, luând în considerare tendințele demografice actuale, Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă" și Universitatea de Stat din Tiraspol ar putea, de asemenea, să nu găsească nicio cerere pentru programele lor de studii în domeniul IT în următorii trei ani, chiar și în condițiile finanțării oferite de guvern.

În consecință, ne așteptăm ca cele mai mari trei universități naționale, inclusiv UTM, USM și ASEM, să rămână să predea tehnologii informaționale în Moldova în următorii trei ani. În plus, cele trei universități regionale din Bălți, Comrat și Cahul au șansa de a supraviețui oferind servicii de educație acelor tineri care nu pot părăsi orașele natale pentru a studia la Chișinău sau în străinătate. Cu toate acestea, viitorul universităților regionale, cu excepția uneia din Bălți, nu este sigur. În ultimii ani, universitățile din Cahul și Comrat se află la limita supraviețuirii, având un număr foarte mic de studenți recrutați.

În pofida unei scăderi generale a numărului de studenți din Moldova, numărul total de tineri care aplică pentru programele universitare în domeniul TIC din țară este în creștere. Numărul de înscriși la programele de studii TIC la nivel de licență cu normă întregă a crescut de la aproximativ 900 în 2017

și 2018 la peste 1 200 în 2021. Numărul de profesioniști care aplică la studii de masterat în domeniul TIC rămâne stabil, variind între 350 și 400 de înscriși pe an.

Motoarele organice care susțin această creștere includ creșterea finanțării guvernamentale, care permite universităților, în special UTM, să adauge mai multe locuri pentru studii în domeniul TIC finanțate de la bugetul public, precum și popularitatea generală a carierei în domeniul TIC. Studiile în domeniul tehnologiilor îi atrag pe tineri datorită șanselor mari de a găsi un loc de muncă bun după absolvire și chiar în timpul studiilor. Pandemia COVID-19, care limitează migrația studenților peste hotare, a ajutat universitățile din Moldova în 2020 și 2021.

Cu toate acestea, nu ne așteptăm la o creștere semnificativă a numărului de înscriși la programele de studii în domeniul TIC oferite de universitățile din Moldova. Numărul actual al acestora pare să fie aproape de plafonul său organic. Deja nu există concurență pentru înscrierea la studii în domeniul TIC, iar universitățile din Moldova acceptă aproape 100% din cererile eligibile în mod oficial, fie la studiile finanțate de guvern, fie la cele finanțate din fonduri private.

Evoluția demografică negativă din țară, precum și învățământul secundar slab, nu favorizează consolidarea în continuare a cererii de studii în domeniul TIC. Pentru a crește numărul de studenți, universitățile moldovenești ar trebui să faciliteze o dezvoltare semnificativă a calității studiilor pentru a reține în țară tinerii care pleacă la studii în străinătate, precum și pentru a atrage studenți din alte țări, inclusiv România, Ucraina și chiar din țările din Asia și Africa.

Se așteaptă ca îmbunătățirea calității studiilor și a experienței academice generale a studenților din domeniul TIC din Moldova să influențeze, de asemenea, rata actuală relativ ridicată a abandonului școlar. Aproximativ 25 % dintre studenții TIC din Moldova părăsesc universitățile înainte de absolvire. Unii dintre ei decid să își anuleze studiile în primul an, neavând o pregătire liceală suficientă pentru a învăța disciplinele IT, matematică și inginerie.

Un alt motiv al abandonului este reprezentat de angajarea studenților. Peste 70% dintre studenții din domeniul TIC din Chișinău și Bălți au locuri de muncă cu jumătate de normă la companii de dezvoltare de software în anul patru sau chiar în anul trei de studii. Unii dintre ei decid să părăsească universitatea fiind mânați de convingerea că experiența din lumea reală înlocuiește valoarea unei diplome universitare. De asemenea, acești studenți nu văd nicio valoare în a petrece timpul în sala de clasă sau în a lucra la lucrarea de diplomă, având alternativa de a lucra la proiecte din lumea reală care le generează venituri.

Tabel 2.3 Numărul total de absolvenți ai programelor de studii de licență cu normă întreagă în domeniul TIC în Republica Moldova, 2018-2021

Universitatea	Locație	2018	2019	2020	2021
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) Facultatea de Calculatoare, Informatică și Microelectronică	Chișinău	278	248	248	319
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) Facultatea de Electronică și Telecomunicații	Chișinău	52	50	53	54
Universitatea de Stat din Moldova (USM) Facultatea de Matematică și Informatică	Chișinău	102	118	112	115
Universitatea de Stat din Moldova (USM) Facultatea de Fizică și Inginerie	Chișinău	45	53	52	44
Academia de Studii Economice din Moldova (ASEM)	Chișinău	67	54	94	57
Universitatea de Stat Alecu Russo din Bălți	Bălți	22	23	23	15
Universitatea de Stat Bogdan Petriceicu Hasdeu din Cahul	Cahul	6	13	10	11
Universitatea de Stat din Comrat	Comrat	9	11	8	0
TOTAL șase cele mai mari universități		581	570	600	615

Notă:

Numărul de studenți îi include și pe cei care au absolvit programe TIC care au ca scop formarea cadrelor didactice pentru școlile secundare.

Sursă: FIDD, 2021

Tabel 2.4 Numărul total de absolvenți ai programelor de studii de masterat în domeniul TIC în Republica Moldova, 2018-2021

Universitatea	Locație	2018	2019	2020	2021
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) Facultatea de Calculatoare, Informatică și Microelectronică	Chișinău	76	94	120	120
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) Facultatea de Electronică și Telecomunicații	Chișinău	46	48	47	51
Universitatea de Stat din Moldova (USM) Facultatea de Matematică și Informatică	Chișinău	37	31	28	16
Universitatea de Stat din Moldova (USM) Facultatea de Fizică și Inginerie	Chișinău	14	26	32	24
Academia de Studii Economice din Moldova (ASEM)	Chișinău	29	33	24	28
Universitatea de Stat Alecu Russo din Bălți	Bălți	10	11	9	7
Universitatea de Stat Bogdan Petriceicu Hasdeu din Cahul	Cahul	0	10	9	10
Universitatea de Stat din Comrat	Comrat	12	11	11	13
TOTAL șase cele mai mari universități		226	264	280	271

Notă:

Numărul de studenți îi include și pe cei care au absolvit programe TIC care au ca scop formarea cadrelor didactice pentru școlile secundare.

Sursă: FIDD, 2021

3. Programe de studii în domeniul TIC oferite de universitățile din Moldova

În total, în acest an, universitățile din Moldova au oferit 18 programe de studiu pentru studenții lor de licență, cu scopul de a dezvolta ingineri software și hardware, profesioniști în domeniul IT și telecomunicații, precum și profesori de informatică pentru școlile secundare.

Opt programe în domeniul tehnologiilor informaționale, informaticii și ingineriei software au cea mai mare cerere, cu aproape 970 de înscriși cu normă întreagă în 2021, inclusiv aproximativ 350 de studenți care plătesc în mod privat pentru cursuri, ceea ce reprezintă un bun indicator al cererii. Salariile mari din industria de dezvoltare de software alimentează interesul pentru studiile de inginerie software.

Studiile TIC cu profil pedagogic, precum și programele care predau electronică, robotică, telecomunicații și inginerie hardware sunt mult mai puțin populare. Aproape toate locurile la aceste 10 programe sunt finanțate de către guvern. Există doar doi înscriși la programul de microelectronică și nanotehnologii în 2021 care își plătesc studiile.

Tabel 3.1 Programele de studii în domeniul TIC pentru studenții de licență oferite de universitățile din Republica Moldova și numărul de înscriși în 2021

Program de studio	Ani	Cod	UTM	USM	ASEM	USARB	USCH	CSU	UPSC	UST
Tehnologii informaționale, informatică și inginerie software										
Calculatoare și rețele	4	0612.1	86							
Managementul informației	3	0612.2	48							
Tehnologia informației	4	0613.1	233	38	43	9				
Securitate informațională	4	0613.2	72							
Ingineria software	4	0613.3	90							
Informatica	3	0613.4		56		25	15			
Informatică aplicată	3	0613.5	93	80	40					
Cibernetică și informatică economică	3	0410.3			38					
Tehnologii informaționale pentru cadrele didactice din învățământul secundar (profil pedagogic)										
Matematică și Informatică	4	0114.1				9			4	15
Informatica (științe ale educației)	3	0114.2		5				14	5	5

Electronică, automatizări, robotică și telecomunicații										
Tehnologi și sisteme de telecomunicații	4	0714.1	15							
Rețele și Software de Telecomunicații	4	0714.2	18							
Inginerie și management în telecomunicații	4	0714.3	18							
Electronica aplicată	4	0714.4	5							
Microelectronică și nanotehnologii	4	0714.5	24							
Automatică și informatică	4	0714.6	31							
Robotică și mecatronică	4	0714.7	19							
Inginerie biomedicală	4	0714.9	25							

Sursă: FIDD, 2021

Programele de studii oferite pentru studenții de nivel licență din Moldova sunt destul de diferite, având în vedere calitatea studiilor și gradul de specializare.

Programele care vizează formarea cadrelor didactice oferă doar cursuri de bază în domeniul algoritmilor și tehnologiilor de programare. Aceste studii le lasă absolvenților șanse reduse de a lucra în industria de dezvoltare a software-ului, dacă nu învață intensiv de sine stătător în domeniul IT pe lângă cursurile universitare.

Programele care predau microelectronică, nanotehnologii, ingineria aparatelor medicale, automatizări industriale, robotică și telecomunicații sunt destul de specializate, fiind axate pe predarea disciplinelor lor de profil. Studenții care studiază robotică și automatizări industriale au suficiente cunoștințe în domeniul dezvoltării de software pe lângă materiile de bază pe care le învață. Restul studenților de la programele orientate spre hardware și electronică sunt mai puțin flexibili pentru a-și schimba profilurile profesionale de bază dacă este necesar. În Moldova nu există companii care au nevoie de specialiști în microelectronică sau nanotehnologii, deși există o școală puternică care predă aceste discipline la UTM. Prin urmare, absolvenții cu pregătire în microelectronică sunt nevoiți să-și schimbe profilul după absolvire.

Cele opt programe în inginerie software, tehnologii informaționale și informatică sunt concepute pentru a dezvolta ingineri software și profesioniști în domeniul TIC. Studenții studiază cursuri de bază de algoritmi, tehnologii de programare, inginerie software, baze de date, tehnologii web, rețele de calculatoare etc. Pe lângă acestea, universitățile oferă mai multe cursuri de specializare care diferențiază un program de altul.

În același timp, gradul de specializare este relativ ridicat pentru programele de Securitate Informatică și Inginerie Software oferite de UTM, în timp ce studenții de la Tehnologii Informaționale, Informatică, Informatică Aplicată, Managementul Informației și Calculatoare și Rețele au profiluri profesionale destul de asemănătoare. Cursurile de bază incluse în planurile de învățământ ale acestor programe sunt responsabile pentru peste 80% din volumul total de ore academice.

Tabel 3.2 ICT study programmes for master students provided by Moldovan universities and the number of enrolees in 2021

Program de studio	Ani	UTM	USM	ASEM	USARB	USCH	CSU	UPSC	UST
Tehnologii informaționale, informatică și inginerie software									
Calculatoare și rețele	1.5	25							
Managementul informației	2	23							
Tehnologia informației	1.5	26							
Ingineria software	2	19							
Securitate informațională	1.5	17							
Administrarea bazelor de date și tehnologii WEB	2				9				
Programare WEB	2				9				
Tehnologii informaționale în modelare	2		40						
Informatică aplicată	2		37						
Tehnologiile informaționale în afaceri									
Managementul informațional	2			16					
Finanțe și Tehnologii informaționale	2			2					
Tehnologia informației pentru Afaceri	2	23							
Tehnologii informaționale pentru profesorii din școlile secundare									
Tehnologii informaționale în educație	2		7						
Tehnologii de creare a softurilor educaționale	2						11		
Tehnologii informaționale și de comunicare în instruire	2						9		
Tehnologii informaționale în instruire	2								9
Electronică, automatizări și telecomunicații									
Sisteme și comunicații electronice	2	16							
Mentenanța și managementul rețelelor de telecomunicații	2	23							
Securitatea informației în sisteme și rețele de comunicații	2	24							
Microelectronică și nanotehnologii	1.5	13							
Inginerie biomedicală	1.5	23							

Sursă: FIDD, 2021

La nivelul studiilor de masterat, universitățile din Moldova oferă 20 de programe în inginerie software, tehnologii informaționale, studii TIC pentru profesorii din licee, precum și programe în telecomunicații, inginerie hardware și electronică. Există mai multe programe în managementul afacerilor digitale sau managementul proiectelor IT oferite de ASEM, însă această universitate nu reușește să recruteze studenți.

Universitățile moldovenești sunt mai flexibile pentru a dezvolta programe pentru masteranzi pe baza propriei decizii. Acest lucru este diferit de studiile de licență, unde programele de studii sunt standardizate la nivelul Ministerului Educației și Cercetării, iar universitățile nu au voie să facă schimbări semnificative.

Ca urmare, universitățile oferă programe destul de asemănătoare în domeniul informaticii aplicate sau al tehnologiilor informației pentru studenții de la licență și încearcă să își diferențieze studiile de masterat prin crearea unor programe și cursuri destul de unice.

În plus, programele de masterat sunt mai specializate și mai concentrate în comparație cu studiile de licență, care predau concepte și cunoștințe de bază. Universitățile încearcă să abordeze subiecte de tehnologie avansată în cursurile lor destinate studenților de la masterat.

În ceea ce privește celelalte studii STEM sau de inginerie, acestea nu atrag mulți studenți în Moldova. Două programe de studii de nivel licență în matematică și matematică aplicată au avut 14 înscriși, ambele în 2021. Programul de studii de licență în fizică de la USM a avut doar patru studenți în acest an. Programul de studii în econometrie și statistică economică oferit de ASEM are 15 înrolați în acest an.

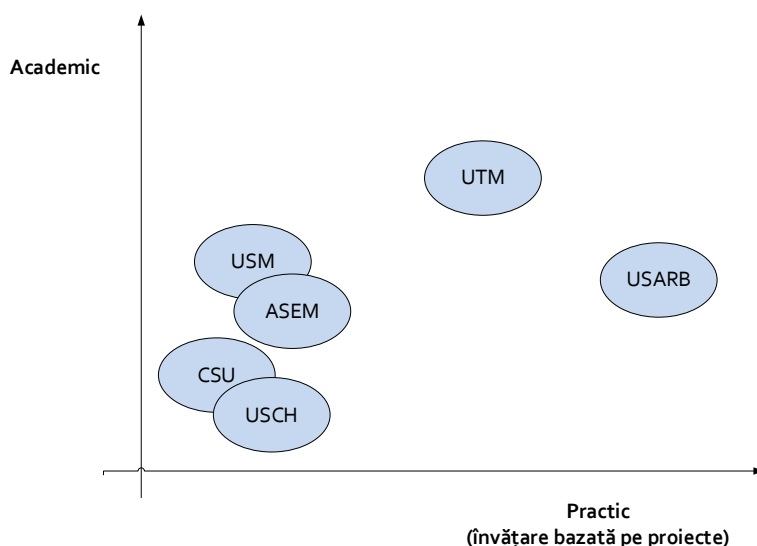
4. Calitatea programelor de studii în domeniul TIC, puncte tari și puncte slabe

Nu există date obiective pentru a evalua calitatea studiilor în domeniul TIC oferite de universitățile din Moldova. Nu există un clasament național al universităților și al programelor de studii în domeniul TIC. Nici universitățile moldovenești nu se luptă pentru a fi incluse în clasamentele internaționale. UTM este singura universitate inclusă în World University Ranking cu poziția 662 din 867 la nivel mondial în 2021. Cu toate acestea, acest clasament general nu este semnificativ atunci când vorbim despre programe de studii specifice TIC.

Mai mult decât atât, universitățile nu folosesc evaluări de ieșire de la cursuri și profesori, cerând studenților să completeze chestionare. Nicio universitate nu realizează monitorizarea ocupării forței de muncă a absolvenților. Nu există înregistrări video ale cursurilor prezentate de profesori pe canalele YouTube ale universităților, nu există cursuri ale profesorilor publicate pe Udemy sau Coursera, ceea ce nu permite evaluarea calității. Nu există o bază de comparație a universităților din Moldova la nivel național sau internațional.

Evaluarea făcută în baza interviurilor cu profesorii, a analizei planurilor de învățământ ale programelor și a interviurilor cu absolvenții universităților de top cu o experiență de unul până la trei ani în industria TIC este relativ subiectivă. Pe baza acestei evaluări, cele mai mari universități din Moldova arată destul de asemănător, având în general același set de puncte forte, puncte slabe și probleme.

Grafic 4.1 Echilibrul dintre experiența academică și cea practică



Sursă: FIDD, 2021

În primul rând, studiile TIC în Moldova rămân în mare măsură academice și teoretice. Studenții asistă la cursuri și fac câteva lucrări practice destul de elementare, fără a avea posibilitatea de a lucra la

proiecte la scară mai mare din lumea reală sau la unele cazuri de laborator similare proiectelor din lumea reală, cel puțin în cadrul programelor de licență.

Managerii companiilor din domeniul TIC au subliniat faptul că universitățile moldovenești oferă cazuri simplificate pentru teme practice și de laborator ale studenților, care nu corespund cu ceea ce se așteaptă de la dezvoltatorii juniori din companiile lor să facă. Cerințele universităților în ceea ce privește cunoștințele, abilitățile și competențele absolvenților sunt mai mici decât cele din industria TIC.

Studenții de la masterat își combină de obicei studiile cu munca în companiile IT, prin urmare, practica nu reprezintă o problemă acută pentru ei.

Studenții din Moldova nu creează portofolii ale proiectelor la care au lucrat în universitate salvând codul sursă pe GitHub pentru a le arăta angajatorilor care prospectează, pe lângă diplomele oficiale și notele formale. Companiile din domeniul TIC fac recrutarea pe baza portofoliilor de proiecte și a experienței candidaților, iar universitățile din Moldova nu își ajută studenții să creeze portofolii personale. Universitățile nu le oferă studenților un teren pentru practică. Există un decalaj evident între lumea reală și academie.

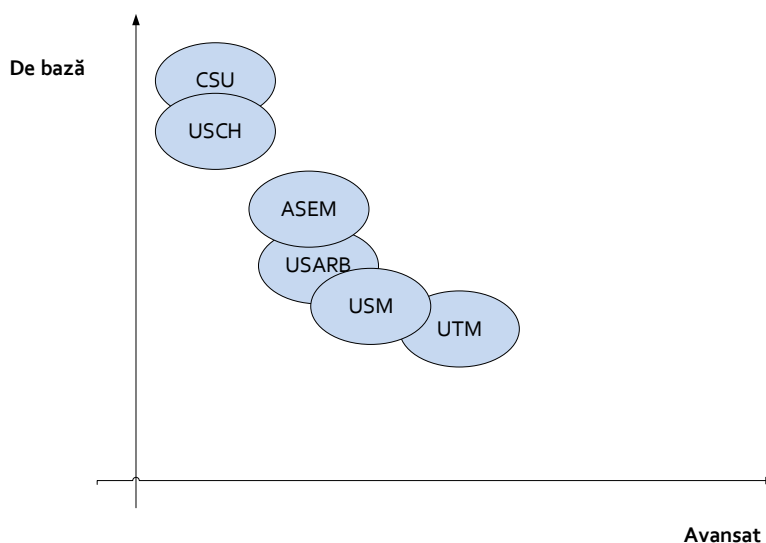
Universitatea de Stat "Alec Russo" din Bălți este liderul învățământului TIC din Moldova, având în vedere accentul pus pe practică. Lucrul cu GitHub este obligatoriu la această universitate. Studenții USARB lucrează la unul sau câteva proiecte mari pe parcursul mai multor ani de studiu, dezvoltându-și treptat aplicațiile prin mai multe cursuri, prezentând o soluție completă la final. De exemplu, studenții dezvoltă o aplicație web relativ sofisticată lucrând la același proiect atunci când studiază tehnologiile front-end (HTML, CSS, react.js sau vue.js) și back-end (Java, My SQL). Ei învață cum să integreze diferite componente ale soluției software. În același timp, dacă ne referim la punctele forte academice, USARB ratează multe cursuri fundamentale în domeniul ingineriei software, algoritmilor și tehnologiilor aplicative pe care le predau UTM, USM sau ASEM.

UTM implementează o abordare de învățare bazată pe probleme în unele dintre cursurile sale. În ciuda faptului că această universitate este lider în ceea ce privește complexitatea și varietatea cursurilor oferite studenților, UTM, precum și celelalte universități, nu oferă cazuri sofisticate pentru practică.

Studenții nu primesc teme scrise într-un format de ToR (Terms of References) similar cu cele utilizate de companiile din domeniul TIC. De obicei, descrierile temelor sunt destul de generale, informale și nu sunt suficient de specifice. Studenții nu lucrează la proiecte complexe care să integreze cunoștințele de inginerie software, proiectare, codare, testare și alte cursuri.

Având în vedere faptul că, în industria TIC, profesioniștii învață foarte mult în timpul practicii, chiar și cele mai bune cursuri nu sunt suficiente pentru a forma un bun inginer de software. Mai mult, o întrerupere a activității mai mare de trei luni este considerată dăunătoare pentru productivitatea și eficiența inginerilor de software.

Grafic 4.2 Echilibru între clasele de bază și avansate



Sursă: FIDD, 2021

A doua slăbiciune evidentă evidențiată de companiile TIC din Moldova, precum și de absolvenții UTM, ASEM și USM este nivelul relativ de bază sau intermediar de complexitate a cursurilor de bază pe care le studiază. Studenților li se oferă o înțelegere generală a tehnologiilor sau a principiilor de dezvoltare software. Aceste cunoștințe nu sunt suficiente pentru a satisface cerințele angajatorilor care prospectează. Mai multe companii IT au subliniat acest fapt.

În special, cursurile privind algoritmi, principiile de programare și conceptele de inginerie software sunt destul de avansate. Absolvenții au menționat că înțelegerea algoritmilor este ceea ce au nevoie și folosesc în lumea reală. Mai mult chiar, accentul pus pe aceste subiecte este prea important în universitățile de top. De exemplu, universitățile organizează cursuri separate de programare imperativă și declarativă sau de interfețe de comunicare, deși aceste principii și concepte pot fi explicate în timpul uneia sau a două prelegeri din cadrul cursului general de inginerie software. Absolvenții universității cu experiență în lumea reală consideră că multe cursuri oferă fapte excesive și concepte abstracte.

Dimpotrivă, cursurile de tehnologii de aplicații avansate, de exemplu, Big Data, cloud computing, machine learning, inteligență artificială, IoT și altele, sunt furnizate la un nivel destul de general, oferind o imagine de ansamblu a acestor concepte și tehnologii, mai degrabă decât dezvoltând competențele necesare pentru proiectele din lumea reală.

Cursurile privind tehnologiile de programare, inclusiv Java, JavaScript cu framework-uri, C++, baze de date, inclusiv MS SQL Server sau My SQL, sunt undeva la mijloc în ceea ce privește complexitatea. Cu toate acestea, cunoștințele despre aceste tehnologii de programare pe care studenții le pot dezvolta în sălile de curs nu sunt suficiente pentru a fi acceptați pentru un post de începător în companiile IT.

Tabel 4.1 Tehnologii de bază învățate la cele mai mari universități din Moldova, 2021

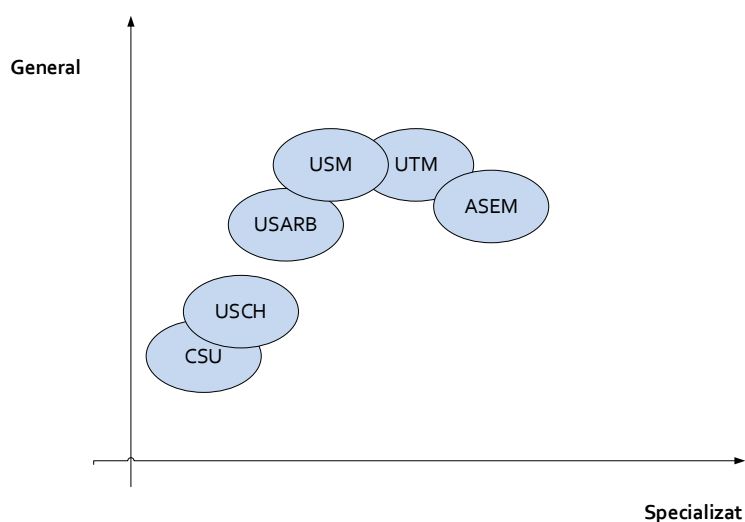
Domeniul principal de studii	UTM	USM	ASEM	USARB
Programare și algoritmi	C / C++	C / C++ Assembler (x32)	C++	C++
Rețele de calculatoare	Cisco MikroTik	Cisco MikroTik	Cisco MikroTik	Cisco
Dezvoltare Web	HTML, CSS, JS (react.js)	HTML, CSS, JS (react.js; angular.js)	HTML, CSS, JS (niciun cadru specific)	HTML, CSS, JS (vue.js; react.js)
Programarea serverelor	Java 16	Java 15 PHP .Net	PHP Java 15	Java 16
Baze de date	MS SQL Server 2017	My SQL	MS SQL Server 2014	My SQL

Sursă: FIDD, 2021

De regulă, studenții își continuă studiile după absolvire sau în ultimii ani de facultate, participând la programele de internship oferite de companiile IT pentru a aplica mai departe la posturi de junior. Mulți studenți învață pe cont propriu folosind resurse gratuite sau comerciale disponibile pe internet, deoarece cursurile universitare nu sunt suficiente pentru a deveni un inginer software calificat. De obicei, absolvenții sau studenții din ultimul an fac două sau trei luni de stagiu în cadrul companiilor în domeniul testării, dezvoltării front-end sau Java după ce au terminat cursurile universitare la aceste materii și se așteaptă ca aceștia să fie capabili să lucreze cu aceste tehnologii.

În ceea ce privește tehnologiile, universitățile de top din Moldova arată destul de asemănător, ceea ce nu este o slăbiciune. Unele universități încearcă să predea Python, deși fac studii de Python la un nivel destul de elementar. Universitățile regionale predau Delphi și, uneori, chiar Pascal în cadrul cursurilor de concepte de programare și algoritmi. În mod surprinzător, în ciuda faptului că în fiecare universitate se oferă C++, companiile IT se plâng în general de lipsa absolvenților cu cunoștințe de bază ale acestei tehnologii de programare.

Grafic 4.3 Echilibrul dintre clasele generale și specializate



Sursă: FIDD, 2021

Cursurile generale de inginerie și tehnologie software reprezintă peste 80% din orele academice incluse în curricula programelor de studii TIC oferite de universitățile din Moldova la nivel de licență. În universitățile din țară se predau cursuri mai puțin specializate, axate pe dezvoltarea de soluții, aplicații sau produse digitale orientate către utilizatorul final, care integrează diferite cunoștințe de inginerie pentru a rezolva probleme specifice.

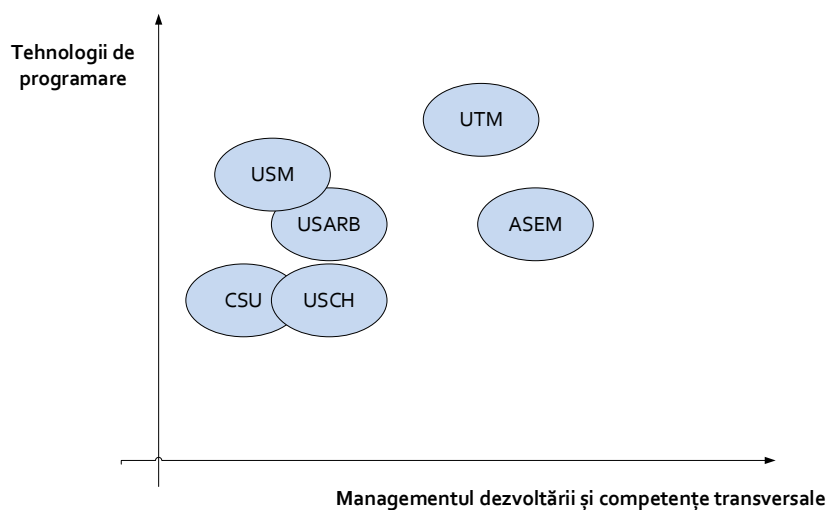
Studentii învață limbaje de programare, baze de date, concepte de inginerie software, care sunt clasele generale fiind instruiți în ceea ce privește instrumentele și instrumentele necesare pentru a dezvolta produse sau sisteme digitale. În plus, aproape că nu există cursuri care să predea cum să aplice aceste instrumente pentru dezvoltarea de aplicații pentru utilizatorul final. De exemplu, există doar cursuri generale de prezentare generală în care se învață cum să se dezvolte jocuri video, să se proiecteze aplicații financiare sau să se construiască soluții de analiză a datelor.

Chiar și ASEM, care încearcă să raționalizeze cunoștințele în domeniul TIC ale studenților săi în vederea dezvoltării de aplicații de afaceri, oferă în prezent cursuri relativ avansate de GIS (sistem informațional geografic), dar cursurile de aplicații pentru întreprinderi oferite la această universitate rămân la nivel de introducere.

Această abordare este suficientă pentru a forma ingineri cu competențe tehnologice de bază pentru a lucra în companiile de externalizare a software-ului și nu orientează studenții să gândească și să lucreze în direcția dezvoltării de produse sau soluții.

Universitățile de top la nivel mondial, lasă studiile tehnologiilor de bază la îndemâna studenților pentru teme de casă sau dedică doar câteva zile explicării acestora. Aceste universități oferă mai multe cursuri de dezvoltare de aplicații, care le cer studenților să utilizeze tehnologii și instrumente de bază pentru a construi soluții la problemele identificate.

Grafic 4.4 Echilibru între tehnologiile de programare și cursurile de dezvoltare, management și competențe transversale



Sursă: FIDD, 2021

În cele din urmă, cursurile de competențe transversale, inclusiv cele de gestionare a proiectelor, de luare a deciziilor, de rezolvare a problemelor, de comunicare și de lucru în echipă, precum și cursurile de gestionare a dezvoltării de software lipsesc, în general, din programele de studii TIC ale universităților. Companiile din domeniul IT au subliniat că absolvenții nu au competențe suficiente pentru a lucra în echipă, a rezolva probleme, a comunica și a-i asculta pe ceilalți.

În opinia companiilor IT din Moldova, lipsa experienței practice și a abilităților de comunicare și a competențelor transversale, precum și cunoștințele relativ de bază ale tehnologiilor de care dau dovadă absolvenții IT reprezintă cel mai mare punct slab al învățământului universitar din Moldova și necesită investiții semnificative în stagii de practică și în integrarea absolvenților în echipele lor.

5. Mediul operațional și problemele de fond ale universităților din Republica Moldova

Mediile demografic, economic și de reglementare din Moldova nu creează condiții prealabile pentru dezvoltarea unui sistem eficient de educație TIC în țară. Universitățile recrutează cu greu studenți, nefiind în măsură să își permită să facă selecția celor mai buni înscriși. Universitățile nu beneficiază de finanțare adecvată. Profesorii sunt izolați de proiectele regionale și globale de cercetare și dezvoltare, cu excepția a foarte puțini oameni de știință, și deseori nu sunt bine integrați în industria TIC națională.

În special, numărul total de studenți din Moldova a scăzut din 2015, când 17 683 și 6 934 de înrolați au fost acceptați pentru studii de licență și, respectiv, de masterat în universități. Mai mult, numărul total de absolvenți de liceu și de colegiu care au promovat cu succes examenul național de BAC a scăzut de la 13.216 în 2019 la 12.880 în 2021. Notele absolvenților nu sunt mari.

Tabel 5.1 Numărul total de înscriși la programele de studii de licență și masterat cu normă întreagă și la distanță în Republica Moldova, numărul de absolvenți de liceu care au promovat examenul de BAC în anul 2018-2021

Indicator	2018	2019	2020	2021
Numărul total de înscriși la studii de licență în universități*	13,487	13,592	15,547	14,701
Numărul total de înscriși la studii de masterat în universități	5,453	5,821	5,967	5,897
Numărul total de candidați la examenul de BAC	18.154	17,165	-	16,213
inclusiv cele cu profil real	8,658	7,826	-	6,866
Numărul total de candidați care au promovat examenul de BAC	13,150	13.216	-	12,880
inclusiv cele cu profil real	4,901	4,834	-	4,378
Numărul total de profesori și învățători din universități	4,500	4,300	4,100	4,000
inclusiv cei cu grad științific	2,500	2,500	2,400	2,400

* inclusiv aproximativ 1.200 de studenți străini; aproximativ 30% din totalul înscrișilor se înscriu la programe de învățământ la distanță, ceea ce înseamnă că își schimbă profilul profesional obținând a doua diplomă, programele la distanță nu sunt de obicei alese de absolvenții de liceu.

Notă:

Examenul de BAC a fost anulat în 2020 din cauza pandemiei COVID și a restricțiilor care au urmat.

Pandemia COVID a restricționat migrația, ceea ce explică creșterea bruscă a numărului de înscriși la universitate în 2020.

Sursă: statistica.md, Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare, 2021

Doar 35% dintre elevii de liceu și colegiu cu profil real al studiilor, adică 1.536 din 4.378, au avut note la BAC mai mari de opt în 2021. Ținând cont de faptul că învățământul la distanță în perioada COVID a avut un impact negativ asupra calității studiilor liceale, complexitatea examenului de BAC a fost redusă la minimum după ce elevii au prezentat rezultate extrem de proaste la proba de BAC sau așa-

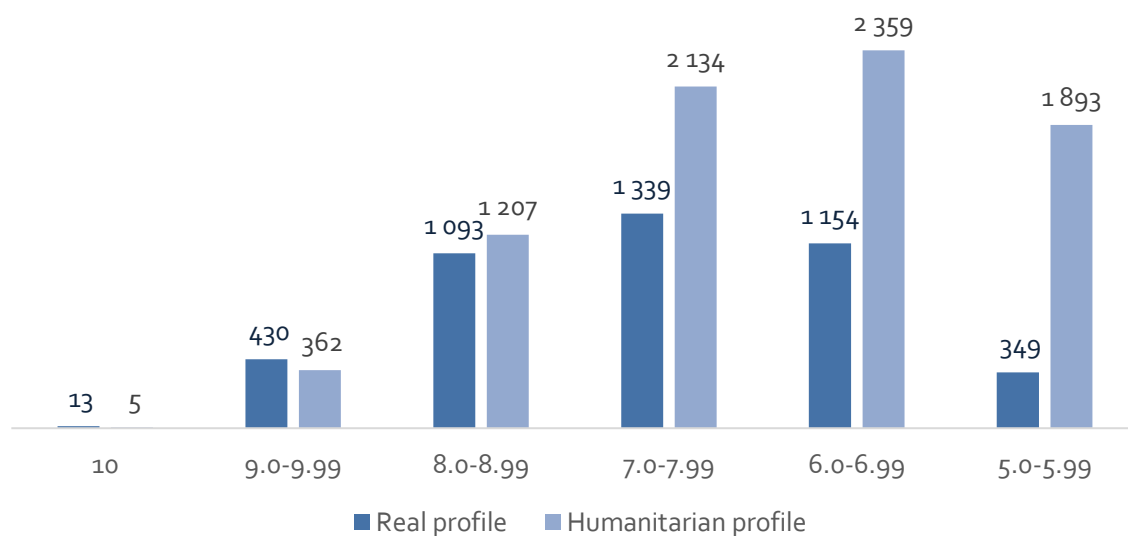
numitul BAC preliminar. În acest an, nu a fost dificil să treci BAC-ul având competențe și cunoștințe minime. În general, nivelul de complexitate a examenelor de BAC nu este ridicat în Moldova.

Prin urmare, universitățile din Moldova nu au o cantitate suficientă de candidați de bună calitate pe care să îi aleagă mai ales dacă ținem cont de faptul că mulți tineri cu note mari pleacă la studii peste hotare.

În consecință, universitățile sunt nevoite să accepte înscriși cu profil umanitar de studii liceale sau universitare pentru programele TIC pentru a asigura finanțarea de la bugetul public, care depinde de numărul de studenți pe care îi predau. Chiar și la UTM, aproximativ 50% dintre studenții din domeniul TIC au un profil umanitar de liceu sau colegiu. ASEM și USM au un procent similar de studenți cu profil umanitar.

Înrolații cu profil umanitar, precum și mulți dintre cei cu profil de liceu real nu au cunoștințe de bază în matematică, fizică și informatică pentru a studia cursuri universitare. Fiind o jumătate din grupurile de studenți, aceștia trag în jos nivelul studiilor, deoarece profesorii simplifică cursurile și reduc cerințele. De asemenea, universitățile nu sunt motivate să exmatriculeze studenții din universitate pentru performanțe slabe, deoarece vor pierde finanțarea.

Grafic 5.1 Numărul total de absolvenți de liceu care au promovat examenul de BAC pe clase (de la 5 la 10), 2021



Sursă: Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare, 2021

Exemplele celor mai bune universități la nivel mondial arată că acestea nu predau nicio "cunoaștere secretă". Mai mult, multe dintre ele oferă deja acces gratuit la cursurile lor sau încarcă înregistrări video ale cursurilor pe canalele universitare de pe YouTube. Cu toate acestea, fiind capabile să recruteze cei mai buni și mai motivați înscriși, care de obicei demonstrează portofoliul de realizări, inclusiv participarea la concursuri și olimpiade internaționale sau rezultate în domeniul cercetării și dezvoltării, pe lângă notele din liceu, aceste universități ar putea garanta calitatea ridicată a absolvenților lor. De asemenea, universitățile de top sunt capabile să predea materii complexe, deoarece studenții cu o bună pregătire sunt capabili să le stăpânească.

Nu este posibil să se ceară universităților moldovenești să arate rezultate remarcabile atunci când au înrolați cu cunoștințe de bază slabe.

Pe de altă parte, cunoștințele de profil, experiența și, ceea ce este mai important, motivația profesorilor din universitățile din Moldova nu contribuie la producerea unui conținut de învățare de înaltă calitate.

În primul rând, salariile de intrare în universități sunt de doar aproximativ 5.000 de lei (mai puțin de 300 USD) pe lună. Profesorii pot ajunge la 12.000 de lei atunci când au o diplomă științifică și după mulți ani de experiență didactică. Cu toate acestea, aceste salarii nu sunt competitive nici măcar cu salariile de intrare în industria de dezvoltare de software, care încep de la 16.000 de lei și pot crește până la 30.000-60.000 de lei în 5-7 ani dacă inginerul muncește din greu și își dezvoltă abilitățile.

Drept urmare, absolvenții talentați preferă să fie angajați în sectorul privat. Mulți profesori universitari au ajuns deja la vârsta pensionării și există o probabilitate mare ca în următorii 10 ani, mai multe universități din Moldova să se confrunte cu o lipsă de cadre didactice și să fie nevoite să suspende furnizarea studiilor. Exemplul Universității din Cahul, care a fost nevoită să anuleze predarea programelor de matematică și informatică în 2019 și 2020, neavând niciun profesor cu grad științific în matematică, demonstrează această tendință.

Regulamentul studiilor universitare din Republica Moldova permite predarea cursurilor studenților doar acelor profesori care au diplome științifice, prin urmare, universitățile nu sunt în măsură să invite practicieni din lumea reală în sălile de curs. Inginerii cu experiență în dezvoltare pot asista doar la orele de laborator.

Profesorii universitari trebuie să țină anumite ore de curs pe lună. Mulți dintre ei încearcă să accepte mai multe ore de curs pentru un salariu mai mare, predând aceeași clasă în alte universități sau, ceea ce este mai rău, încercând să predea materii în care nu au nicio expertiză. Această cursă axată pe ore nu lasă timp și energie pentru autodezvoltare și cercetare și dezvoltare. Ca urmare, profesorii nu au adesea acces la tendințele tehnologice recente.

În cele din urmă, majoritatea profesorilor nu au experiență în lumea reală sau în cercetare și dezvoltare din cauza finanțării limitate a proiectelor de cercetare și dezvoltare în Moldova și a dificultăților evidente de a participa la programele internaționale. UTM se mândrește cu faptul că 30% dintre profesorii din personalul academic lucrează sau au lucrat în industria TIC, pe lângă activitatea didactică. Acest procent este mai mic și uneori se apropie de zero în celelalte universități. Adesea, profesorii nu au o înțelegere a competențelor și abilităților angajaților care sunt solicitate de companiile IT.

Această situație din universități reduce dramatic calitatea educației în domeniul TIC în Moldova.

6. Cooperarea dintre companiile TIC din Moldova și universități

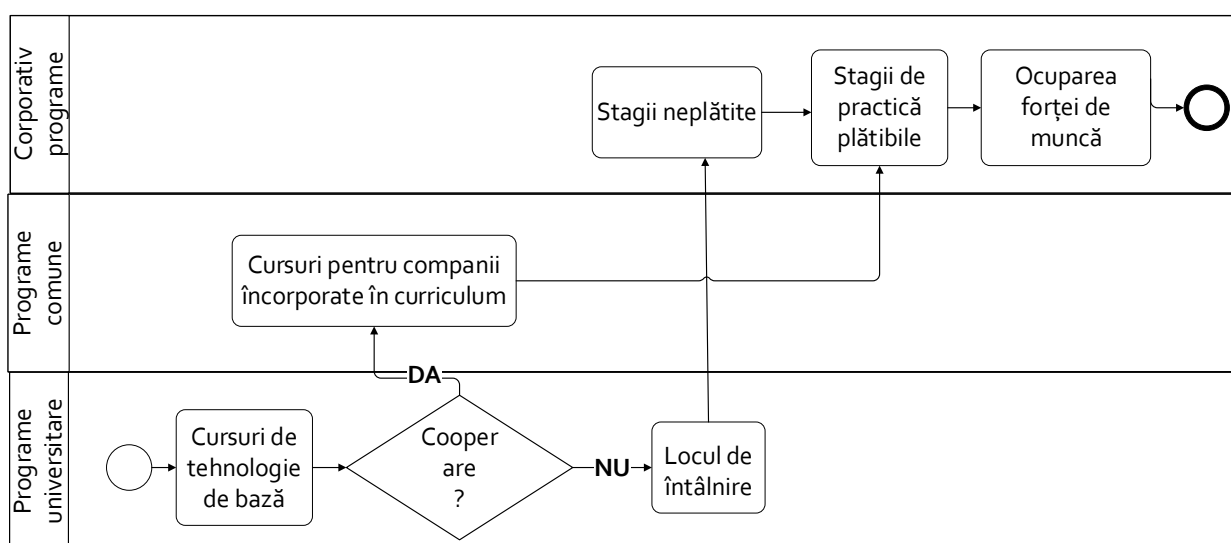
Managerii companiilor TIC din Moldova consideră, în general, că universitățile din țară le oferă absolvenți de calitate scăzută și în număr insuficient pentru a le satisface nevoile. La interviurile problematice, toți managerii IT au împărtășit această opinie.

În special, peste 80% dintre absolvenții care candidează pentru rolul de junior sau pentru stagiul nu pot trece testele de calificare corporative rezolvând sarcinile în Java, JavaScript sau PHP. Cunoștințele lor despre aceste tehnologii par a fi unele de bază. Atunci când absolvenții sunt familiarizați cu construcțiile limbajului de programare specific, ei nu au experiența necesară pentru a rezolva problemele prevăzute în teste. Uneori, absolvenții nu reușesc să construiască algoritmi. Timpul petrecut pentru realizarea unor sarcini destul de elementare depășește limitele rezonabile.

Mai târziu, pe parcursul stagiului, mulți absolvenți demonstrează competențe transversale slabe, inclusiv în ceea ce privește comunicarea în echipă, structurarea problemelor și rezolvarea acestora. Ei nu au abilități de integrare a diferitelor module ale aplicației, de revizuire a codului și de analiză retrospectivă.

În același timp, marile companii TIC din Moldova au învățat deja cum să gestioneze această realitate. Companiile IT mici și întreprinderile tradiționale nu pot face nimic în ceea ce privește calitatea și cantitatea absolvenților universitari din domeniul TIC și trebuie să se adapteze la realitate și să amâne sau să anuleze planurile de digitalizare a afacerii.

Grafic 6.1 Modele de cooperare între mediul de afaceri și academie în Moldova, 2021



Sursă: FIDD, 2021

Companiile mici de tip boutique IT care deserve piața premium și care percep un preț ridicat pentru serviciile pe care le oferă nu angajează absolvenți de universitate. Acestea recrutează persoane cu mai mulți ani de experiență profesională, inclusiv experiență în domeniul liber-profesioniștilor, plătindu-le salarii mai mari. Cu toate acestea, această strategie de "colectare a cremei" funcționează pentru companiile mici care recrutează 5-15 persoane în fiecare an.

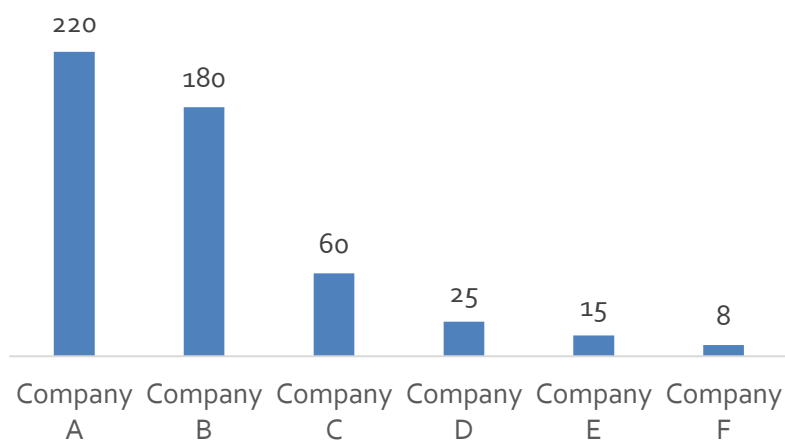
Companiile mari care recrutează 30-100 de persoane în fiecare an și-au dezvoltat programele de internship și le lansează de trei sau patru ori pe an. Există trei tipuri de strategii pentru stagii de practică.

Prima strategie este orientată spre recrutarea în masă. Companiile oferă două sau trei luni de predare și practică stagiilor lor în mod gratuit, dar, de asemenea, nu le plătesc nimic. În perioada acestor stagii în masă, managerii fac selecția invitând aproximativ 20-50% dintre stagii pentru a doua etapă, care este un stagiu de două luni plătit în cadrul companiei sau un loc de muncă de probă. În acest model, rolul universităților se limitează la furnizarea de cunoștințe IT de bază. Universitățile devin, de asemenea, un loc în care companiile se întâlnesc cu tinerii în vederea recrutării.

Cea de-a doua strategie este orientată spre stagii plătite. Companiile plătesc stagiilor un salariu lunar de 300-400 USD pentru o perioadă de două luni și recrutează până la 80% dintre aceștia. Bineînțeles, selecția de intrare a candidaților pentru stagiile plătite se face cu atenție, iar companiile aleg doar candidații promițători. De obicei, această strategie funcționează atunci când numărul de persoane pe care compania le recrutează nu depășește 50 pe an.

Companiile care folosesc a doua strategie de stagii plătite încearcă să predea unele cursuri în universități, desemnându-și inginerii pentru a ține cursuri studenților. Adesea, în mod oficial, universitatea desemnează profesorul cu o diplomă științifică să predea acest curs și îi plătește chiar salariul universitar pentru această predare nominală. Cu toate acestea, inginerul din cadrul companiei asigură de fapt prelegerile, chiar dacă nu are o diplomă științifică formală. Acest lucru se face pentru a selecta cei mai buni studenți pentru a-i invita la stagii de practică plătibile în continuare.

Grafic 6.2 Numărul de persoane acceptate pentru programele de internship corporativ pe parcursul anului, 2021*



* aceste date sunt furnizate în baza interviurilor cu șase companii IT din Moldova în condiții de confidențialitate.

Notă:

Mai multe companii oferă stagii de practică studenților sau tinerilor care nu au experiență în domeniul TIC, prin urmare, studenții în domeniul TIC reprezintă doar aproximativ 60-70% din totalul stagiilor.

Sursă: FIDD, 2021

În cele din urmă, unele companii le oferă candidaților cărți și materiale de bază pentru a studia în ritm propriu și fac teste de admitere pentru a recruta candidatul pentru stagiul plătit ulterior. Aceasta este o strategie obișnuită pentru companiile mai mici care nu pot investi în predarea candidaților.

De regulă, stagiile de practică le cer candidaților să fie prezenți în fiecare zi lucrătoare la birou pentru cinci până la opt ore de studiu și practică. Companiile predau Java, tehnologiile front-end și principiile de testare a software-ului pornind de la elementele de bază. Companiile IT creează, de obicei, grupuri mixte pentru stagii care reunesc studenți IT și persoane fără experiență în domeniul IT. Acest lucru indică, de asemenea, faptul că cunoștințele de bază ale studenților IT sunt relativ slabe. Managerii consideră că fac o treabă a universităților, deoarece predau tehnologiile și conceptele pe care studenții ar trebui să le învețe în sălile de curs.

Nu există statistici cu privire la studenții care au promovat programe de practică în întreprinderi. Cu toate acestea, stagiile de practică au devenit o tendință de piață de masă în Moldova. Pe baza estimărilor noastre, în fiecare an, până la 800-1.000 de tineri se înscriu în programele de internship corporativ, inclusiv 500-600 de studenți în domeniul TIC.

În plus, pentru studenții moldoveni sunt disponibile tabere de vară de cod organizate de companiile europene de IT din România. Există câteva exemple de studenți moldoveni care călătoresc în tabere de vară de codare în SUA.

În consecință, programele de studii corporative preiau treptat rolul universităților în formarea profesioniștilor în domeniul TIC din Moldova.

După părerea studenților universitari, este relativ ușor să fii acceptat în cadrul programelor de practică corporativă, în special cele care nu presupun plata stagiilor. Cu toate acestea, nu este ușor să studiezi și să le treci cu succes. Studenții ar trebui să muncească multe ore suplimentare pentru a stăpâni programele de stagiu corporativ, chiar dacă au finalizat cursurile universitare respective.

Eficacitatea educației profesioniștilor din domeniul IT bazate pe stagii de practică rămâne o întrebare deschisă. Sunt stagiile de practică suficiente pentru a dezvolta profesioniști calificați? Dacă da, nu există niciun motiv pentru ca tinerii să își investească timpul în studii universitare.

În același timp, unii manageri de companii IT și ingineri de software seniori consideră că doar studiul tehnologiei de programare sau al principiilor de testare a software-ului este suficient pentru a educa dezvoltatori juniori capabili să stăpânească unele sarcini de bază. Adesea, profesioniștii IT cu această pregătire eșuează atunci când se confruntă cu sarcini mai sofisticate, pentru care soluția nu este evidentă nici măcar după mai mulți ani de experiență în lumea reală. Acești ingineri sunt eficienți atunci când lucrează pe modele relativ standard și rezolvă cu greu sarcinile out-of-the-box.

Destul de des, dezvoltatorii de software fără o calitate bună a studiilor universitare de fond au dificultăți suplimentare în a evolua spre roluri de mijloc sau de conducere, chiar și după ani de experiență.

Prin urmare, neavând studii universitare solide și bazându-se pe stagiile de practică în cadrul companiilor în formarea inginerilor de software, industria IT din Moldova riscă să fie împinsă pe segmentul proiectelor cu valoare adăugată redusă și al sarcinilor de codificare de rutină.

Managerii companiilor din domeniul TIC au subliniat că investesc mulți bani în programele lor de internship, deoarece timpul inginerilor calificați care predau grupului este costisitor. Există, de asemenea, costuri generale. Cu toate acestea, managerii nu sunt dispuși să divulge testele și cazurile lor de calificare profesorilor universitari sau să îi instruiască pe profesori sau să facă cursuri video gratuite pe YouTube.

Concurența pentru calificări în Moldova este destul de dură, iar companiile preferă să își păstreze metodologiile de predare în interiorul companiei pentru a evita instruirea studenților care pot fi angajați de către rivalii lor. Există o impresie generală că, în ciuda numeroaselor plângeri cu privire la calitatea studiilor universitare, marile companii IT din Moldova se simt relativ confortabil, considerând universitățile mai degrabă un loc de întâlnire cu tinerii pentru recrutare.

Mai mult decât atât, chiar dacă există programe de internship sau dacă sunt invitați profesioniști din domeniul IT în sălile de curs, de multe ori nu este realist să te aștepti ca nici măcar formatorii corporativi să fie dispuși să își împărtășească cunoștințele și experiența pentru a dezvolta studenții. Destul de des, inginerii de software fac explicații de bază doar atunci când sunt mentori sau predau în

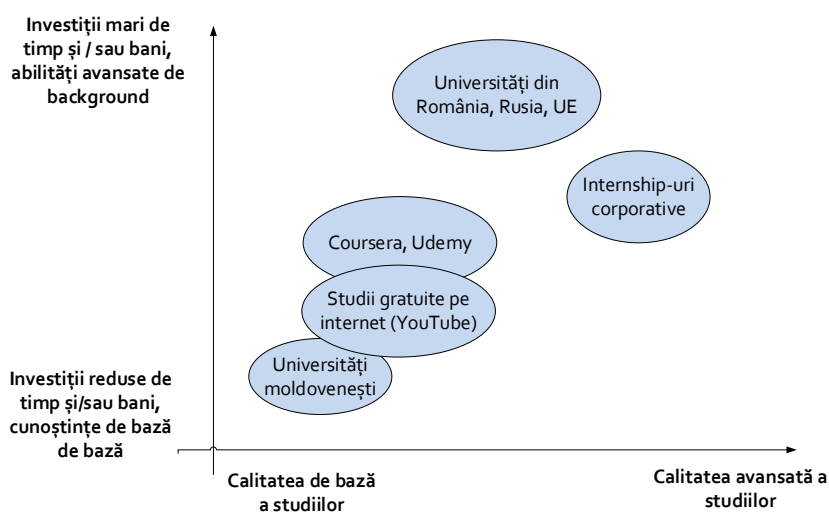
cadrul stagiilor de practică. În general, aceștia nu sunt motivați să creeze concurenți. Aceasta nu este o situație obișnuită, dar destul de des este ceea ce putem observa. Prin urmare, practica și autoînvățarea rămân foarte importante pentru dezvoltarea profesioniștilor TIC în Moldova.

7. Oportunități și amenințări pentru dezvoltarea educației TIC în Moldova

Universitățile moldovenești concurează cu universități românești, rusești, bulgare și chiar turcești care oferă burse moldovenilor. În plus, multe universități europene oferă studii gratuite tinerilor cu pașapoarte românești și bulgare. Aceasta este o amenințare externă directă la adresa universităților naționale.

Dezvoltarea în plină expansiune a stagiilor de practică corporative, precum și încercările platformelor de educație online, inclusiv a celor internaționale Coursera și Udemy și a celor rusești SkillBox, de a intra pe piața moldovenească reprezintă alte două amenințări la adresa universităților tradiționale.

Grafic 7.1 Poziționarea universităților pe piața educației TIC în Moldova, 2021



Notă:

Dezvoltarea în plină expansiune a stagiilor corporative distruge piața serviciilor comerciale de educație TIC din Moldova, adică piața cursurilor tehnologice. Companiile private de educație migrează treptat spre celălalt segment, cel al predării copiilor și copiilor.

Sursă: FIDD, 2021

În general, se consideră că studiile în străinătate oferă o calitate superioară a competențelor și cunoștințelor, fiind destul de atractive în Moldova. În același timp, universitățile din România și Rusia au cerințe mai mari în ceea ce privește cunoștințele de bază ale cursanților. Familiile studenților care pleacă la studii în străinătate suportă, de asemenea, costuri semnificative pentru călătorie, cazare și masă. Prin urmare, studiile în străinătate sunt, în general, accesibile pentru absolvenții de liceu care provin din familii mai înstărite și în condițiile unor note mari la liceu.

Pe baza publicațiilor din mass-media, estimăm numărul total de studenți din Moldova, inclusiv cei care studiază cursuri non-tehnologice, care pleacă în străinătate în fiecare an la 3.000-3.500 sau

aproximativ 20-25% din numărul total de tineri moldoveni care se înscriu în universități. De asemenea, credem că doar o parte dintre acești studenți aleg cursuri de IT sau tehnologie, în timp ce majoritatea fac studii de business. Din păcate, tinerii cu diplome obținute la universități din străinătate nu se întorc în Moldova.

Soluțiile alternative de educație, cum ar fi Udemy, Coursera, SkillBox și altele similare, nu sunt încă populare în Moldova, deoarece nivelul de engleză oferit în licee nu este suficient pentru a studia cursurile în limba engleză. În prezent, platformele de educație online servesc drept sursă de cunoștințe avansate pentru profesioniștii TIC în activitate sau ajută persoanele cu diplome universitare non-TIC să obțină o a doua profesie. Se așteaptă ca acestea să devină o amenințare directă la adresa programelor de învățământ la distanță oferite de universități.

În prezent, nici programele de stagii de practică în cadrul companiilor nu concurează cu cei înscriși în universități. Acestea se adresează studenților din anul trei sau patru de studii. În același timp, universitățile moldovenești au dificultăți evidente în reținerea acestor studenți și mulți tineri abandonează studiile atunci când se înscriu la stagii de practică corporativă. Unii dintre ei trec formal examenele universitare fără a participa la cursuri. Stagiile de practică necesită mult timp și este dificil să le combinăm cu cursurile universitare.

Ca urmare, universitățile din Moldova pierd competiția printre cele mai bune locuri de formare a profesioniștilor în domeniul TIC, fiind în general poziționate ca furnizori grațiuți sau necostisitori de cunoștințe și competențe de nivel începător în domeniul tehnologiilor informaționale și mai degrabă un loc unde tinerii pot întâlni recrutorii pentru stagii corporative.

Faptul că nicio universitate din țară nu oferă cursuri de tehnologie comercială pe termen scurt pentru persoanele care doresc să obțină o a doua profesie în domeniul IT sau să construiască un parteneriat cu sectorul corporatist pentru a perfecționa profesioniștii care lucrează, predându-le cursuri avansate, sunt indicatori buni ai acestei poziționări. Singura excepție este USM, care predă cursul de operare a dronelor.

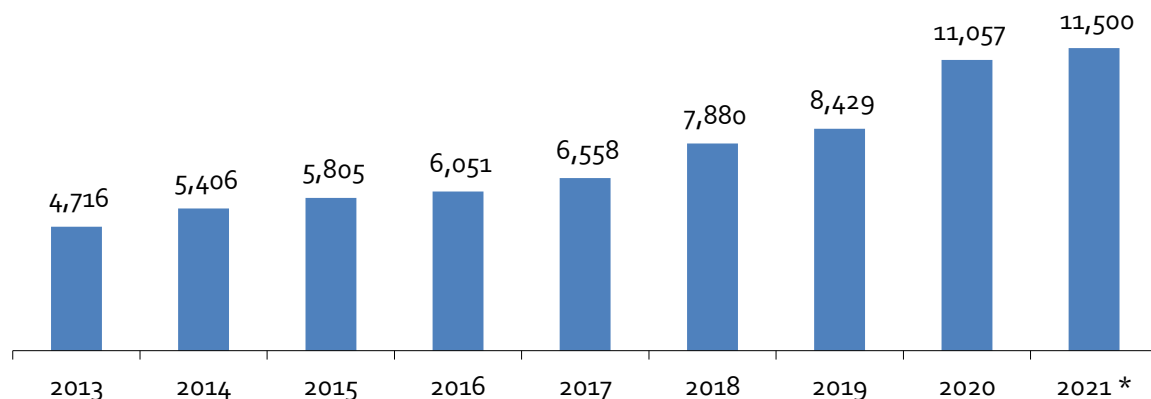
De asemenea, nu excludem posibilitatea ca, la un moment dat, în viitor, marile companii IT care se confruntă cu un deficit serios de competențe să decidă să recruteze persoanele înscrise pentru stagii de practică în cadrul colegiilor și liceelor și să extindă gama de cursuri pe care le oferă. Acestea ar putea intra în competiție directă pentru persoanele înscrise în universități. Ideea Universității Endava ar putea servi drept primul indicator al acestei amenințări.

Platformele de educație online pot deveni, de asemenea, o amenințare serioasă dacă decid să își dezvolte în continuare serviciile în țară, vizând absolvenții de liceu, având în vedere resursele de care dispun.

În cele din urmă, numărul tot mai mare și disponibilitatea burselor oferite de UE, SUA și universitățile rusești pentru cercetători creează o concurență pentru personalul academic. În prezent, migrația cercetătorilor și a cadrelor didactice din Moldova este mai degrabă o poveste izolată. Cu toate acestea, achiziționarea de competențe de către companiile private și universitățile străine lasă

universitățile moldovenești cu destul de puțini profesori și cercetători, ceea ce le face incapabile să ofere o calitate suficientă a predării.

Grafic 7.2 Numărul de angajați în sectorul IT din Moldova (la sfârșitul anului), 2013-2021*



Notă:

O creștere bruscă a numărului de angajați în sectorul TIC din Moldova se explică prin pandemia COVID. Mulți profesioniști IT care lucrau în străinătate s-au întors în Moldova și au continuat să lucreze de la distanță. Mulți dintre ei au înregistrat companiile pentru a optimiza taxele.

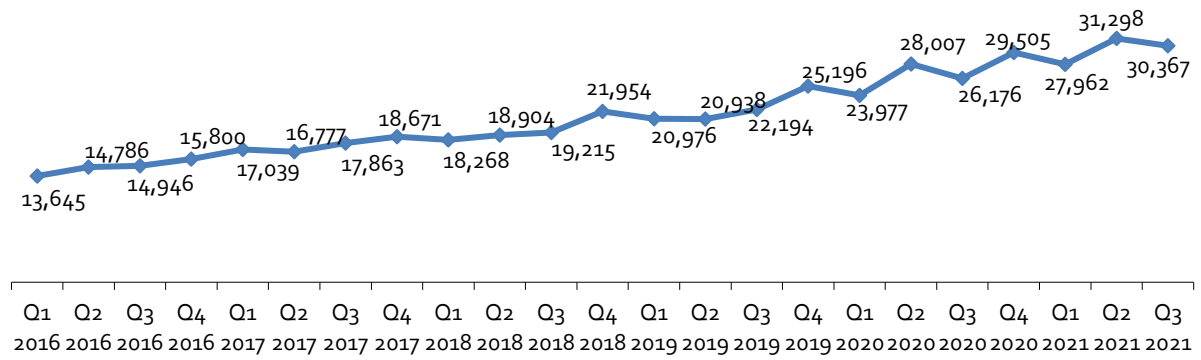
Sursă: statistica.md, 2021

Oportunitatea cheie pentru dezvoltarea programelor de studii universitare în domeniul TIC este reprezentată de cererea în creștere de profesioniști TIC și de creșterea salariilor medii în acest sector în Moldova. Tinerii văd salarii relativ mari în industria TIC, o mare disponibilitate de locuri de muncă, condiții bune de muncă și chiar (ceea ce este de fapt o durere pentru țară) o șansă de a emigra după câțiva ani de experiență reală în Moldova. Prin urmare, studiile în domeniul TIC sunt atractive pe scară largă și generează cerere.

În al doilea rând, există o finanțare semnificativă din partea UE, a SUA și a Băncii Mondiale pentru modernizarea sistemului universitar din Moldova. Dacă sunt utilizate în mod înțelept, aceste investiții pot contribui la îmbunătățirea calității studiilor TIC în țară.

În cele din urmă, deficitul de competențe întoarce sectorul corporatist către universități. În pofida faptului că multe companii mari preferă să recruteze studenți pentru stagiile lor de practică, există un număr tot mai mare de întreprinderi mai mici care doresc ca universitățile să dezvolte buni profesioniști pentru ele. Aceste companii sunt mai dispuse să își împărtășească cunoștințele și să se implice în îmbunătățirea studiilor universitare.

Grafic 7.3 Salariul mediu lunar în sectorul IT în Moldova (MLD), 2016-Q3 2021



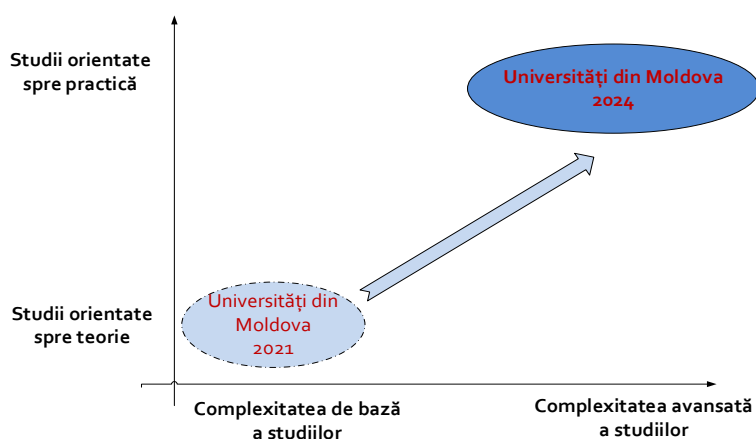
Sursă: statistica.md, 2021

8. Recomandări pentru modernizarea învățământului universitar în domeniul TIC în Moldova

Pentru a rămâne competitive, universitățile moldovenești nu au altă alternativă decât dezvoltarea competențelor didactice avansate, îmbunătățirea programelor de studii și a metodologiilor de instruire. De asemenea, universitățile trebuie să își dezvolte capacitățile de cercetare pentru a putea genera cunoștințe și conținuturi de studiu avansate. Obiectivul final al acestui efort ar fi re poziționarea celor mai mari universități din țară pe piața serviciilor educaționale, pentru a face calitatea studiilor lor în domeniul TIC comparabilă cu cea oferită de universitățile regionale puternice din România, Bulgaria și Rusia..

Se preconizează că îmbunătățirea calității studiilor universitare va reduce decalajul dintre stagiile universitare și cele din cadrul companiilor, reducându-l aproape de zero. Acesta este un obiectiv pentru următorii trei ani. **Universitățile moldovenești ar trebui să fie capabile să formeze profesioniști în domeniul TIC în calitate de dezvoltatori juniori. Absolvenții universităților naționale ar trebui să fie acceptați de aproape orice companie TIC din țară fără stagii de practică corporativă.**

Grafic 8.1 Repoziționarea universităților pe piața educației TIC în Moldova, 2021



Sursă: FIDD, 2021

Propunem trei elemente de bază pentru a facilita schimbările și pentru a impulsiona transformarea și modernizarea studiilor universitare în domeniul TIC în Moldova, inclusiv următoarele:

- ✓ introducerea de cazuri complexe, complet adaptate și orientate spre soluții, precum și de sarcini similare cu cele din lumea reală în cadrul lucrărilor practice și de laborator ale studenților pentru clasele de bază;
- ✓ accesul studenților la cel mai bun conținut de învățare oferit gratuit sau pe bază comercială de Udemy, Coursera și altele similare;
- ✓ îndrumare și coaching pentru studenți, oferite de ingineri cu experiență în sectorul din lumea reală, pentru teme și cazurile practice complexe ale studenților.

În plus, recomandăm să se acorde atenție sectorului învățământului secundar. De asemenea, ar trebui să se realizeze dezvoltarea capacităților de cercetare și dezvoltare ale universităților moldovenești și revizuirea curriculei principalelor programe CIT.

Toate aceste recomandări sunt oferite doar ca idei generale și necesită o dezvoltare și discuții suplimentare pentru a preciza activitățile, calendarul și rezultatele așteptate.

Îmbunătățirea învățământului secundar STEM

Universităților li se recomandă să faciliteze și să conducă modernizarea studiilor liceale în Moldova. La înscrierea în programele de studii universitare în domeniul TIC, absolvenții de liceu ar trebui să aibă o pregătire suficientă în matematică, fizică și informatică pentru a stăpâni cursurile universitare. Prin urmare, studiile liceale solide din țară sunt o condiție prealabilă obligatorie pentru o educație universitară de înaltă calitate în domeniul TIC.

Având în vedere deficitul tot mai mare de profesori de matematică, informatică și fizică în învățământul secundar, ne așteptăm ca marea majoritate a liceelor, în special cele din mediul rural, să nu fie în măsură să predea aceste discipline în următorii 5-10 ani sau să le ofere în mod formal, desemnând profesori fără pregătire de profil pentru a preda aceste cursuri. Procentul profesorilor de liceu de peste 50 de ani se apropie de 50% în Moldova. Universitățile ar trebui să înceapă să abordeze această problemă încă de pe acum, în caz contrar riscă să nu aibă înscriși sau să aibă înscriși fără cunoștințe de bază pentru a studia IT.

Tabel 8.1 Principalele probleme care trebuie abordate pentru modernizarea învățământului liceal STEM în Moldova, 2021

Ediție	Acționari					
	Participanți & părinți	Studenți	Universitatea management	Profesori & învățători	ATIC	Ministerul
1.1. Modernizarea învățământului STEM din liceu, introducerea unui număr mare de sarcini și sarcini de lucru la domiciliu și în clasă	1 -> 5		5	3 -> 5	5	3 -> 5
1.2. Dezvoltarea platformei naționale online pentru susținerea claselor de liceu din Moldova	1 -> 5		5	3 -> 5	5	3 -> 5
1.3. Introducerea orientării în carieră în licee	1 -> 5		5		5	2 -> 5
1.4. Formarea continuă a profesorilor din învățământul secundar				3 -> 5	5	3 -> 5
1.5. Modernizarea curriculei școlare în domeniul informaticii	1 -> 5			3 -> 5	5	3 -> 5
1.6. Anularea diviziei de studii reale și umanitare, introducerea în schimb a unor clase facultative avansate			5	5	5	-5 -> 5
Mărcile de importanță	Process driver	Process execution	Process support	No influence	No data	
Vector (așteptat)	Negative (-5)	Positive (5)				

Sursă: FIDD, 2021

Perioada de timp pentru acest efort (preconizată):

12 - 36 - 60 de luni (pilot - utilizare voluntară - implementare obligatorie).

Indicatori cheie de performanță pentru a controla progresul și impactul (sugerat):

- ✓ peste 50% dintre elevii de liceu ar trebui să aleagă o disciplină STEM (fizică sau informatică) ca materie opțională pentru examenul de BAC (examenul de BAC include limba maternă, limba străină, matematica ca materii obligatorii și o materie opțională pentru examen);
- ✓ peste 50% dintre absolvenții de BAC ar trebui să obțină o notă mai mare de 8; complexitatea generală a examenelor de BAC ar trebui să fie crescută;
- ✓ numărul anual de cereri de înscriere la programele de studii universitare în domeniul TIC ar trebui să depășească 2.000, iar numărul de înscriși cu normă întreagă ar trebui să rămână la 1.300, luând în considerare atât locurile finanțate de guvern, cât și locurile comerciale.

Responsabil (sugerat):

Propunem crearea unei echipe mixte sub supravegherea generală a Ministerului Educației și Cercetării și ATIC pentru a lucra la modernizarea studiilor liceale. Din această echipă ar trebui să facă parte profesori de la universitățile de top și de la câteva licee pilot. Profesorii universitari și profesorii de liceu ar trebui să lucreze la conținutul orelor STEM din liceu. Echipa ar trebui, de asemenea, să elaboreze cerințele și arhitectura platformei naționale online pentru a sprijini cursurile liceale. Platforma națională online este sugerată ca o piatră de temelie pentru modernizarea învățământului liceal din Moldova.

Ulterior, în cadrul Ministerului Educației și Cercetării ar trebui creată o unitate care să mențină și să dezvolte în continuare platforma națională online și să actualizeze conținutul studiilor.

Condiții prealabile:

- ✓ disponibilitatea finanțării inițiale a proiectului pentru structurarea conținutului studiilor și dezvoltarea platformei naționale online pentru susținerea studiilor liceale;
- ✓ disponibilitatea bugetului permanent pentru menținerea platformei naționale online și pentru actualizarea conținutului studiilor;
- ✓ furnizarea de calculatoare personale pentru clasele de informatică pentru a permite accesul copiilor la platforma națională online.

Mulți copii și profesori din Moldova au deja calculatoare personale sau accesează internetul cu ajutorul telefoanelor inteligente. Cu toate acestea, se așteaptă ca școlile secundare să ofere acces la internet și calculatoare personale pentru restul copiilor, creând clase de informatică cu un număr suficient de stații de lucru.

În cele din urmă, un element esențial al modernizării învățământului secundar din Moldova este o creștere semnificativă a nivelului de remunerare a profesorilor. Nivelul actual de salarizare în școlile secundare nu îi motivează pe profesori să rămână în sistem și să lucreze la îmbunătățiri și schimbări.

Proiectul "Tekwill în fiecare școală" lucrează deja la modernizarea și dezvoltarea învățământului secundar. Proiectul lucrează cu aproape 200 din 338 de licee din Moldova. Tekwill in Every School oferă cursuri opționale de C++, dezvoltare web și mobilă, design grafic.

Cu toate acestea, la momentul actual Tekwill nu abordează disciplinele de bază ale programelor de studii ale liceelor, inclusiv matematica și fizica.

De asemenea, Tekwill a făcut o încercare de a construi o platformă națională unde profesorii ar putea încărca cursurile lor. Experiența acestui efort ar trebui să fie analizată.

Încercarea de a construi o platformă de gestionare a liceelor a fost făcută de compania privată Simpals cu proiectul Studii.md, iar această experiență este de asemenea recomandată a fi analizată pentru a evita munca inutilă.

În plus, ar trebui analizată și utilizată și experiența UTM care a oferit cursuri gratuite pentru a-i ajuta pe elevii de liceu să promoveze examenul de BAC.

Domeniul de aplicare al inițiativei (sugerat):

Sugerăm ca dezvoltarea platformei naționale online să devină un element central al modernizării educației STEM în licee și, ulterior, în clasele din ultimul an din gimnazii. Platforma ar trebui să fie accesibilă prin intermediul internetului și ar trebui să ofere următoarele funcționalități:

- ✓ fiecare profesor de liceu din Moldova care predă matematică, fizică și informatică ar trebui să aibă posibilitatea de a-și crea un cont pe platforma națională online pentru a gestiona cursurile pe care le ține, atribuind elevilor conținuturile pe care aceștia trebuie să le citească sau să le vizualizeze, precum și sarcinile și temele pe care trebuie să le lucreze acasă;
- ✓ platforma ar trebui să pună la dispoziția profesorilor o bibliotecă de conținut video și de lectură, sarcini și sarcini de lucru pentru acasă și pentru orele de curs ale elevilor pe care profesorii le pot utiliza;
- ✓ fiecare elev de liceu ar trebui să aibă contul său pe platforma națională online pentru a primi conținutul recomandat pentru a citi sau a viziona și sarcinile și temele pe care să lucreze acasă și la clasă. Platforma ar trebui să introducă orarul și să stabilească termenele limită. Elevii ar trebui să încarce rezultatele muncii pe o platformă online pentru control automat;
- ✓ analiza automată (cu elemente de inteligență artificială) a performanțelor fiecărui elev ar trebui să se facă pe baza rezultatelor individuale ale lucrărilor pe care acesta le încarcă pe platforma națională online pentru a identifica lacunele de abilități și competențe și pentru a sugera cursuri suplimentare sau măsuri corective pentru a le elimina.

Ca urmare, clasele de liceu la fața locului ar trebui să devină diferite. Se așteaptă ca profesorii să explice conceptele și ideile de bază în clasă, apoi elevii lyceumului ar putea să-și extindă cunoștințele prin vizionarea și citirea conținutului și prin lucrul la sarcini și sarcini. A treia componentă a orelor de curs ar trebui să fie explicații mai detaliate ale unor probleme dificile, analiza sarcinilor pe care copiii nu reușesc să le treacă.

Platforma națională online pentru elevii de liceu ar putea fi dezvoltată în Moldova de către inginerii și companiile locale de software. La acest proiect pot lucra și profesorii universitari care predau cursuri de IT.

Conținutul studiilor care urmează să fie utilizat de platforma națională online este, în general, disponibil gratuit. Există numeroase canale YouTube și site-uri web în limbile română și rusă care oferă cursuri excelente de matematică, fizică și informatică pentru elevii de liceu. Există, de asemenea, multe sarcini și teme disponibile gratuit chiar și în vechile manuale tipărite.

Prin urmare, vă recomandăm să evitați investițiile în crearea de cursuri video suplimentare. O mulțime de conținut video este deja disponibil pe canalul Clasa Viitorului de pe Youtube și pe mai multe resurse web, inclusiv matematica.md și altele.

Platforma națională online se referă la gestionarea procesului de studiu, punând la dispoziția copiilor, link-urile pentru vizualizarea prelegerilor video pe Youtube sau pentru a citi pentru explicații pe resursele externe din internet. De asemenea, platforma ar trebui să ofere sarcinile și temele de exersat. De asemenea, este vorba despre stabilirea unui ritm de studiu regulat pentru copii, asigurând un control automat al progresului.

Prin urmare, activitatea privind conținutul ar include mai degrabă o structurare și o selecție a lecțiilor video disponibile, a lecturilor și a sarcinilor și temelor pentru a le adăuga la biblioteca de resurse recomandate pentru profesori.

Încă trei aspecte care trebuie evidențiate.

În primul rând, recomandăm introducerea unui serviciu de orientare profesională de înaltă calitate în licee și poate chiar în clasele din ultimul an din gimnaziu. Centrele regionale Tekwill ar putea dezvolta mici echipe de consilieri de carieră profesioniști care să lucreze cu liceele din regiunile lor. Elevii din licee și chiar din gimnaziu nu dispun adesea de suficiente informații pentru a decide asupra unei cariere. Acest lucru este deosebit de important dacă nu există nimeni în familie care să îl ghideze pe copil. Adesea, copiii nu înțeleg ce se așteaptă de la ei în clasă pentru a-și atinge obiectivele profesionale.

În al doilea rând, recomandăm anularea împărțirii claselor de profil real și umanitar în licee și introducerea unei posibilități pentru copii și părinți de a alege una sau două clase opționale pentru a construi unele abilități și cunoștințe avansate peste curriculumul general de bază. Se pare deja că cei mai slabi absolvenți de gimnaziu aleg clasele umanitare pentru studiile din liceu, iar copiii mai puternici merg la studii de profil real. Acest lucru sporește diferențierea în școlile secundare.

În cele din urmă, ar trebui să se elaboreze programe școlare în domeniul informaticii. Liceele ar trebui să înceapă să predea C și C++ în cadrul orelor de curs atunci când explică algoritmi și programarea și trebuie să renunțe la Pascal. Acest lucru va necesita eforturi semnificative de instruire a profesorilor, dar va pregăti absolvenții liceelor pentru studiile universitare.

Modernizarea învățământului universitar în domeniul TIC

Având absolvenți de liceu cu o bună pregătire în domeniul STEM, universitățile moldovenești ar trebui să fie în măsură să le ofere o experiență de studiu intensivă și provocatoare. Universitățile ar trebui să îi ajute pe studenți să devină profesioniști în domeniul TIC capabili să rezolve probleme sofisticate de inginerie din lumea reală. În caz contrar, matriculații puternici vor renunța la studii dacă nu văd nicio valoare în a rămâne la universitate.

Sugerăm să introducem în experiența de predare universitară din Moldova o mai mare concentrare practică. Se așteaptă ca universitățile să le ofere studenților un număr mare de oportunități de a lucra la cazuri și sarcini sofisticate, similare cu cele la care se așteaptă ca absolvenții să lucreze în lumea reală. Credem că, lucrând la aceste proiecte, studenții vor identifica rapid lacunele din cunoștințele lor teoretice și vor căuta cursuri și lecții suplimentare fie în universitățile lor, fie la Coursera, Udemy și alte platforme similare.

Ca rezultat al acestui efort, propunem ca fiecare student să plece din universitate cu portofoliul de proiecte pe care l-a dezvoltat în universitate, pe lângă diploma de absolvire.

Acest portofoliu este ceva ce studentul trebuie să le arate viitorilor angajați. Se așteaptă ca studenții să stocheze codul sursă al proiectelor lor pe GitHub.

Tabel 8.2 Principalele probleme care trebuie abordate pentru modernizarea învățământului universitar TIC în Moldova, 2021

Ediție	Acționari							
	Studenți	Universitatea manageri	Profesori & învățători	Întreprinderi TIC mare	Întreprinderi TIC mici	ATIC	Afaceri tradiționale	Ministerul
1.1. Dezvoltarea unei biblioteci de lucrări practice pentru clasele universitare	1->5	3->5	-5->5	3->5	4->5	5	4->5	
1.2. Elaborarea de cazuri complexe inter-clase care să fie incluse în portofoliile personale ale studenților	1->5		-5->5	3->5	4->5	5	4->5	
1.3. Acorduri cu mentori corporativi pentru a sprijini studenții în activitatea lor pe cazuri	1->5			3->5	4->5	5	4->5	
1.4. Furnizarea accesului studenților la cursurile de la Coursera, Udemy pe bază de voucher.	1->5	1->5	-5->2			5		1->5
1.5. Elaborarea de teste independente de calificare pentru clasele universitare		1->3	-5->1	1->3	1->4	5	1->4	-5->5
1.6. Introducerea unor programe de accelerare a competențelor (codecamps)		1->5	-3->3	1->3	1->4	5	1->4	1->5
Mărcile de importanță	Driver de procesare	Executarea procesului	Suport de proces	Fără influență	Fără date			

Vector (așteptat)	Negative (-5)	Positive (5)						
----------------------	------------------	-----------------	--	--	--	--	--	--

Sursă: FIDD, 2021

Perioada de timp pentru acest efort (preconizată):

12 - 36 - 60 de luni (pilot - utilizare voluntară - implementare obligatorie).

Indicatori-cheie de performanță pentru a controla progresul și impactul (sugerat):

- ✓ 50% dintre studenții universitari cu portofolii de proiecte personale la absolvire;
- ✓ 70% dintre studenții universitari trebuie să promoveze testele de calificare pentru cel puțin o clasă sau disciplină de bază cu un rezultat de 80%;
- ✓ 70% dintre studenții universitari au participat la programe de accelerare a competențelor universitare.

Responsabil (sugerat):

Propunem crearea unei echipe mixte sub supravegherea generală a ATIC pentru a lucra la modernizarea studiilor universitare în domeniul TIC. Echipa ar trebui să includă profesori de la universități de top și ingineri de software cu experiență în lumea reală. Se așteaptă ca profesorii universitari și inginerii să lucreze la elaborarea cazurilor, a temelor și a testelor, însă sugerăm ca sectorul privat să suporte cea mai mare parte a efortului. De asemenea, echipa ar trebui să se ocupe de dezvoltarea și gestionarea programelor de accelerare a competențelor, utilizând experiența de gestionare a programelor de accelerare a start-up-urilor realizate de Tekwill în 2021.

Precondiții:

- ✓ disponibilitatea unui buget permanent pentru a oferi studenților acces la Coursera, Udemy și alte platforme similare;
- ✓ disponibilitatea bugetului pentru a finanța inginerii de software pentru a dezvolta o bibliotecă de cazuri practice și teme și pentru a o actualiza;
- ✓ disponibilitatea bugetului pentru programele de accelerare a competențelor pentru a plăti mentori corporativi.

Una dintre condițiile critice pentru modernizarea învățământului universitar în domeniul TIC va fi o creștere radicală a salariilor profesorilor și învățătorilor universitari pentru a face aceste salarii comparabile cu cele din industria TIC. În caz contrar, este dificil să se ceară profesorilor să își îmbunătățească abilitățile și cunoștințele și să ofere o muncă de înaltă calitate.

Unele dintre temele și cazurile elaborate pentru studenții din domeniul TIC pot fi concepute pentru a-i ajuta să își demonstreze competențele în anumite tehnologii, de exemplu, Java, MS SQL Server etc. Se așteaptă ca aceste cazuri să prezinte o soluție descrisă în mod formal la o problemă specifică. Se așteaptă ca studenții să își demonstreze capacitatea de a produce un cod eficient.

Ar trebui să existe un alt tip de proiect de caz avansat dezvoltat pentru programele de accelerare universitară. Aceste cazuri ar trebui să fie orientate către dezvoltarea unei soluții la problema prezentată, urmată de codificare și testare. Ne așteptăm ca cooperarea universităților cu companiile TIC, băncile și întreprinderile private să contribuie la articularea acestor probleme.

Managerii companiilor și absolvenții de universitate au menționat că calitatea conținutului cursurilor și a explicațiilor oferite de unii profesori universitari nu este suficientă pentru formarea competențelor necesare pentru angajarea în companiile din domeniul TIC sau conținutul nu este relevant. În același timp, rămâne dificil de evaluat calitatea conținutului cursurilor.

Prin urmare, sugerăm să se evite lucrul la cursuri. Sugerăm introducerea testelor de calificare și a lucrului la teme și cazuri practice ca punct de intrare în modernizarea generală a studiilor universitare în domeniul TIC, în speranța că, lucrând la teste și cazuri, studenții și profesorii vor identifica rapid lacunele din teorie și le vor remedia căutând cursuri gratuite pe Youtube, în cărți etc.

Ne așteptăm ca testele, temele și cazurile să îi motiveze pe profesorii universitari să îmbunătățească conținutul prelegerilor lor, adaptând complexitatea materialelor de studiu la nevoile cazurilor și testelor.

De asemenea, luăm în considerare faptul că unele competențe și cunoștințe nu sunt disponibile în universități. Nu există profesori care să predea anumite materii, prin urmare, se așteaptă ca Udemy, Coursera și alte platforme similare să acopere acest decalaj.

Domeniul de aplicare al inițiativei (sugerat):

Sugerăm ca dezvoltarea și întreținerea unei biblioteci de cazuri practice, teme și teste să devină un element central al modernizării învățământului universitar în domeniul TIC. Această bibliotecă ar putea fi construită de fiecare universitate în parte sau ar putea fi o bibliotecă comună gestionată de ATIC.

În special, se sugerează următoarele:

- ✓ selectarea testelor de calificare pentru tehnologiile sau cursurile de bază (rețele, MS SQL Server, Java, etc.) disponibile gratuit pe internet, furnizate de companiile de resurse umane sau utilizate de companiile din Moldova pentru recrutare, pentru a construi o bibliotecă de teste;
- ✓ să dezvolte o bibliotecă de sarcini scurte (care necesită până la 1-2 ore de lucru pentru fiecare) care acoperă tehnologiile și cursurile cheie pentru a le oferi studenților să lucreze la ele în clasă sau acasă;
- ✓ pentru a dezvolta cazuri sofisticate de cursuri transversale privind dezvoltarea unor aplicații sau soluții relativ mari, astfel încât studenții să poată lucra la acestea (peste 80 de ore de lucru pentru fiecare caz);

În special, sugerăm să integrăm testele în evaluarea performanțelor studenților pentru clasa universitară. Testele ar trebui să fie independente de universitățile gestionate de ATIC și să joace un rol în evaluarea externă a calității studiilor oferite de universități. Studenții ar putea primi un certificat sau o insignă dacă trec testul cu succes.

Există exemple de soluții de testare utilizate de cele mai importante universități din SUA, UE și Rusia sau de servicii comerciale de testare. Adesea, testele sunt oferite de furnizorii de tehnologie ca parte a examenelor de certificare. Unul dintre exemple este <https://itproger.com/tests>. Acest sistem permite construirea unor bucăți de coduri ca răspuns la întrebarea lor compilarea codului și verificarea corectitudinii acestuia.

Acest sistem de testare poate juca un rol în cadrul examenului de BAC al liceului pentru studenții universitari, oferindu-le o notă independentă și o evaluare a calificărilor și competențelor lor.

Ca o alternativă, ATIC poate încheia un acord cu unele companii de testare din România, SUA, UE sau Rusia pentru a furniza aceste servicii de testare independente.

Biblioteca de sarcini scurte ar trebui să fie disponibilă pentru profesorii universitari, astfel încât aceștia să le solicite studenților să facă un anumit număr de sarcini în timpul cursului, săptămânal sau bisăptămânal. Acest lucru îi va obliga pe studenți să lucreze pe parcursul semestrului la construirea de abilități practice în tehnologii specifice și va elimina practica proastă de a studia cursul în noaptea dinaintea examenului.

În cele din urmă, în cazuri sofisticate se așteaptă ca studenții să lucreze la dezvoltarea unei aplicații sau soluții specifice pe baza unor ToR (termeni de referință, similari celor utilizați în proiectele IT din lumea reală). Ca urmare, studenții vor crea portofolii personale de cazuri practice pe care le vor prezenta împreună cu diplomele lor.

Sugerăm, de asemenea, utilizarea cazurilor sofisticate pentru programele universitare de accelerare a competențelor, care ar trebui să fie construite într-un mod similar cu acceleratoarele de start-up-uri. Se așteaptă ca studenții să lucreze la caz timp de una până la trei luni, adesea în grupuri. Se așteaptă ca grupurile să se întâlnească la sfârșit de săptămână sau după-amiaza, în plus față de cursurile universitare. Studenților care lucrează la cazuri ar trebui să li se ofere:

- ✓ acces la cursuri Coursera sau Udemy, linkuri către cursuri gratuite disponibile pe internet pentru a-și dezvolta competențe specifice și pentru a acoperi eventualele lacune în cunoștințele lor;
- ✓ asistență din partea profesorilor universitari care explică concepte dificile;
- ✓ asistență din partea unor mentori cu experiență din industria de inginerie software pentru a-i îndruma pe studenți. Mentorul va petrece 1-2 ore pe săptămână cu un grup de studenți.

Presupunem că universitățile pot organiza programe de accelerare a competențelor de două ori pe an, în toamnă și în primăvară. Se așteaptă ca fiecare program de accelerare să se concentreze pe proiectarea și gestionarea bazelor de date, testarea aplicațiilor software, dezvoltarea cerințelor, programarea web etc. Programele de accelerare a competențelor ar trebui, de asemenea, să înlocuiască proiectele de curs solicitate de universități.

Considerăm că introducerea de teste independente și mai multe lucrări practice, inclusiv programe de accelerare, vor contribui la îmbunătățirea calității cursurilor predate de universități. Studenții și profesorii vor observa rapid lacunele din conținutul cursurilor, dacă există, atunci când lucrează la cazuri și lucrări practice.

Alte recomandări pentru îmbunătățirea calității studiilor universitare în domeniul TIC

Există și alte îmbunătățiri care trebuie luate în considerare. În special, sugerăm:

- ✓ să introducă evaluarea de ieșire a claselor și a profesorilor din universități care să fie făcută de către studenți pe baza mai multor criterii;
- ✓ să dezvolte urmărirea carierei absolvenților, adică să monitorizeze ocuparea forței de muncă a absolvenților și evoluția lor în următorii cinci ani, creând o bază de date a absolvenților;
- ✓ să dezvolte și să lanseze programe de accelerare a competențelor pentru profesorii universitari care să le actualizeze cunoștințele;
- ✓ să le ofere profesorilor universitari acces la Coursera și Udemy și chiar să-i oblige să treacă anumite cursuri în fiecare an;
- ✓ să introducă clasamente naționale ale programelor TIC bazate pe criterii obiective și să publice anual clasamentul fiecărui program de studii;
- ✓ să dezvolte facilitățile de laborator și conținutul didactic, raționalizând activitățile studenților către dezvoltarea de aplicații și soluții pentru utilizatorii finali, reorientându-le către dezvoltarea de produse;
- ✓ să revizuiască conținutul și structura principalelor cursuri universitare.

Revizuirea curriculei programelor de studii în domeniul TIC, precum și a conținutului și structurii cursurilor specifice reprezintă un subiect de discuții ulterioare între universități și industrie, care ar putea fi facilitat de ATIC.

Profesorii din universități au subliniat faptul că există o slabă coordonare a conținutului pe care îl oferă la clasă cu nevoile industriei. De multe ori, profesorii nu știu care sunt abilitățile și competențele cerute de industrie.

În plus, recomandăm revizuirea unei abordări care constă în furnizarea mai multor cursuri care abordează un singur subiect de bază, de exemplu, algoritmi sau inginerie a aplicațiilor software. Ca alternativă, se poate oferi un singur curs de bază, reducând numărul de ore alocate pentru predarea acestei materii de bază.

De exemplu, să se analizeze dacă ar fi mai eficient să se ofere un singur curs privind algoritmi, structura datelor și conceptele de programare în loc de mai multe cursuri mai mici pentru a evita repetarea informațiilor sau predarea unor concepte abstracte de nișă.

Tabel 8.3

Cursurile care abordează algoritmi, structuri de date și tehnici de programare oferite la mai multe programe de studii și numărul de ore alocate pentru fiecare program de studii TIC la UTM, 2021

	Inginerie software	Informatică aplicată	Calculatoare și rețele	Tehnologii informaționale
Programarea calculatoarelor	180	180	180	180
Programarea procedural	-	120	-	-
Structuri de date și algoritmi	150	150	150	150
Programarea orientată pe obiecte	120	150	150	180
Programare interactive	-	120	-	-
Tehnici avansate de programare	-	120	150	-
Elaborarea limbajelor specifice domeniului	240	-	-	-
Analiza algoritmilor	120	-	-	120
Implementarea algoritmilor folosind programarea structurata	-	-	-	60
Limbaie formale si automate	150	-	-	-
Programarea declarative	150	-	-	150
Programarea aplicatiilor distribuite	150	-	-	150
Programarea concurenti si distribuita	-	-	150	-

Sursă: FIDD, 2021 (pe baza programelor de studii)

Recomandăm, de asemenea, să se refacă o abordare care să permită predarea tehnologiilor informaționale profesorilor cu o diplomă științifică. Unul dintre motivele pentru această recomandare se bazează pe faptul că IT este mai degrabă un domeniu practic cu oportunități limitate de a găsi o problemă pentru cercetarea științifică în Moldova. Ca urmare, mulți profesori care predau informatică au diplome în matematică, fizică sau alte științe. Mulți practicieni nu sunt interesați să lucreze în domeniul cercetării științifice, văzând că nu există remunerare pentru acest efort.

9. Note finale

Procesul de modernizare a educației universitare în domeniul TIC în Moldova nu va fi rapid și nici nu este destinat să fie un succes. Condiția prealabilă pentru succes este mobilizarea resurselor sectorului public și privat și a managementului profesionist. Există o mulțime de forțe ajutătoare, precum și multe forțe care împiedică dezvoltarea universităților, care ar trebui să fie analizate și abordate în mod corespunzător.

Transformarea programelor universitare TIC va necesita ca mulți profesori să își schimbe abordarea didactică. Nu toți profesorii sunt pregătiți pentru schimbări. De asemenea, este nevoie de luarea unor decizii politice dure care să optimizeze finanțarea universităților și utilizarea eficientă a fondurilor publice. Universitățile ar trebui să ia în considerare opțiunea de a păstra un personal academic mai mic pentru a plăti salarii mai mari profesorilor

Cu toate acestea, credem că în următorii trei ani ar putea fi realizate unele schimbări vizibile și ar putea fi dezvoltată o bază solidă pentru un învățământ de înaltă calitate în Moldova.

Mai multe decizii politice strategice importante ar trebui să fie esențiale pentru modernizarea studiilor TIC în Moldova. Universitățile și factorii de decizie politică ar trebui să decidă dacă universitățile continuă să accepte orice student eligibil în mod oficial pentru studii în domeniul TIC sau dacă trebuie să facă o selecție a candidaților cu o pregătire liceală suficientă.

O altă întrebare deschisă este dacă universitățile ar trebui să exmatriculeze studenții pentru performanțe slabe sau vor continua să-i păstreze indiferent de note și de eforturile de a asigura finanțarea guvernamentală care depinde de numărul de studenți pe care universitățile îi predau.

Cu alte cuvinte, dacă universitățile ar trebui să se concentreze pe calitatea sau pe cantitatea de studenți și absolvenți.

Nu dorim să oferim un răspuns definitiv la această întrebare, păstrând-o deschisă pentru discuții ulterioare.

Totuși, în opinia managerilor companiilor TIC din Moldova, aproximativ 50% dintre absolvenții universitari din domeniul TIC nu au cunoștințe de bază pentru a lucra în industrie. Alți 30% dintre absolvenți au doar abilități și cunoștințe de bază și pot deveni dezvoltatori juniori în urma unor programe de stagiu în cadrul companiilor. Doar 20% dintre absolvenți sunt pregătiți pentru a lucra în industrie și, de obicei, aceștia sunt tineri care au depus un efort mare pentru a studia în plus față de cursurile universitare. Prin urmare, problema concentrării pe numărul de absolvenți și nu pe calitatea acestora rămâne deschisă.

Factorilor de decizie din Moldova li se recomandă să analizeze fezabilitatea lansării unor programe profesionale de 1 sau 2 ani. Aceste programe ar putea fi oferite de universități. Absolvenții ar trebui să primească certificate profesionale.

De exemplu, universitățile pot preda programe de un an în domeniul testării de software, al designului web sau al Java, ca soluție educațională de masă și mai puțin costisitoare.

Aceste programe ar trebui să concureze în mod direct cu stagiile de practică în întreprinderi disponibile pentru absolvenții de liceu, precum și pentru deținătorii de diplome universitare care doresc să obțină o a doua profesie. Recomandăm ca aceste programe profesionale să fie dezvoltate în parteneriat cu companii din domeniul TIC și să implice ingineri din aceste companii în predarea cursurilor.

Considerăm că programele profesionale pot introduce o mai mare flexibilitate în ceea ce privește marcajul educației în domeniul TIC în Moldova.

Lansarea unor clase noi pentru programele de studii TIC existente și dezvoltarea unor programe de studii noi, inclusiv, de exemplu, un program de licență în domeniul științei datelor, sunt considerate obiective cu prioritate scăzută. Examinarea necesității unor noi programe și clase de studii nu face obiectul prezentului raport **care abordează problema modului de predare și sare peste problema a ceea ce trebuie predat.**

Cu toate acestea, abordăm problema noilor clase și programe de studiu în raportul care analizează dezvoltarea capacităților universitare de cercetare și dezvoltare.

Se recomandă universităților să lucreze mai întâi la îmbunătățirea programelor și claselor existente și să abordeze problema noilor cursuri în paralel cu dezvoltarea laboratoarelor de cercetare și dezvoltare.

Considerăm că programele de studii TIC existente în Moldova, precum și curricula acestora sunt suficient de bune pentru a dezvolta ingineri de software calificați, dacă se va ridica calitatea predării.

Anexa 1. USM: Facultatea de Fizică și Inginerie (FPE)

USM: **Facultatea de Fizica si Inginerie (FPE)**
<http://phys.usm.md>

Descriere generală și capital uman

Facultatea de Fizică și Inginerie (FPE) este singura universitate din Moldova care dezvoltă cunoștințe și expertiză în domeniul fizicii teoretice și aplicate. FPE oferă programe de studii în domeniul fizicii pentru studenții de nivel licență și masterat. În plus, facultatea oferă studii în domeniul IT, care combină cursurile de inginerie software cu cele de fizică și matematică. Cel de-al treilea domeniu de specializare al FPE este reprezentat de studiile în domeniul ingineriei și managementului calității și protecția mediului.

La cursurile de tehnologii informaționale, FPE predă Java, PHP și JavaScript, tehnologii destul de tradiționale oferite de universitățile din Moldova. De asemenea, facultatea a adăugat în planurile sale de învățământ și orele de limbaje de programare de nivel scăzut, inclusiv Assembler și C/C++. Oferă studenților IT cursul de programare a microcontrolerelor, studii destul de intense în domeniul rețelelor de calculatoare, precum și cursuri de arhitectură a dronelor și a sistemelor biomedicale.

Tabel **A1.1** Personal academic

	Departamentul de Fizică Teoretică	Departamentul de Fizică Aplicată și Informatică
Personal total, inclusiv:	19	20
<i>doctori habilitați</i>	4	4
<i>doctori în științe</i>	7	9

Cinci din cei 20 de profesori și învățători ai Departamentului de Fizică Aplicată și Informatică au experiență practică în domeniul IT, lucrând în companii IT sau combinând predarea și lucrul la proiecte din lumea reală.

Număr de studenți

În toamna anului 2021, la FPE erau aproximativ 280 de studenți cu normă întreagă care studiau fizica, ingineria și managementul calității, protecția mediului și tehnologiile informației. În fiecare an, facultatea recrutează aproximativ 20-50 de studenți pentru programele sale de licență cu normă întreagă în domeniul tehnologiilor informației și alți 30-60 de studenți pentru studiile de masterat în domeniul IT. Cererea pentru programele de fizică și de inginerie și management al calității este relativ scăzută.

În plus, în fiecare an, între 20 și 30 de persoane se înscriu la programul de licență la distanță în domeniul tehnologiilor informației, iar alte 5-15 persoane urmează studii de licență la distanță în domeniul ingineriei și managementului calității.

Tabel **A1.2** Studenți (normă întreagă)

	Programe de studii în domeniul tehnologiilor informației		Programe de studii în fizică		Programe de studii în domeniul ingineriei calității și protecției mediului	
	Bacalaureat	Masterat	Bacalaureat	Masterat	Bacalaureat	Masterat
2021						
Înscriși	38	47	4	4	11	15
Absolvenți	44	24	4	2	7	4
2020						
Înscriși	13	59	1	8	7	9
Absolvenți	52	32	3	2	0	5
2019						
Înscriși	41	34	2	4	7	8
Absolvenți	53	26	4	5	1	6
2018						
Înscriși	33	28	4	4	3	11
Absolvenți	45	14	4	2	8	6

Rata de abandon la programele de studii la nivel de licență în domeniul tehnologiilor informaționale este de aproximativ 20%, ceea ce înseamnă că aproape 80% dintre cei înscriși la programele de studii în domeniul IT în 2017 au devenit absolvenți în 2021. Deși această cifră nu este cu adevărat exactă și este relativ formală. Unii studenți pot veni la FPE de la alte universități pentru al doilea sau al treilea an de studii. Unii studenți își pot lua concediu anual și își vor relua studiile mai târziu.

Programe de studii în 2021

În 2021, FPE a oferit un program de studiu de patru ani în domeniul tehnologiilor informaționale pentru studenții de la nivel licență. La nivelul studiilor de masterat în domeniul IT, există două programe, inclusiv unul destinat profesorilor din învățământul liceal, care combină cursurile de tehnologii informaționale cu cele de pedagogie și didactică.

FPE a fost nevoită să anuleze programul de nivel licență în domeniul calculatoarelor și rețelelor în 2020 din cauza cererii scăzute. Încercarea de a lansa programul în automatică și informatică în 2018 nu a avut succes. Au fost doar cinci studenți înscriși în primul an, prin urmare, acest program a fost anulat.

Tabel **A1.3** Programe de studii în 2021

Bacalaureat		Masterat	
0613.1: Tehnologia informatiei	4 ani 240 credite	0114: Tehnologii informationale in educatie	2 ani 120 credite
		0613: Tehnologii informationale in modelare	2 ani 120 credite
0533.1: Fizică (program comun cu Universitatea "Alexandru Ion Cuza" din Iași)	3 ani 180 credite	0533: Fizica teoretica	2 ani 120 credite
0710.2: Ingineria și managementul calității	4 ani 240 credite	0710: Procedee si metode de masurare in ingineria mediului	2 ani 120 credite

Portofoliul de programe IT al FPE va rămâne stabil în următorii ani. Facultatea nu intenționează să dezvolte și să lanseze noi programe de studii la nivel de licență și masterat în domeniul IT sau să anuleze predarea celor trei existente.

Laboratoare științifice, de cercetare și de studiu

Patru laboratoare de cercetare și dezvoltare și de studiu fac parte din FPE. Acestea sunt Laboratorul de drone (eDrone), Laboratorul de fizică a semiconductorilor, Laboratorul de nanomateriale și Laboratorul de materiale organice și anorganice în optoelectronică.

Ultimele trei laboratoare rămân axate pe proiecte de cercetare științifică în domeniul microelectronicii, care au aplicații limitate în Republica Moldova, care nu are o industrie microelectronică internă. Aceste laboratoare sunt bine echipate pentru a face cercetare științifică în domeniul lor de specializare. Invențiile lor ar putea găsi piață de desfacere în străinătate, însă în ultimii trei ani nu au existat cazuri de comercializare sau cazuri de utilizare practică a tehnologiilor dezvoltate de aceste trei laboratoare în Moldova sau în alte țări.

Laboratorul eDrone oferă servicii mai aplicabile pentru realitatea moldovenească. Mai mult decât atât, dezvoltarea expertizei în domeniul UAV-urilor (unmanned aerial vehicles) a facilitat lansarea DanAero, o companie start-up din Moldova, înființată în 2020 de către masterandul FPE. DanAero dezvoltă și produce drone, deși nu există încă o producție de serie.

Tabel **A1.4** Laboratoare științifice / de cercetare și dezvoltare / de studiu

	Profil	Local uri	Hardware	Software	Perso nal	Proiecte	Cursuri	Parteneri de afaceri	Finanțare
eDrone	Lumea reală Studiu	Ok	Ok (este nevoie de HW suplimentar)	Ok	7	Sunt (real)	Sunt (unul)	Nu sunt	USM / autofinanțare

Fizica semiconduc torilor	C&D	Ok	Ok (este necesară o actualizare)	Necesar	28	Sunt (științific)	Sunt	Nu sunt	USM / guvern
---------------------------------	-----	----	---	---------	----	----------------------	------	---------	-----------------

eDrone

Laboratorul eDrone a fost creat în 2018, ca parte a proiectului regional Erasmus+ eDrone. Laboratorul a primit echipamentele necesare, software și sprijin pentru dezvoltarea capacităților. În prezent, acesta oferă cursuri de formare privind operarea dronelor și arhitectura dronelor, pe lângă faptul că se ocupă cu asamblarea dronelor, programarea și prelucrarea datelor colectate cu ajutorul dronelor.

În fiecare an, aproximativ 30 de participanți frecventează cursurile comerciale oferite de laboratorul eDrone, inclusiv vizitatori din România. Laboratorul este acreditat oficial de către Ministerul Educației și Cercetării pentru a oferi servicii de instruire în Republica Moldova.

În plus, cursul de arhitectură și avionică a dronelor este oferit pentru studenții FPE. Domeniul de aplicare a lucrărilor practice ale studenților include asamblarea dronelor, programarea, lansarea și operarea acestora pentru a colecta și prelucra diferite informații. Prelegerile și temele practice permit studenților să acumuleze suficiente cunoștințe și experiență pentru a realiza proiecte reale în acest domeniu. De exemplu, studenții învață să proceseze informațiile pentru monitorizarea mediului colectate cu ajutorul dronelor.

O parte a finanțării eDrone provine din veniturile pe care laboratorul le generează prin furnizarea serviciilor de formare și de consultanță către vamă, poliția de frontieră și alte instituții, prin urmare, laboratorul eDrone este parțial autosustenabil.

Laboratorul folosește 15 seturi Arduino pentru a asambla dronele și cumpără, de asemenea, detaliile și componentele lipsă, precum și senzorii necesari pentru a face măsurători și a colecta date.

În același timp, domeniul de activitate al acestui laborator este relativ limitat. Pe piața din Moldova există o cerere mult mai mare pentru aplicații bazate pe drone, inclusiv în agricultură, transporturi și alte industrii. Capacitățile actuale ale laboratorului eDrone nu sunt suficiente pentru a satisface această cerere și pentru a crea o nouă cerere dezvoltând și oferind soluții comerciale pentru utilizatorii din mediul de afaceri și guvernamental din Moldova.

Fizica semiconductorilor

Laboratorul se ocupă de cercetarea semiconductorilor, având o anumită finanțare guvernamentală pentru proiectele sale în perioada 2020-2023. În perioada 2017-2020, laboratorul a beneficiat de finanțare din partea programului Orizont-2020. Aproximativ 10 invenții provenite de la laborator au fost înregistrate de AGEPI (Agenția pentru Drepturi de Proprietate Intelectuală din Moldova) în perioada 2015-2018. În același timp, nu au existat cazuri de comercializare a invențiilor elaborate de cercetătorii FPE.

Există relații de colaborare stabilite cu mai multe universități partenere din România, Germania și alte țări. Echipamentul este suficient pentru proiectele de cercetare actuale, deși unele modernizări ar fi

un plus. De asemenea, acest laborator are nevoie de un software CAD special pentru cercetările sale în domeniul semiconducătorilor și de echipamente de imprimare 3D.

Laboratoarele de nanomateriale și de materiale organice și anorganice în optoelectronică sunt, de asemenea, finanțate de către guvern având granturi de cercetare pentru 2020-2023.

Cursuri de bază

FPE oferă multe cursuri fundamentale de IT pentru pregătirea inginerilor de software și mai multe clase de specializare la programele de licență și masterat. Practic, acestea sunt cursuri generale standard de algoritmi, structuri de date, baze de date, limbaje de programare, inclusiv C/C++ de nivel scăzut, dezvoltare web, rețele de calculatoare și inginerie software.

Printre cursurile de specializare se numără bazele inteligenței artificiale, știința datelor, aviația și arhitectura dronelor, sistemele biomedicale, fundamentele cloud computing, fundamentele securității IT și altele. De fapt, aceste cursuri sunt concepute pentru a le oferi studenților o imagine de ansamblu generală și câteva cunoștințe de bază în domeniu doar și nu se așteaptă să dezvolte profesioniști capabili să rezolve probleme complexe în domeniul științei datelor, inteligenței artificiale etc.

Fiecare curs presupune ca studenții să facă unele lucrări practice de laborator. Facultatea dispune de aproximativ 70 de stații de lucru disponibile pentru lucrările practice ale studenților și are nevoie de extinderea acestui număr la 90. Serverul de calculatoare este necesar pentru a administra cursurile de informatică și pentru a crea săli de clasă virtuale pentru tehnologii specifice, de exemplu, C++ sau Java. Două clase de calculatoare au fost furnizate de Allied Testing și Cedacri International și sunt utilizate și de studenții facultății de matematică și informatică.

Simulatoarele de software pentru clasele de rețele de calculatoare și IDE-urile (Integrated Development Environment) pot fi descărcate gratuit sau există licențe gratuite ale furnizorilor disponibile pentru universități (așa-numitele licențe NFS sau licențe care nu sunt destinate vânzării). Mulți studenți, în special în ultimul an de studii, vin la universitate cu laptopurile lor. Prin urmare, nu există restricții pentru ca studenții să aibă acces la IDE-uri pentru a practica dezvoltarea de software.

În ceea ce privește temele practice, există câteva domenii în care ar putea fi aduse îmbunătățiri:

- ✓ în prezent, studenții nu creează portofolii personale în GitHub pentru a arăta angajaților care doresc să se angajeze nivelul de complexitate al sarcinilor la care au lucrat în timpul studiilor universitare (acest lucru este voluntar și doar cei mai buni studenți pot face acest lucru);
- ✓ cazurile pentru proiectele de laborator ale studenților, cu excepția câtorva cursuri, nu sunt create pe baza unor misiuni tipice din lumea reală furnizate de companiile IT sau dezvoltate împreună cu acestea, deoarece există legături limitate între profesorii FPE și mediul de afaceri;
- ✓ proiectele de laborator ale studenților sunt relativ elementare și restrânse, studenții nu lucrează în echipe nefiind capabili să integreze și să aplice cunoștințele de la diferite cursuri, inclusiv dezvoltare software, programare, testare, securitate etc.

Studentii nu lucrează cu specificații tipice ale cerințelor software sau cu descrieri ale arhitecturii software similare celor utilizate de companiile IT pentru a dezvolta aplicații și sisteme în cadrul laboratoarelor lor din universitate. De regulă, ei primesc doar descrieri narative generale ale sarcinilor, care nu sunt relevante pentru proiectele de dezvoltare din lumea reală.

Tabel A1.5 Cursuri de bază (domenii) la nivelul studiilor de licență și masterat

Domeniul principal de studii	Număr de cursuri	Nivel	Tehnologii	Facilități de laborator	Cazuri din lumea reală	Coordonarea cu mediul de afaceri	Absolvent profil de competență
Programare și algoritmi	L1: 5 L2: 3	De bază pentru Intermediar	C++	IDE	Nu sunt	Limited / occasional	Nu sunt
Limbaje de programare de nivel scăzut	L1: 4 L2: -	De bază pentru Intermediar	C / C++ Assembler (x32)	IDE	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Rețele de calculatoare	L1: 5 L2: -	De bază	MikroTik	Sunt (HW)	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Dezvoltare Web	L1: 3 L2: 2	De bază	HTML, CSS PHP, JavaScript (react), APEX	IDE	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Java	L1: 1 L2: -	De bază	Java 15	OpenJDK	Nu sunt	Sunt (Endava)	Nu sunt
Baze de date	L1: 3 L2: 2	De bază	MySQL	IDE	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Inginerie software	L1: 6 L2: 1	De bază pentru Intermediar	-	-	-	Limitat / ocazional	Nu sunt
Arhitectura dronelor	L1: 1 L2: -	Intermediar până la avansat	Arduino, numărul de componente HW	Software specializat pentru prelucrarea datelor	Sunt	Sunt	Nu sunt

L1: cursuri incluse în curricula programelor de studii de licență

L2: cursuri incluse în curricula programelor de masterat

IDE: mediu de dezvoltare integrat

FPE nu are un deficit de competențe pentru a oferi cursurile existente. Profesorii au cunoștințe suficiente. Personalul didactic continuă să se dezvolte profesional utilizând cursuri gratuite Coursera și resurse didactice similare disponibile gratuit pe internet. USM nu oferă niciun sprijin financiar și nu dispune de buget pentru dezvoltare. Profesorii au, de asemenea, o experiență regulată limitată în ceea ce privește vizitele la conferințe internaționale și schimburile academice.

Acest model de dezvoltare profesională a profesorilor este suficient pentru predarea cursurilor de bază, însă blochează dezvoltarea abilităților și competențelor de ultimă oră. Studenților le lipsește înțelegerea tendințelor tehnologice recente (cadrele recente ale celor mai populare tehnologii de dezvoltare etc.). Excepție face cursul de aviație cu drone, care este destul de avansat și practic.

Acest model de predare limitează, de asemenea, studenții să dezvolte suficiente abilități și capacități practice pentru a lucra la proiectele pe care le-ar putea dezvolta în cadrul companiilor. Studenții au

nevoie de stagii de practică suplimentare pentru a putea candida pentru rolul de dezvoltatori juniori. Experiența universitară nu este suficientă în acest sens.

Tabel A1.6 Concentrarea programelor de studii la nivel de licență și masterat

<p style="text-align: center;">Echilibrul de tehnologii de programare și cursuri de management al dezvoltării</p>	<p style="text-align: center;">Echilibrul dintre experiența academică și cea practică</p>
<p>Programele de studiu oferite de FPE au un echilibru relativ bun între cursurile de tehnologie, algoritmi și limbaje de programare, combinate cu studii intensive ale conceptelor și modelelor de dezvoltare software. În planurile de învățământ ale programelor de studiu ale FPE există mai multe cursuri de inginerie și dezvoltare de software, printre care se numără testarea manuală și automată, proiectarea interfețelor cu utilizatorul, dezvoltarea de aplicații software.</p> <p>Ceea ce poate lipsi este cursul de management de proiect complet îmbrăcat și analiza afacerilor, clasa de arhitectură software, deși multe dintre subiectele cheie ale ingineriei software sunt discutate în clasele de dezvoltare web și altele. Programul la nivel de master include cursul de modelare a sistemului.</p> <p>Un alt domeniu important este cel al competențelor transversale, inclusiv comunicarea, rezolvarea problemelor, luarea deciziilor și munca în echipă.</p>	<p>Studiile privind tehnologiile informației rămân în mare măsură academice. Studenții asistă la cursuri și fac câteva lucrări practice destul de simple, având puține oportunități de a lucra la proiecte la scară mai mare din lumea reală sau la unele cazuri de laborator apropiate de lumea reală, cel puțin în cadrul programelor de licență. Studenții de la masterat își combină de obicei studiile cu munca în cadrul companiilor de dezvoltare de software, prin urmare practica nu este o problemă stringentă pentru ei. Excepție face cursul despre drone, care se concentrează pe rezolvarea unor probleme destul de practice.</p> <p>Studenții nu creează portofolii cu proiectele la care au lucrat pentru a le arăta angajaților care prospectează, pe lângă diplomele oficiale.</p>
<p style="text-align: center;">Echilibrul dintre clasele generale și specializate</p>	<p style="text-align: center;">Echilibrul între clasele de bază și avansate</p>
<p>Există doar câteva clase axate pe aplicarea cunoștințelor IT în domenii specifice. Exemplele sunt avionica pentru</p>	<p>Majoritatea cursurilor au un nivel de complexitate de bază sau intermediar, oferind studenților o înțelegere generală a</p>

drone, sistemele biomedicale sau tehnologiile bancare, însă acest lucru nu este suficient.

În general, studenții învață instrumente și concepte generale de inginerie software și de programare, având o înțelegere limitată a modului în care să le aplice pentru a rezolva probleme specifice din anumite industrii. Nu există specializări oferite studenților prin cursuri opționale, practici de laborator etc. Excepție face laboratorul de drone, care permite studenților să dezvolte o specializare în domeniul ingineriei și operațiunilor cu drone.

tehnologiilor și a principiilor de dezvoltare și mai puține cunoștințe despre abordările avansate dezvoltate pentru rezolvarea unor sarcini specifice. Acest lucru este valabil în special pentru programele de nivel licență. Chiar și cursul de avionică pentru drone are doar 120 de ore, dintre care 30 de ore de cursuri și 30 de ore de laborator, ceea ce nu este suficient pentru a pregăti ingineri calificați în domeniul UAV, cu excepția cazului în care aceștia petrec mai mult timp în laborator, efectuând activități extra-curriculare.

Excepție face, într-o oarecare măsură, cursul de testare a software-ului, care este oferit în parteneriat cu Allied Testing. Acest curs are ca scop pregătirea studenților pentru stagii plătite ulterioare în cadrul companiei.

Nu există oportunități sau acestea sunt limitate pentru ca elevii să dobândească cunoștințe de ultimă generație în anumite domenii, de exemplu, în domeniul cloud computing, astfel încât absolvenții să poată conduce întreprinderea, mai degrabă decât să vină la întreprindere pentru studii suplimentare.

Cooperarea cu companiile IT

FPE cooperează cu Allied Testing. În incinta facultății există un laborator Allied Testing. În trecut, FPE a colaborat cu Cedacri International și Endava, însă această colaborare este suspendată în prezent. Pentalog a fost cealaltă companie care a făcut încercări de a construi o cooperare cu FPE.

Pe lângă renovarea spațiilor și crearea unei săli de clasă de laborator, Allied Testing a furnizat cursurile de testare manuală și automată a software-ului și de asigurare a calității dezvoltate și predate de inginerii companiei. Aceste cursuri sunt incluse în planul de învățământ al programelor.

Endava preda cursuri de Java studenților, care erau de fapt cursuri opționale. Compania a încetat să mai ofere acest curs din cauza limitărilor COVID. Cedacri a suspendat, de asemenea, cooperarea cu USM din cauza restructurării interne a companiei.

IT companies were trying to teach some classes for further selection and recruitment of the best students however were not moving on to develop deeper forms of cooperation including outsourcing of some routine or R&D projects to the mixed teams of professors and students or involving the professors in the projects developed by their teams.

Capacități de C&D

FPE a acumulat cunoștințe și expertiză pentru a realiza proiecte de cercetare și dezvoltare și proiecte reale în domeniul fizicii semiconductorilor, al noilor materiale și al vehiculelor aeriene fără pilot, pe lângă predarea de cursuri de inginerie software și fizică.

Unul dintre punctele forte ale facultății este reprezentat de cunoștințele și expertiza în domeniul fizicii și al informaticii, ceea ce permite crearea unor echipe mixte de dezvoltatori și oameni de știință capabili să lucreze la hardware inteligent, inclusiv roboți și dispozitive și aparate programate. În același timp, nu există proiecte în desfășurare în domeniul roboticii sau al proiectării și construcției de hardware și nu există cursuri complet îmbrăcate pentru studenți în acest domeniu.

Trei profesori ai facultății au, de asemenea, interese științifice în domeniul inteligenței artificiale (AI) și, dacă vor fi mobilizați și motivați, această echipă ar putea face o încercare de a dezvolta un centru de competențe în domeniul AI. Cu toate că, deocamdată, nu există o înțelegere a proiectelor specifice pe care acest centru le-ar putea dezvolta.

Tab A1.7 Core strengths including undiscovered (R&D, teaching)

	Învățământ	Schimb de cunoștințe	Proiecte reale	Proiecte științifice	Invenții	Brevete / PI	Comercializări	Numărul de personal
Fizica semiconductorilor și a materialelor noi	✓	✓	Nu sunt	✓	✓	✓	Nu sunt	28
Vehicule aeriene fără pilot la bord	✓	✓	✓	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Sunt	7
Robotică și mecatronică	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	5

În pofida unor certificate de drepturi de autor și brevete înregistrate de profesorii FPE și listate pe site-ul USM, nu există cazuri concrete de comercializare a invențiilor din domeniul semiconductorilor și materialelor noi sau cazuri de produse sau tehnologii noi lansate pe piață. De fapt, noile invenții și rezultatele lucrărilor de cercetare efectuate de laboratoarele facultății rămân un atu pentru predarea studenților și activitatea științifică.

Sugestii de proiecte de laborator care să fie dezvoltate împreună cu FPE

FPE propune să sprijine laboratorul eDrone și să examineze ideile de a dezvolta încă două unități la FPE, inclusiv laboratorul de robotică și mecatronică și laboratorul de inteligență artificială. În plus, se poate acorda sprijin laboratorului de fizică a semiconductorilor, care ar putea avea nevoie de software suplimentar pentru proiectarea componentelor microelectronice.

Una dintre ideile de proiect sugerate către FPE pentru o analiză atentă este laboratorul de modelare și prototipare 3D. Acest laborator poate fi dezvoltat dacă există o echipă de profesori interesați să lucreze în acest domeniu, construind noi competențe și expertiză.

Tabel A1.8 Laboratoare științifice / de C&D / de studiu și centre de competență care pot fi dezvoltate

	Profil	Localuri	Hardware	Software	Personal	Proiecte	Cursuri	Finanțare (sugerat)
eDrone	Studiu Real-world	Ok	Necesar (suplimentar)	Ok	7	Nu este nevoie de sprijin	Nu este nevoie de sprijin	ATIC / USM
Robotics and mechatronics	Studiu	Este necesară o renovare	Necesar	Necesar	5	Da, necesar	De dezvoltat	ATIC / USM

Artificial intelligence	C&D Study	Este necesară o renovare	Necesar	Necesar	14	Da, necesar	De dezvoltat	ATIC / USM
Physics of semiconductors	C&D Studiu	Ok	Este necesară o actualizare	Ok	28	Da, necesar	Nu	ATIC / USM
3D modelling and prototyping	Studiu Real-world	Este necesară o renovare	Necesar	Necesar	5	Da, necesar	Da, necesar	ATIC / USM

Laboratorul eDrone

Laboratorul de drone este deja bine stabilit și autosuficient. Acesta are capacitatea de a continua să predea cursurile existente pentru studenții universității, pentru vizitatorii din afara USM și de a oferi facilitățile necesare pentru lucrări practice de bază.

În același timp, în cazul în care laboratorul intenționează să se dezvolte în continuare pentru a crește numărul de cursuri pe care le predă și să se extindă în continuare către unele domenii de aplicare noi, inclusiv agricultura, comerțul cu amănuntul, construcțiile sau transporturile, va avea nevoie de investiții suplimentare în hardware. În special, va fi necesară achiziționarea de software de modelare 3D pentru a procesa informațiile colectate de drone. Acest lucru va permite realizarea de modele 3D ale teritoriilor. Vor fi necesare drone mai specializate pentru dezvoltarea de aplicații în agricultură, transporturi etc.

În cele din urmă, este necesară promovarea laboratorului eDrone în Moldova, deoarece acesta rămâne cunoscut doar de către profesioniști. Ar fi un avantaj dacă laboratorul și-ar deschide ușa pentru studenții din alte universități pentru a crește bazinul de profesioniști în domeniul UAV din țară. Elemente lipsă care ar putea fi sprijinite de ATIC / Tekwill:

- ✓ acces la conținuturi avansate de învățare pentru profesori și studenți pentru a-și îmbunătăți cunoștințele în domeniul aviației cu drone, al UAV și al prelucrării informațiilor colectate cu ajutorul dronelor (Udemy, Coursera);
- ✓ granturi de până la 12 luni/finanțare a echipelor pentru a lucra la proiecte specifice de dezvoltare a aplicațiilor care implică studenți în aceste inițiative;
- ✓ evenimente de facilitare a evenimentelor cu utilizatorii finali și beneficiarii aplicațiilor pentru drone, respectiv exploatații agricole, companii de transport, autorități publice, precum și hackathon-uri și evenimente similare pentru a mobiliza echipele de studenți și a eficientiza eforturile acestora pe rezolvarea unor probleme specifice.

Obiectivul acestor eforturi este lansarea unor proiecte de cercetare-dezvoltare axate pe dezvoltarea de aplicații UAV și pe inițiative de înființare, în plus față de DanAero. Se așteaptă ca aceste proiecte să conducă la actualizarea programelor de studiu prin adăugarea de exemple și cazuri reale. Aceste inițiative ar putea facilita, de asemenea, dezvoltarea de noi cursuri de aviație cu drone, deoarece în prezent există un singur curs în acest domeniu livrat pentru studenții de la nivel de licență.

Alte proiecte

Proiectul pentru robotică și mecatronică, inteligență artificială și laboratoare de modelare și prototipare 3D sunt doar idei de moment care pot fi dezvoltate de la zero pe baza entuziasmului, cunoștințelor și expertizei profesorilor și personalului FPE. Aceste idei vor necesita o examinare și o planificare atentă. USM ar putea pune la dispoziție spații pentru aceste inițiative, iar ATIC ar trebui să contribuie cu hardware, software, dezvoltarea capacităților și inițiative de promovare.

În cele din urmă, susținerea laboratorului de semiconductori și a încă două laboratoare care se ocupă de microelectronică rămâne o întrebare deschisă. Pe de o parte, există un capital uman, cunoștințe și expertiză semnificative acumulate de USM în acest domeniu. Pe de altă parte, impactul investițiilor în dezvoltarea capacităților acestor laboratoare asupra îmbunătățirii calității și creșterii numărului de studenți și absolvenți capabili să lucreze în industria IT nu este evident.

Anexa 2. USM: Facultatea de Matematică și Informatică (FMCS)

USM: **Facultatea de Matematică și Informatică (FMCS)**
<http://fmi.usm.md>

Descriere generală și capital uman

Facultatea de Matematică și Informatică (FMCS) este cea mai bună universitate de matematică din Moldova. Pe lângă predarea programelor de studii la nivel de licență și masterat, echipa facultății desfășoară proiecte de cercetare științifică în domeniul matematicii. Expertiza puternică în domeniul matematicii creează o poziție incontestabilă și unică a FMCS în sectorul învățământului universitar din țară. În 2019 și 2021, Academia de Științe a Moldovei a acordat premiul pentru realizări în domeniul matematicii și informaticii mai multor profesori FMCS.

Informatica este celălalt domeniu de cunoștințe și expertiză pe care FMCS îl dezvoltă din 1972, când a fost înființată catedra de limbaje algoritmice și dezvoltare de software. În prezent, Departamentul de Informatică își concentrează eforturile în primul rând pe predare.

Tabel **A2.1** Personal academic

	Departamentul de Matematică	Departamentul de Informatică
Personal total, inclusiv:	29	29
<i>doctori habilitați</i>	5	-
<i>doctori în științe</i>	20	14

Număr de studenți

În toamna anului 2021, la FMCS erau aproximativ 560 de studenți care studiau matematică și informatică. În fiecare an, FMCS recrutează aproximativ 100-150 de înscriși pentru programele de licență în informatică și alți 20-40 de studenți pentru studii de masterat. Cererea pentru programele de matematică este relativ modestă, cu 20 și 3 înrolați care au ales programe de studii la nivel de licență și, respectiv, de masterat în 2021.

Tabel **A2.2** Studenți (full time)

	Programe de studii în domeniul matematicii		Programe de studii în domeniul informaticii	
	Bacalaureat	Masterat	Bacalaureat	Masterat
2021				
Înscriși	20	3	141	37
Absolvenți	6	2	115	16

2020				
Înscriși	6	3	141	25
Absolvenți	5	2	112	28
2019				
Înscriși	9	2	98	22
Absolvenți	6	3	118	31
2018				
Înscriși	12	7	150	38
Absolvenți	17	7	102	37

În 2019, FMCS a lansat un program de studii la distanță la nivel de licență de patru ani în domeniul informaticii aplicate, având aproximativ 35-60 de înscriși pe an în 2019-2021.

Rata de abandon la programele de studii la nivel de licență în informatică este de aprox. 25%, ceea ce înseamnă că 75% dintre înrolații din 2018 au devenit absolvenți în 2021. Deși această cifră nu este exactă și este relativ formală. Studenții vin la FMCS de la alte universități pentru al doilea an de studii. Unii studenți își suspendă studiile timp de un an și se întorc la universitate.

Programe de studii în 2021

În 2021, FMCS a oferit trei programe de studiu în domeniul informaticii și alte trei programe în domeniul matematicii pentru studenții de licență. La nivelul studiilor de masterat, există un program în informatică și încă unul în matematică.

Cel mai popular program de studii la nivel de licență este informatică aplicată, cu 80 de înscriși în 2021, urmat de informatică, cu 56 de studenți. Cererea pentru informatică în cadrul studiilor de educație este considerabil de scăzută, doar 5 tineri alegând acest program în 2021.

În același timp, diferența dintre programele de studii de informatică aplicată și informatică nu este semnificativă. Cursurile de bază sunt aceleași. Există doar câteva cursuri de specializare care diferențiază un program de celălalt. Informatica în educație are mai puține materii de informatică și mai multe materii de științe didactice și pedagogie.

Studenții la matematică la nivel de licență și masterat au doar cursuri de bază în informatică care fac studii aprofundate de matematică. Nu se așteaptă ca pregătirea lor în domeniul IT să fie suficientă.

Tabel **A2.3** Programe de studii

Bacalaureat		Maeștri	
o114.2 Informatica (științe ale educației)	3 ani 180 credite	o613: Informatica aplicata	2 ani 120 credite
o613.5: Informatica aplicata	3 ani 180 credite		
o613.4: Informatica	3 ani 180 credite		
o114.1: Matematica (științe ale educației)	3 ani 180 credite	o541: Structuri matematice și metode de soluționare a problemelor aplicative	2 ani 120 credite

0541.1: Matematica	3 ani 180 credite		
0541.2: Matematici aplicate	3 ani 180 credite		

Pe lângă programele pe care FMCS le predă în prezent, facultatea intenționează să dezvolte și să lanseze un nou program de studii la nivel de masterat în știința datelor în următorii trei ani. Inițial, în 2022 sau 2023, se preconizează că vor fi dezvoltate mai multe cursuri în domeniul științei datelor pentru studenții de la licență și masterat. Aceste clase vor fi adăugate la planul de învățământ al programului de informatică aplicată. În cazul în care studenții vor demonstra un interes suficient pentru știința datelor, FMCS va trece la un program de studiu complet îmbrăcat în știința datelor la nivelul studiilor de masterat.

Laboratoare de C&D și de predare

Două laboratoare de C&D fac parte din FMCS. Acestea sunt laboratorul de realitate virtuală și augmentată (VAR) și laboratorul de matematică fundamentală și aplicată (FAM). În plus, alte două laboratoare oferă sprijin pentru cursurile predate de facultate, și anume laboratorul Wolfram Mathematics și laboratorul Microsoft .NET. Ultimul și-a suspendat de fapt activitatea. În cele din urmă, FMCS dezvoltă Centrul de Cercetare în Matematică și Informatică (CECMI), o filială de C&D care se ocupă de calcul paralel și de înaltă performanță.

Tabel A2.4 Laboratoare științifice / de cercetare și dezvoltare / de studiu

	Profil	Premisele	Hardware	Software	Personal	Proiecte	Cursuri	Parteneri de afaceri	Finanțare
VAR (virtual and augmented reality)	Studiu de C&D	Ok	Ok	Ok	2	Nu sunt	Sunt (unul)	Nu sunt	USM
FAM (matematică fundamentală și aplicată)	C&D	Ok	-	-	8	Sunt (C&D)	Yes	Nu sunt	USM / guvernul
Wolfram Mathematics	Studiu Suport	Ok	Ok	Ok	1	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	USM
Microsoft .NET	Studiu Suport	Ok	Ok	Este necesară o actualizare	1	Nu sunt	Sunt (unul)	Nu sunt	Nu sunt
CECMI	Studiu de C&D	Ok	Este necesară o modernizare	Necesare	6	Sunt (C&D)	Sunt (trei)	Nu sunt	USM / guvernul

VAR

Laboratorul VAR este localizat fizic în aproximativ 180 mp de spații mari și renovate. Există peste 20 de stații de lucru moderne cu unități avansate de procesare grafică și alte echipamente hardware relevante. VAR utilizează software open-source care permite dezvoltarea de aplicații de realitate virtuală. În același timp, doar doi profesori lucrează în domeniul VAR. Unul dintre ei își combină

activitatea la laborator cu predarea cursurilor de dezvoltare web. În plus, 11 profesori din personalul FMCS au interese științifice în VAR și inteligență artificială și ar putea dezvolta cursuri și aplicații în acest domeniu.

Nu există proiecte de cercetare și dezvoltare desfășurate în laboratorul VAR în acest moment. FMCS se gândește la o idee de a dezvolta simulatoare pentru studenții la medicină și pentru nevoile interne ale USM de a preda geografie și alte câteva cursuri. Cu toate acestea, la momentul actual nu există finanțare și nici o echipă formată în spatele acestor idei.

FMCS oferă mai multe cursuri de inteligență artificială, învățare automată, grafică computerizată 3D și dezvoltare de jocuri. În același timp, laboratorul VAR oferă studenților cursuri de specialitate nu complet îmbrăcate, privind dezvoltarea aplicațiilor bazate pe tehnologii de realitate virtuală. Există doar un mic curs VAR la nivel de masterat, care este relativ elementar.

Clasa complet îmbrăcată care va permite studenților să dezvolte abilități și cunoștințe relevante în VAR, precum și sarcini practice, ar trebui să fie dezvoltată cât mai curând posibil. Aceasta este o condiție prealabilă pentru a forma profesioniști capabili să dezvolte aplicații și soluții avansate.

Microsoft .NET

Laboratorul Microsoft.Net a fost creat inițial în urmă cu câțiva ani pentru a oferi studenților acces la conținut de învățare și instrumente de dezvoltare software oferite de Microsoft. Laboratorul a dezvoltat cursul de tehnologie .NET cooperând cu mai multe companii IT din Moldova, inclusiv Allied Testing și Cedacri International.

Inițial, laboratorul a fost finanțat de către universitatea parteneră Alexandru Ioan Cuza din Iași (România) care a achiziționat licențe de utilizare pentru software-ul Microsoft și a plătit accesul la conținutul de învățare și cărți. Aceasta a fost o investiție inițială și se aștepta ca USM să continue să finanțeze această inițiativă. În prezent, finanțarea este suspendată. Software-ul nu este actualizat, licențele sunt expirate. FMCS continuă să predea cursuri de bază .NET studenților masteranzi. Un profesor specializat în tehnologia .NET a părăsit USM și a rămas doar o singură persoană familiarizată cu .NET.

Viitorul acestui laborator rămâne incert. FMCS intenționează să îl restructureze într-un departament specializat care să se ocupe de procurarea licențelor pentru programele Microsoft Office și sistemele de operare pentru USM.

Wolfram Mathematics

Laboratorul Wolfram Mathematics oferă studenților și profesorilor acces la software-ul Wolfram Mathematics, utilizat pentru calcule tehnice și științifice. De asemenea, FMCS utilizează acest software și limbajul Wolfram pentru lucrările de laborator ale studenților la mai multe cursuri de predare a algoritmilor.

FAM

Laboratorul FAM se ocupă de matematică. În prezent, acesta are un mic proiect de granturi finanțat de Guvernul Republicii Moldova în perioada 2020-2023 și legat de unele probleme matematice

teoretice în analiza numerică. Laboratorul se axează pe matematică teoretică și mai puțin pe dezvoltarea unor proiecte de rezolvare a unor probleme aplicabile în afaceri, economie sau alte domenii.

CECMI

CECMI dezvoltă competențe și desfășoară proiecte de cercetare științifică în domeniul calculului paralel, al calculului de înaltă performanță și al calculelor în cloud, inclusiv proiecte de modelare economică. Centrul are un supercalculator construit în 2007 pe baza platformei HP. Șase persoane lucrează în acest domeniu, cu posibilitatea de a extinde echipa la 10 persoane. O parte dintre cercetători provin de la alte universități din Moldova. CECMI oferă cursuri în domeniul cloud computing și clustere/calculatoare de înaltă performanță pentru studenții de la licență și masterat. Centrul primește finanțare de la guvern.

Core courses

FMCS oferă mai multe cursuri fundamentale de IT pentru a dezvolta ingineri de software și mai multe cursuri de specializare pentru studenții săi de la nivel de licență și masterat. Acestea sunt cursuri generale standard de algoritmi, structuri de date, baze de date, programare web, rețele de calculatoare și inginerie software. Cursurile de specializare includ bazele securității IT, calculul de înaltă performanță și inteligența artificială.

Fiecare curs presupune ca studenții să facă unele lucrări practice de laborator. Facultatea pune la dispoziția studenților clase de calculatoare cu peste 170 de stații de lucru și instrumente de dezvoltare software pentru a lucra în laboratoare. Simulatoarele de software și IDE-urile (Integrated development environment) pot fi adesea descărcate gratuit sau există licențe gratuite ale furnizorilor disponibile pentru universități (așa-numitele licențe NFS sau licențe care nu sunt destinate vânzării). Mulți studenți, în special în ultimul an de studii, vin la universitate cu laptopurile lor. Nu există nicio restricție pentru ca studenții să aibă acces la IDE-uri pentru a exersa dezvoltarea de software.

Există câteva domenii în care ar putea fi aduse îmbunătățiri:

- ✓ în momentul de față, studenții nu creează portofolii personale în Github pentru a arăta angajaților potențiali nivelul de complexitate al sarcinilor la care au lucrat în timpul studiilor universitare;
- ✓ cazurile pentru proiectele de laborator ale studenților, cu excepția câtorva cursuri, nu sunt create pe baza unor misiuni tipice din lumea reală furnizate de companiile IT sau dezvoltate împreună cu acestea, deoarece există legături limitate între profesorii FMCS și mediul de afaceri;
- ✓ proiectele de laborator ale studenților sunt relativ elementare și restrânse, studenții nu lucrează în echipe nefiind capabili să integreze și să aplice cunoștințele de la diferite cursuri, inclusiv inginerie software, programare, testare, securitate etc.

Studenții nu lucrează cu specificații tipice ale cerințelor software sau cu descrieri ale arhitecturii software similare celor utilizate de companiile IT pentru a dezvolta codul. De regulă, ei primesc doar descrieri narative generale ale sarcinilor care nu sunt relevante pentru proiectele de dezvoltare din lumea reală.

Tabel **A2.5** Cursuri de bază (domenii) la nivelul studiilor de licență și masterat

Domeniul principal de studii	Număr de cursuri	Nivel	Tehnologii	Facilități de laborator	Cazuri din lumea reală	Coordonarea cu afacerile	Absolvent profil de competență
Programare și algoritmi	L1: 6 L2: 2	De bază pentru Intermediar	C++	IDE	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Rețele de calculatoare	L1: 2 L2: -	De bază pentru Intermediar	CISCO	Cisco Packet Tracer	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Rețele de calculatoare	L1: 6 L2: 1	Intermediar	HTML, CSS, JS (Angular, React)	IDE	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Java	L1: 1 L2: -	De bază	Java 15	OpenJDK	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Baze de date	L1: 2 L2: 4	De bază	MySQL	IDE	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt
Inginerie software	L1: 6 L2: 5	De bază pentru Intermediar	-	-	-	Sunt	Nu sunt
Inteligența artificială	L1: 1 L2: 1	De bază	-	-	-	Nu sunt	Nu sunt
Securitate IT	L1: 3 L2: 3	De bază pentru Intermediar	-	-	-	Nu sunt	Nu sunt
Calculatoare paralele și de înaltă performanță.	L1: 2 L2: 1	De bază	-	-	-	Nu sunt	Nu sunt

L1: cursuri incluse în curricula programelor de studii de licență

L2: cursuri incluse în curricula programelor de masterat

IDE: mediu de dezvoltare integrat

FMCS nu duce lipsă de competențe pentru a oferi cursurile existente. Profesorii au cunoștințe suficiente. În același timp, mulți profesori s-au pensionat deja sau sunt aproape de vârsta de pensionare. Generația tânără nu este numeroasă. Personalul didactic își continuă dezvoltarea profesională folosind cursuri gratuite Coursera și alte resurse didactice similare disponibile gratuit pe internet. Unii profesori investesc bani proprii pentru a plăti cursurile de pe Udemy. USM nu oferă niciun sprijin financiar și nu dispune de un buget pentru dezvoltare. Profesorii au, de asemenea, o experiență limitată în ceea ce privește vizitele regulate la conferințe internaționale și schimburile academice.

Acest model de dezvoltare profesională este suficient pentru predarea cursurilor de bază, însă blochează dezvoltarea abilităților și competențelor de ultimă oră în domeniul IT, inclusiv chiar și a competențelor în dezvoltarea aplicațiilor de realitate virtuală etc. Studenților le lipsește înțelegerea tendințelor tehnologice recente (cadre de dezvoltare recente etc.).

Acest model de predare limitează, de asemenea, capacitatea studenților de a dezvolta suficiente abilități și capacități practice pentru a lucra la proiectele pe care le-ar putea dezvolta în cadrul companiilor. Studenții au nevoie de stagii de practică suplimentare pentru a putea candida pentru rolul de dezvoltatori juniori. Experiența universitară nu este suficientă în acest sens.

Tabel A2.6 Concentrarea programelor de studiu

<p style="text-align: center;">Echilibru de tehnologii de programare și cursuri de management al dezvoltării</p>	<p style="text-align: center;">Echilibrul dintre experiența academică și cea practică</p>
<p>Există un echilibru destul de bun între predarea limbajelor de programare și a algoritmilor și cursurile de inginerie software. Acest lucru permite, pe de o parte, înțelegerea codării și a algoritmilor. Pe de altă parte, studenții învață principiile de inginerie a sistemelor informatice, inclusiv proiectarea arhitecturii software, proiectarea interfețelor și testarea.</p> <p>Ceea ce ar putea lipsi este un curs de management de proiect și un curs de analiză de afaceri complet îmbrăcat, deși unele elemente de management de proiect și specificații ale elementelor sunt discutate în cadrul cursurilor de tehnologie.</p> <p>Ar fi un plus să se ofere studenților cursurile opționale privind managementul echipei, rezolvarea problemelor, luarea deciziilor, comunicarea și alte abilități similare.</p>	<p>Studiile privind tehnologiile informației rămân în mare măsură academice. Studenții asistă la cursuri și fac câteva lucrări practice destul de simple, având puține oportunități de a lucra la proiecte la scară mai mare din lumea reală sau la unele cazuri de laborator apropiate de lumea reală, cel puțin în cadrul programelor de nivel licență. Studenții de la masterat își combină de obicei studiile cu munca în cadrul companiilor de dezvoltare de software, prin urmare practica nu este o problemă acută pentru ei.</p> <p>Studenții nu creează portofolii cu proiectele la care au lucrat în cadrul universității pentru a le arăta viitorilor angajați, pe lângă diplomele oficiale și notele oficiale.</p>
<p style="text-align: center;">Echilibrul dintre clasele generale și specializate</p>	<p style="text-align: center;">Echilibru între clasele de bază și avansate</p>
<p>Aproape că nu există cursuri axate pe aplicarea cunoștințelor IT în anumite industrii. Un exemplu de cursuri specializate este dezvoltarea de jocuri. Nu există cursuri / cursuri opționale care să acopere specificul proiectării sistemelor IT pentru bănci, agenții guvernamentale, sisteme medicale etc. Studenții învață instrumente generale de inginerie software și de programare având o înțelegere limitată a modului în care să le aplice pentru a rezolva problemele specifice ale unor industrii specifice.</p>	<p>Majoritatea cursurilor au un nivel de complexitate de bază sau intermediar, oferind studenților o înțelegere generală a tehnologiilor și a principiilor de dezvoltare și mai puține cunoștințe privind abordările avansate pentru rezolvarea unor sarcini specifice. Acest lucru este valabil în special pentru programele de nivel licență.</p> <p>Nu există oportunități sau acestea sunt limitate pentru ca studenții să dobândească cunoștințe de ultimă oră în anumite domenii, de exemplu, în domeniul cloud computing, astfel încât absolvenții să poată conduce</p>

	afacerea, mai degrabă decât să vină la întreprindere cu o înțelegere generală a tehnologiei în vederea continuării studiilor.
--	---

C&D capacități

FMCS a acumulat cunoștințe și expertiză pentru a realiza proiecte de cercetare și dezvoltare și proiecte reale în domeniul securității IT (în special în domeniul securității rețelelor), al calculatoarelor paralele și de înaltă performanță, precum și în domeniul științei datelor. În prezent, există câteva proiecte științifice în desfășurare în aceste domenii. Personalul academic al FMCS nu este implicat în punerea în aplicare a proiectelor din lumea reală pentru întreprinderile sau sectorul public din Moldova.

Facultatea organizează o conferință internațională, MITRE, pentru schimbul de cunoștințe. Conferința rămâne una științifică, cu participanți academici doar din universități din Moldova, România, Armenia, Ucraina și Rusia. Nu există reprezentanți ai băncilor, companiilor IT sau instituțiilor guvernamentale care să prezinte problemele pe care le provoacă și le rezolvă, ceea ce face ca MITRE să fie diferită de conferințele similare organizate de alte universități.

Tabel **A2.7** Puncte forte de bază, inclusiv cele nedescoperite (cercetare și dezvoltare, predare)

	Învăță mânt	Schimb de cunoștințe	Proiecte reale	Proiecte științifice	Invenții	Brevete / PI	Comercializare	Numărul de personal
Calcul paralel / de înaltă performanță	✓	✓	Nu sunt	✓	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	6
Știința datelor	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	13
Securitate IT	✓	✓	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	9
Rețele	✓	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	4
Realitatea virtuală și augmentată	✓	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	Nu sunt	11

În pofida unor certificate de drepturi de autor și brevete înregistrate de profesorii FMCS și listate pe site-ul USM, nu există o comercializare concretă a acestor invenții sau produse lansate pe piață. Nu au fost prezentate dovezi care să demonstreze implicarea profesorilor FMCS în dezvoltarea unor proiecte reale în Republica Moldova sau în străinătate. Capacitățile și competențele științifice ale personalului FMCS în domeniul informaticii rămân mai degrabă academice. De fapt, majoritatea profesorilor învață și dezvoltă cunoștințele pentru a le preda studenților și nu își utilizează competențele în afara sălii de curs.

Cooperarea cu companiile IT

FMCS colaborează cu Allied Testing, una dintre cele mai mari companii IT din Moldova. În incinta facultății există un laborator Allied Testing. În trecut, FMCS a colaborat cu Cedacri International și Endava, însă această colaborare este suspendată în prezent. Pe lângă renovarea spațiilor și crearea sălii de clasă a laboratorului, Allied Testing a oferit cursurile de testare manuală și automată a

software-ului și de asigurare a calității elaborate și predate de inginerii companiei. Aceste cursuri sunt incluse în planul de învățământ al programelor de studii.

Endava preda studenților cursul Java, care era de fapt un curs opțional. Compania a încetat să mai ofere acest curs din cauza limitărilor COVID și a rezultatelor slabe. Cedacri a suspendat, de asemenea, cooperarea cu USM din cauza restructurării interne a companiei.

De fapt, companiile IT încearcă să predea unele cursuri pentru selecția și recrutarea ulterioară a celor mai buni studenți, însă nu au trecut la dezvoltarea unor forme mai profunde de cooperare, inclusiv externalizarea unor proiecte de rutină sau de cercetare și dezvoltare către echipe mixte de profesori și studenți sau invitarea profesorilor universitari să facă parte din echipă pentru unele proiecte din lumea reală pe care le dezvoltă.

Propuneri de proiecte de laboratoare și centre de competență care urmează să fie dezvoltate

FMCS propune dezvoltarea mai multor proiecte de laborator sau proiecte axate pe crearea centrelor de competență la USM. Unele dintre aceste laboratoare sunt destinate să susțină programe de studii sau să rămână științifice. Proiectul Data Science Laboratory (Laboratorul de știință a datelor) rămâne momentan la nivelul unei idei și necesită o dezvoltare atentă.

Tabel **A2.8** Laboratoare științifice / cercetare și dezvoltare / studii Laboratoare și centre de competență care pot fi dezvoltate

	Profil	Premise	Hardware	Software	Personal	Proiecte	Cursuri	Finanțare (sugerat)
Rețele și laborator de securitate a rețelelor	Studiu	Este necesară o renovare	Necesar (parțial)	Necesar	4	Da, necesar	Este necesară o actualizare	ATIC / USM
Laborator de calcul de înaltă performanță	Studiu de C&D	Este necesară o renovare	Urmează să fie modernizat	Necesar	10	Da, necesar	Ok	ATIC / USM
Laborator de știință a datelor	Studiu de C&D	Este necesară o renovare	Necesar	Necesar	14	Da, necesar	În curs de dezvoltare	ATIC / USM
Laborator VAR	Studiu de C&D	Nu este nevoie	Nu este nevoie	Nu este nevoie	11	Da, necesar	Este necesară o actualizare	ATIC / USM

Laborator VAR

Inițiativa cea mai fezabilă de dezvoltat la FMCS. Acest laborator dispune de hardware și software minim necesar, de spații renovate. Elemente lipsă care pot fi susținute de ATIC / Tekwill:

- ✓ acces la conținut de învățare avansat pentru profesori și studenți pentru a-și îmbunătăți cunoștințele în dezvoltarea de aplicații de realitate virtuală (Udemy, Coursera);
- ✓ granturi de până la 12 luni/finanțare a echipelor pentru a lucra la proiecte specifice de dezvoltare de aplicații care implică studenții în aceste inițiative;

- ✓ evenimente de facilitare a evenimentelor cu utilizatorii finali și beneficiarii aplicațiilor VAR, de exemplu, Universitatea de Medicină, precum și hackathons și alte evenimente similare pentru a mobiliza echipele de studenți și pentru a le eficientiza eforturile în rezolvarea unor probleme specifice.

Obiectivul acestor eforturi este lansarea unor proiecte de cercetare și dezvoltare axate pe dezvoltarea de aplicații VAR și inițiative de înființare. Se așteaptă ca aceste proiecte să conducă la o actualizare a programelor de studiu în domeniul VAR și al inteligenței artificiale, adăugând exemple și cazuri din lumea reală. Aceste inițiative pot facilita dezvoltarea de noi clase în dezvoltarea aplicațiilor VAR. În prezent, există doar un singur curs în acest domeniu pentru studenții de la nivel de masterat.

Un punct slab evident al acestui laborator este reprezentat de capacitățile umane limitate. În prezent, în spatele laboratorului VAR nu există o echipă puternică de profesori și cadre didactice din cadrul FMCS. FMCS are 11 persoane cu competențe relevante, iar acest grup de profesori ar trebui mobilizat pentru a lucra la dezvoltarea laboratorului VAR, în cazul în care finanțarea este disponibilă.

Rețele și laborator de securitate a rețelelor

Ideea acestui laborator a fost discutată activ în USM cu mai mulți ani în urmă. În 2019, FMCS a primit aproximativ 40 de unități de echipamente de rețea de la MicroTik pentru a dezvolta o rețea de calculatoare și a oferi studenților un mediu pentru realizarea lucrărilor de laborator. A fost nevoie de investiții de aproximativ 150.000 de lei pentru renovarea unui sediu mare de 120 mp. USM nu a fost în măsură să asigure această finanțare. Echipamentele nu sunt utilizate fiind lăsate în depozit.

Laboratorul de rețele de calculatoare are nevoie de repararea spațiilor. În plus, acesta trebuie să mai cumpere niște hardware de rețea și software special pentru simularea atacurilor de rețea și măsuri de protecție. De exemplu, firewall-uri, sisteme de prevenire a pierderilor de date, de detectare a intruziunilor și alte instrumente software similare. În acest caz, studenții ar putea avea la dispoziție un mediu de înaltă calitate pentru lucrări practice și de laborator privind configurarea rețelelor de calculatoare, simularea atacurilor și a măsurilor de protecție. Laboratorul va fi utilizat în principal pentru predare.

FMCS are între 4 și 6 profesori care se ocupă de tehnologiile de rețea și de securitatea rețelelor pentru a conduce această inițiativă.

Alte proiecte

Proiectul pentru laboratorul de știință a datelor ar trebui să fie creat de la zero, pe baza competențelor și intereselor de dezvoltare profesională ale profesorilor FMCS. Acestea vor necesita investiții în renovarea spațiilor, închirierea sau achiziționarea de servere de calculatoare și achiziții de software. De exemplu, licențele pentru MatLab. În același timp, există software gratuit pentru dezvoltarea aplicațiilor de știință a datelor, inclusiv R, Python și Java, în timp ce capacitățile de servere ar putea fi închiriate la un cost destul de accesibil sau utilizate în cloud-uri de calculatoare bazate pe modelul IaaS (Infrastructure-as-a-Service).

Decizia privind laboratorul de știință a datelor ar trebui să fie analizată cu atenție și să se bazeze pe examinarea echipei FMCS. Mai importantă decât investițiile în hardware și software este dezvoltarea

unui portofoliu sau a unor sarcini specifice pentru acest laborator, cu o înțelegere clară a impactului proiectelor lor asupra dezvoltării sectorului IT din Moldova. În prezent, nu este clar dacă există baze de date fără nume care să fie utilizate pentru cercetări în domeniul științei datelor și dacă există o cerere evidentă pentru procesarea datelor mari în sectorul guvernamental, bancar, de retail, de sănătate sau în alte sectoare din Moldova.

Laboratorul de calcul paralel și de înaltă performanță necesită investiții în modernizarea supercomputerelor pe care le are acum. Performanța hardware-ului instalat acum mai bine de 12 ani este suficientă pentru necesitățile academice și didactice actuale, pentru a oferi studenților și oamenilor de știință posibilitatea de a-și face proiectele de cercetare științifică sau temele de laborator. Mai importantă este construirea unei viziuni clare asupra utilizării practice a competențelor pe care acest laborator le dezvoltă în prezent. În prezent, nu este clar dacă guvernul moldovean, mediul de afaceri și alte părți interesate sunt capabile să articuleze sarcini specifice care vor necesita calcule de înaltă performanță.

În cele din urmă, există o cerere de finanțare a achiziționării de licențe mai avansate pentru limbajul de programare Wolfram (Wolfram Science). Cu toate acestea, nu este evident dacă Wolfram, care este o tehnologie de nișă, ar putea avea un impact pozitiv pentru a îmbunătăți și dezvolta în continuare calitatea studiilor la FMCS.

Anexa 3. ASEM: Facultatea de Tehnologii Informaționale și Statistică Economică (FITES)

ASEM: Tehnologii Informaționale și Statistică Economică (FITES)
<https://tise.ase.md>

Descriere generală și capital uman

Facultatea de Tehnologii Informaționale și Statistică Economică (FITES) oferă programe de studii la nivel de licență și de masterat care combină ingineria software și cursuri de afaceri și management. În plus, FITES predă cursuri de aplicații de afaceri, inclusiv cursuri de comerț electronic, e-guvernare, ERP, GIS și sisteme similare.

Această combinație de cursuri creează o poziție unică pentru FITES pe piața serviciilor de învățământ universitar din Moldova. Pe lângă competențele generale de codificare și inginerie software, absolvenții acestei universități au cunoștințe și expertiză în domeniul managementului afacerilor, marketingului și finanțelor. Acest lucru îi poate ajuta să creeze soluții IT specifice pentru nevoile de afaceri sau să opereze sisteme informatice de afaceri.

Tabel **A2.1** Personal academic

	Department of Econometrics and Economic Statistics (Econometrie și Statistică Economică)	Department of Information Technologies and Management of Information (Tehnologia Informației și Managementul Informației)	Department of Business Applications (Informatică Aplicată în Business)
Personal total, inclusiv:	10	24	11
<i>doctori habilitați</i>	1	3	2
<i>doctori în științe</i>	6	15	4

Departamentul de aplicații de afaceri a fost creat abia în 2020 și este în curs de formare în prezent. Mai mulți profesori de la Departamentul de tehnologii informaționale și management al informației dețin, de asemenea, posturi cu jumătate de normă în cadrul Departamentului de aplicații de afaceri.

Programe de studii în 2021

În 2021, FITES a pus la dispoziția studenților săi de la nivel de licență patru programe de studiu în domeniul tehnologiilor informaționale și încă un program de studii în econometrie și statistică economică.

Diferența dintre programele de studii în domeniul IT nu este semnificativă. Cursurile de bază sunt aceleași. Există doar câteva cursuri de specializare care diferențiază un program de celălalt. Studenții

care studiază econometrie și statistică au doar cursuri de bază de IT și nu se așteaptă ca pregătirea lor în domeniul IT să fie suficientă pentru a face muncă de codificare și dezvoltare de software.

La nivelul studiilor de masterat, există patru programe în domeniul tehnologiilor informaționale și al managementului afacerilor digitale. Aceste programe au o specializare îngustă, fiind deja axate pe predarea securității IT, a managementului IT și a afacerilor digitale. Totodată, în 2021, ASEM a reușit să recruteze studenți doar pentru programul de studii în managementul IT.

În plus, în 2021, ASEM a lansat programul la nivel de master în finanțe și tehnologii informaționale (FinTech), care este un proiect comun al FITES și al facultății de finanțe. În același timp, curriculumul programului FinTech include mai multe cursuri de afaceri și finanțe, aproape că lipsesc componentele tehnologice.

Tabel **A2.2** Programe de studii

Bacalaureat		Maestri	
0613.5: Informatica aplicata	3 ani 180 credite	0413: Managementul afacerilor digitale (în colaborare cu facultatea Business & Administration)	2 ani 120 credite
0410.4: Cibernetică și informatică economică	3 ani 180 credite	0613: Managementul informațional	2 ani 120 credite
0613.2: Securitate informațională	4 ani 240 credite	0613: Tehnologii informaționale în economie	2 ani 120 credite
0613.1 Tehnologia Informatiei	4 ani 240 credite	0613: Securitatea sistemelor informatice	1.5 ani 90 credite
0410.3: Econometrie și statistică economică	3 ani 180 credite	0412: Finanțe și Tehnologii informaționale (in collaboration with Finance faculty)	2 ani 120 credite

FITES își continuă dezvoltarea activă, experimentând noi programe la nivel de studii de masterat. Pe lângă FinTech, facultatea are în plan să dezvolte și să lanseze în următorii trei ani noi programe în domeniul GIS (sisteme informaționale geografice) în cooperare cu Trimetrica, care este o companie moldovenească cu scop lucrativ care se ocupă de aplicații geografice. O altă inițiativă este un program de studii la nivel de masterat în EAS (sisteme de aplicații pentru întreprinderi) care urmează să fie dezvoltat în cooperare cu Crystal System, un integrator de soluții SAP ERP. În cele din urmă, există, de asemenea, o idee de a oferi un program de masterat în limba engleză în domeniul informaticii de afaceri.

În prezent, este dificil de estimat ce inițiative vor fi lansate pe piață. Există riscul de a nu găsi cerere pentru noile programe. De asemenea, este posibil ca FITES să nu reușească să dezvolte clase de înaltă calitate pentru noile sale programe, având în vedere deficitul evident de competențe și expertiză în aceste domenii.

Număr de studenți

În toamna anului 2021, aproximativ 400 de studenți urmau programe legate de IT oferite de FITES. În fiecare an, FITES recrutează aproximativ 90-120 de înscriși pentru programele de nivel licență în

domeniul tehnologiilor informaționale și alți 20-35 de studenți pentru studiile de nivel master. Cererea pentru programul de studii de econometrie și statistică nu este semnificativă, cu mai puțin de 20 de înscriși pe an. În plus, FITES își oferă programele de studiu în format de învățământ la distanță, recrutând aproximativ 40-60 de înscriși în fiecare an.

ASEM are un număr relativ mic de locuri plătite de guvern, ceea ce are un impact negativ asupra numărului de studenți.

Tabel **A2.3** Studenți (cu normă întreagă)

	Programe de studii în domeniul informaticii		Programe de studii în statistică	
	Bacalaureat	Masterat	Bacalaureat	Masterat
2021				
Înscriși	121	16	16	-
Absolvenți	57	28	n/a	-
2020				
Înscriși	131	36	n/a	-
Absolvenți	94	24	n/a	-
2019				
Înscriși	86	20	n/a	-
Absolvenți	54	33	n/a	-
2018				
Înscriși	89	34	n/a	-
Absolvenți	67	29	n/a	-

Rata de abandon la programele de studii la nivel de licență în domeniul informaticii depășește 30%, ceea ce este destul de semnificativ. FITES nu încearcă să facă o selecție dură. Nu este cu adevărat o provocare pentru studenți să obțină o notă de trecere în această universitate, prin urmare, eșecul academic nu este principalul motiv pentru care studenții părăsesc sălile de curs.

Laboratoare de cercetare și dezvoltare și de predare

La FITES există patru unități care au rolul de centre care acumulează și dezvoltă competențe specifice, expertiză și cunoștințe în domeniul tehnologiilor informației. În primul rând, este vorba despre incubatorul de afaceri IT4BA, care dezvoltă și promovează cursuri GIS (sisteme informatice geografice) și cursuri ERP în colaborare cu mai multe companii IT.

Există, de asemenea, Laboratorul de securitate informatică și Centrul de competențe în informatică. În fine, în toamna anului 2021, FITEC a creat Laboratorul Fintech în parteneriat cu ATIC și Moldova-Agroindbank.

De fapt, aceste unități, cu excepția IT4BA, nu au un statut juridic formal, cu acte de înființare, personal, regulamente, sedii, planuri de activitate, cont sau subcont bancar etc. De regulă, ele rămân un fel de laborator virtual condus de profesori entuziaști.

În plus, există o clasă de rețele de calculatoare pentru lucrările practice și de laborator ale studenților privind configurarea echipamentelor de rețea. Această clasă dispune de unele echipamente (routere,

switch-uri) furnizate de MikroTik, care sunt suficiente pentru scopuri academice. FITES utilizează, de asemenea, CISCO Packet Tracer pentru predarea bazelor rețelelor de calculatoare.

Tab **A2.4** Laboratoare de cercetare și dezvoltare / laboratoare de studiu și centre de competență

	Profilul	Localuri	Hardware	Software	Personal	Proiecte	Cursuri	Parteneri de afaceri	Finanțare
IT4BA / GIS	Studiu	Ok	Este necesară o actualizare	Ok	4	Nu	Da (patru)	Da (patru)	ASEM
Laborator de securitate IT	Studiu	Nu	Nu	Nu	2	Nu	Da (11)	Nu	ASEM
Clasa de rețele de calculatoare	Studiu	Ok	MikroTik	Ok	2	Nu	Da (patru)	Nu	ASEM
Laboratorul FinTech	Studiu	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	MAIB	n/a

IT4BA / GIS

IT4BA este un incubator de afaceri creat ca parte a FITES. Această unitate a stabilit parteneriate cu mai multe companii IT din Moldova. Unul dintre acești parteneri este Trimetrica, un integrator de sisteme care lucrează cu ESRI, care este unul dintre cei mai mari furnizori de aplicații software GIS din lume. Trimetrica a contribuit la lansarea a trei cursuri de GIS incluse în curricula programelor de studii de nivel licență și încă un curs pentru studenții de la masterat. Cursurile sunt susținute de inginerii Trimetrica, care își îmbină activitatea în cadrul companiei cu cea didactică. Trimetrica închiriaza un birou în clădirea ASEM și are un acord oficial de cooperare cu FITES.

FITES dispune de un laborator de calculatoare pentru cursurile GIS și are nevoie de o modernizare suplimentară a stațiilor de lucru pentru a putea procesa informații grafice. Capacitățile serverelor sunt suficiente. Software-ul și conținutul de învățare, inclusiv cazurile practice, sunt furnizate de ESRI pentru uz academic.

Alți parteneri de afaceri pentru IT4BA sunt SudZucker, care sprijină clasa de gestionare a proceselor de afaceri, Datum Solution (IBM Skills Academy) și Crystal Sistem (ERP).

În acest moment, IT4BA se concentrează pe predare și nu are în portofoliu proiecte de cercetare și dezvoltare sau proiecte din lumea reală în desfășurare. Trimetrica desfășoară unele proiecte GIS în Moldova, recrutând studenți FITES pentru a lucra în cadrul companiei și se gândește la dezvoltarea unui proiect de oraș inteligent la scară largă pentru Moldova în cooperare cu IT4BA.

Laborator de securitate IT

Laboratorul de securitate IT rămâne unul virtual. Acesta acumulează în mod istoric competențele în domeniul securității IT utilizate pentru predarea studenților. Până în 2018, laboratorul a organizat, de asemenea, o conferință internațională anuală de securitate IT pentru studenți și profesioniști în

activitate. Nu există proiecte de cercetare și dezvoltare sau proiecte din lumea reală desfășurate de acest laborator. De fapt, doar doi profesori care se ocupă de securitatea IT au rămas în echipa academică a FITES. Unul dintre ei este deja pensionat.

Laboratorul FinTech este unul recent creat, fără planuri clare pentru proiectele pe care dorește să le dezvolte în acest moment. Centrul de competențe în informatică nu are, de asemenea, nicio activitate.

Cursuri de bază

FITES oferă mai multe cursuri fundamentale de inginerie software și tehnologii informaționale și mai multe cursuri de specializare pentru studenții săi de la nivel licență și masterat. Practic, acestea sunt cursuri generale standard de algoritmi, structuri de date, baze de date, programare web, rețele de calculatoare și inginerie software. Printre cursurile de specializare se numără bazele securității IT, inteligența artificială, Big Data, machine learning etc. În cele din urmă, există mai multe cursuri care predau aplicații de afaceri, inclusiv CRM, ERP și sisteme similare.

Fiecare curs presupune ca studenții să facă unele lucrări practice de laborator. Facultatea oferă cursuri de informatică și instrumente de dezvoltare pentru ca studenții să lucreze la temele de laborator, având suficiente stații de lucru pentru nevoile lor curente. FITES ar putea avea nevoie doar de un server de virtualizare specializat pentru a crea săli de clasă virtuale pentru cursuri de dezvoltare web, baze de date, C++, Java și altele similare.

Simulatoarele de software și IDE-urile (Integrated development environment) pot fi adesea descărcate gratuit sau există licențe gratuite ale furnizorilor disponibile pentru universități (așa-numitele licențe NFS sau licențe care nu sunt destinate vânzării). Mulți studenți, în special în ultimul an de studii, vin la universitate cu laptopurile lor. Nu există nicio restricție pentru ca studenții să aibă acces la IDE-uri pentru a exersa dezvoltarea de software.

În ceea ce privește temele practice, există câteva domenii în care ar putea fi aduse îmbunătățiri:

- ✓ în momentul de față, studenții nu creează portofolii personale în Github pentru a arăta angajaților potențiali nivelul de complexitate al temelor la care au lucrat în timpul studiilor universitare;
- ✓ cazurile pentru proiectele de laborator ale studenților, cu excepția câtorva cursuri, nu sunt create pe baza unor sarcini tipice din lumea reală furnizate de companiile IT sau dezvoltate împreună cu acestea, deoarece există legături limitate între profesorii FITES și mediul de afaceri;
- ✓ proiectele de laborator ale studenților sunt relativ elementare și restrânse, studenții nu lucrează în echipe nefiind capabili să integreze și să aplice cunoștințele de la diferite cursuri, inclusiv inginerie software, programare, testare, securitate etc.

Studenții nu lucrează cu specificații tipice ale cerințelor software, termeni de referință sau descrieri ale arhitecturii software similare celor utilizate de companiile IT pentru dezvoltarea codului. De regulă, ei primesc doar descrieri narrative generale ale sarcinilor care nu sunt relevante pentru proiectele de dezvoltare din lumea reală.

Tab A2.5 Cursuri de bază (domenii) la nivelul studiilor de licență și masterat

Domeniul principal de studii	Număr de cursuri	Nivel	Tehnologii	Facilități de laborator	Cazuri din lumea reală	Coordonarea cu afacerile	Absolvent profil de competență
Programare și algoritmi	L1: 5 L2: 1	De bază	C++	IDE	Nu	Nu	Nu
Rețele de calculatoare	L1: 3 L2: 1	De bază	MikroTik CISCO	Cisco Packet Tracer MikroTik HW	Nu	Nu	Nu
Dezvoltare Web	L1: 3 L2: -	De bază	HTML, CSS, JS	IDE	Nu	Nu	Nu
Java	L1: 1 L2: -	De bază	Java 15 PHP	OpenJDK	Nu	Nu	Nu
Tehnologii de programare	L1: 2 L2: 1	De bază	C#.NET	IDE	Nu	Nu	Nu
Baze de date	L1: 3 L2: -	De bază	MS SQL Server 2014	Licență gratuită pentru academie	Nu	Nu	Nu
Inginerie software	L1: 9 L2: 3	De bază pentru Intermediar	-	-	Nu	Nu	Nu
Managementul proiectelor	L1: - L2: 1	De bază	-	Nu	Nu	Nu	Nu
Securitate IT	L1: 6 L2: 5	De bază	-	Nu	Nu	Nu	Nu
Cursuri privind tehnologiile avansate	L1: 6 L2: 2	De bază	-	Nu	Nu	Nu	Nu
Cursuri privind aplicațiile și sistemele de afaceri	L1: 12 L2: 6	De bază	ESRI SAP	ArcGIS Yes SAP ERP	Da	Da	Da

L1: cursuri incluse în curricula programelor de studii de licență

L2: cursuri incluse în curricula programelor de masterat

IDE: mediu de dezvoltare integrat

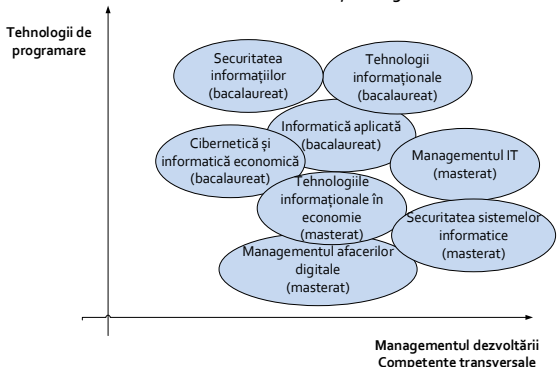
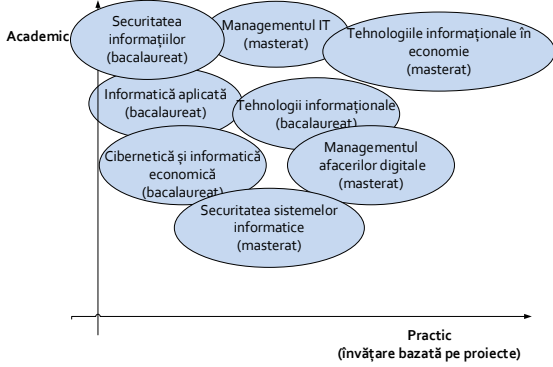
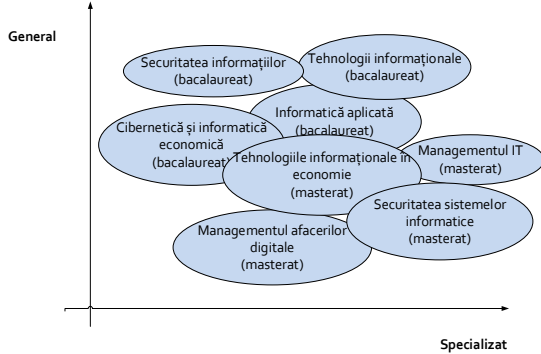
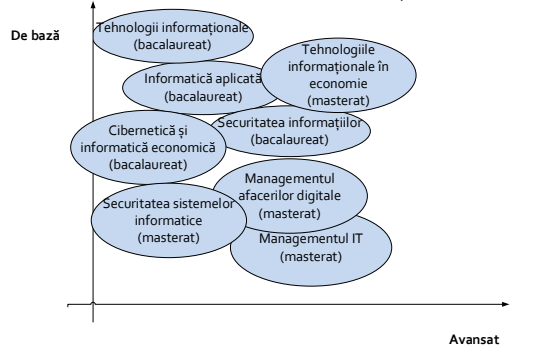
FITES nu duce lipsă de competențe pentru a oferi cursuri de bază în domeniul tehnologiilor de programare și al ingineriei software. Profesorii au cunoștințe suficiente în acest domeniu. În același timp, mulți profesori s-au pensionat deja sau sunt aproape de vârsta de pensionare. Generația tânără nu este numeroasă. Personalul didactic își continuă dezvoltarea profesională folosind cursuri gratuite Coursera și alte resurse didactice similare disponibile gratuit pe internet. Unii profesori investesc bani proprii pentru a plăti cursurile de pe Udemy. ASEM nu oferă niciun sprijin financiar și nu dispune de un buget pentru dezvoltare. Profesorii au, de asemenea, o experiență limitată în ceea ce privește vizitele regulate la conferințe internaționale și schimburile academice.

Acest model de dezvoltare profesională este suficient pentru predarea cursurilor de bază, însă blochează dezvoltarea abilităților și competențelor de ultimă oră în domeniul IT, inclusiv a competențelor în dezvoltarea de aplicații de afaceri etc. Studenților le lipsește înțelegerea tendințelor tehnologice recente (cadre de dezvoltare recente etc.). Acest model de predare limitează, de asemenea, capacitatea studenților de a dezvolta suficiente abilități și capacități practice pentru a lucra la proiectele pe care le-ar putea dezvolta în cadrul companiilor. Studenții au nevoie de stagii de

practică suplimentare pentru a putea candida pentru rolul de dezvoltatori juniori. Experiența universitară nu este suficientă în acest sens.

Cursurile privind aplicațiile de afaceri sunt susținute de inginerii din companiile IT. FITES nu are experiență internă în GIS sau EAS. Universitatea are acorduri de cooperare cu Trimetrica și Crystal System și a inclus cursurile acestora în planul de învățământ.

Tab A2.6 Concentrarea programelor de studiu

<p style="text-align: center;">Echilibrul de tehnologii de programare și cursuri de dezvoltare și management</p> 	<p style="text-align: center;">Echilibrul dintre experiența academică și cea practică</p> 
<p>Există un echilibru destul de bun între predarea limbajelor de programare și a algoritmilor și cursurile de inginerie software. Acest lucru permite, pe de o parte, înțelegerea codării și a algoritmilor. Pe de altă parte, studenții învață principiile de inginerie a sistemelor informatice, inclusiv proiectarea arhitecturii software, proiectarea interfețelor și testarea.</p> <p>Ceea ce ar putea lipsi este un curs de management de proiect complet îmbrăcat la programele de nivel licență și un curs de analiză a afacerilor, deși unele elemente de management de proiect și de specificații ale cerințelor sunt discutate la cursurile de tehnologie.</p> <p>O altă lacună esențială este reprezentată de așa-numitele cursuri de competențe transversale care dezvoltă abilități de comunicare, de luare a deciziilor, de rezolvare a problemelor și cunoștințe similare.</p>	<p>Studiile privind tehnologiile informației rămân în mare măsură academice. Studenții asistă la cursuri și fac câteva lucrări practice destul de simple, având puține oportunități de a lucra la proiecte la scară mai mare din lumea reală sau la unele cazuri de laborator apropiate de lumea reală, cel puțin în cadrul programelor de licență. Studenții de la masterat își combină de obicei studiile cu munca în cadrul companiilor de dezvoltare de software, prin urmare practica nu este o problemă stringentă pentru ei.</p> <p>Studenții nu creează portofolii cu proiectele la care au lucrat în cadrul universității pentru a le arăta viitorilor angajați, pe lângă diplomele oficiale și notele formale.</p> <p>Excepție face cursul GIS, care este destul de practic.</p>
<p style="text-align: center;">Echilibrul dintre clasele generale și specializate</p> 	<p style="text-align: center;">Echilibrul între clasele de bază și avansate</p> 

<p>Există un bun echilibru între cursurile generale de inginerie software și cursurile de specializare care învață cum să aplice IT în lumea reală. Se așteaptă ca studenții să aibă o înțelegere suficientă a sistemelor informatice bancare, a guvernării electronice, a comerțului electronic etc., precum și a aplicațiilor tehnologiei informației în afaceri.</p>	<p>Majoritatea cursurilor au un nivel de bază sau intermediar, oferind studenților o înțelegere generală a tehnologiilor și a principiilor de dezvoltare și mai puține cunoștințe privind abordările avansate pentru rezolvarea unor sarcini specifice. Acest lucru este valabil în special pentru programele de nivel licență.</p> <p>Nu există oportunități sau acestea sunt limitate pentru ca studenții să dobândească cunoștințe de ultimă generație în anumite domenii, de exemplu, în domeniul ERP, CRM și alte aplicații de afaceri, astfel încât absolvenții să poată conduce afacerea, mai degrabă decât să vină la întreprindere pentru studii suplimentare la locul de muncă. Chiar și cunoștințele în materie de GIS și de securitate IT rămân mai degrabă de bază, astfel încât absolvenții să poată candida pentru posturi de nivel inferior.</p>

Capacități de cercetare și dezvoltare

FITES se concentrează în principal pe predare și are capacități limitate de cercetare și dezvoltare sau capacități limitate de a lucra la unele proiecte din lumea reală, cu excepția aplicațiilor GIS. Nu există proiecte de cercetare-dezvoltare și proiecte din lumea reală în domeniul securității IT, al ingineriei software, al managementului IT, al aplicațiilor de afaceri etc., realizate de personalul facultății cu implicarea studenților. Mai mult, profesorii nu sunt motivați să facă muncă de cercetare-dezvoltare fiind plătiți pe oră de curs.

Tab A2.7 **Puncte forte de bază, inclusiv cele nedescoperite (cercetare și dezvoltare, predare)**

	Predare	Schimb de cunoștințe	Lumea reală proiecte	Proiecte de cercetare și dezvoltare	Invenții	Patente	Comercializare	Numărul de personal
GIS	✓	Nu	✓	Nu	Nu	Nu	Nu	4
Securitatea IT	✓	✓	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	2

În mod surprinzător, dar FITES nu dezvoltă competențe interne în materie de CRM, ERP, BI și sisteme similare (EAS - sisteme de aplicații pentru întreprinderi). De asemenea, nu există parteneriate cu cei mai mari furnizori de sisteme informatice pentru întreprinderi, cum ar fi 1C, Microsoft, Epicor, Oracle, care ar putea ajuta la dezvoltarea unui grup de consultanți IT cu competențe relevante pentru a putea implementa aplicații EAS în companiile din Moldova și din străinătate.

Cooperarea cu companiile IT

Partenerii de afaceri care cooperează cu FITES sunt companiile care dezvoltă aplicații de întreprindere, inclusiv sisteme ERP și GIS. Acestea sunt Trimetrica și Crystal Sistem. A existat un interes din partea DAAC System Integrator, cel mai mare consultant 1C ERP din Moldova, de a construi relații cu universitatea.

FITES nu are aproape nicio legătură cu companii de inginerie software precum Endava, Allied Testing, care ar putea ajuta la modernizarea cursurilor de inginerie software.

Partenerii de afaceri ai facultății încearcă să predea unele cursuri pentru selecția și recrutarea ulterioară a celor mai buni studenți, însă nu se îndreaptă spre dezvoltarea unor forme mai profunde de cooperare, inclusiv externalizarea unor proiecte de rutină sau de cercetare și dezvoltare către echipe mixte de profesori și studenți sau invitarea profesorilor universitari să facă parte din echipă pentru unele proiecte din lumea reală pe care le dezvoltă.

Proiecte de dezvoltare a capacităților sugerate

FITES trebuie să dezvolte capacitățile necesare pentru a deveni un centru de expertiză în domeniile specifice din Moldova aproape de la zero. Facultatea va trebui să își restructureze operațiunile actuale, dezvoltând de la zero proiecte de cercetare și dezvoltare și proiecte din lumea reală. Există, de asemenea, un spațiu pentru îmbunătățirea în continuare a laboratoarelor de studiu. În special, se recomandă ca FITES să concentreze resursele în unul sau în toate domeniile de mai jos:

- ✓ Aplicații de afaceri
- ✓ FinTech
- ✓ Managementul proiectelor
- ✓ Simulări de afaceri

	Profil	Localuri	Hardware	Software	Personal	Proiecte	Cursuri	Parteneri de afaceri	Finanțare
Aplicații de afaceri	Practică Studiu	Este necesară o renovare	Este necesară o renovare	Necesare	4	Da, necesare	este necesară dezvoltarea	Necesare	ASEM / ATIC
Laborator FinTech	Practică Studiu	Este necesară o renovare	Necesare	Necesare	n/a	Da, necesare	este necesară dezvoltarea	MAIB	ASEM / MAIB / ATIC
Managementul proiectelor	Studiu	Este necesară o renovare	Necesare	Necesare	n/a	Da, necesare	este necesară dezvoltarea	Necesare	ASEM / ATIC
Simulări de afaceri	Studiu	Este necesară o renovare	Necesare	Necesare	n/a	Da, necesare	este necesară dezvoltarea	Nu	ASEM / ATIC

Laborator de aplicații de afaceri

Dezvoltarea laboratoarelor de aplicații de afaceri specializate în implementarea de sisteme ERP, CRM și sisteme similare bazate pe platforme open-source sau comerciale este organică pentru FITES, având în vedere profilul programelor sale de studiu. Există, de asemenea, o cerere pe piața din Moldova pentru servicii de consultanță în domeniul EAS. Multe companii din sectoarele de retail și producție solicită sisteme CRM și ERP.

Acest laborator ar trebui să fie dezvoltat de la zero sau poate deveni o parte a IT4BA. Sunt necesare parteneriate cu vânzătorii de platforme EAS și cu integratorii de sisteme, inclusiv cu 1C. Alți parteneri pot fi Bitrix24, Microsoft (Dynamics 365), Crystal System. Profesorii de la FITES ar trebui să fie motivați și sprijiniți în mod corespunzător pentru a dezvolta acest laborator.

Laboratorul de aplicații de afaceri va necesita:

- ✓ Spații care pot fi puse la dispoziție de ASEM și renovate cu ajutorul ATIC;
- ✓ Regulamentul oficial al laboratorului, al conducerii și al subcontului bancar;
- ✓ Personal dedicat și motivat să dezvolte Laboratorul de aplicații de afaceri;
- ✓ Hardware, inclusiv servere și stații de lucru;
- ✓ Software, inclusiv platforme ERP și CRM, care vor fi utilizate pentru lucrările de laborator ale studenților;
- ✓ Parteneri de afaceri, inclusiv furnizori (de exemplu, 1C) și integratori de sistem (de exemplu, DaaC System Integrator).

Laboratorul de aplicații de afaceri trebuie să dezvolte o gamă de cursuri pentru studenți, pentru a-i învăța să dezvolte sisteme ERP, CRM și BI, oferind, de asemenea, acces la platformele software ale celor mai importanți furnizori, inclusiv 1C, Bitrix24 și Microsoft. Se preconizează că se vor stabili parteneriate cu acești furnizori.

Laborator de management de proiect

Acest laborator este relativ ușor de creat în scopuri academice. Laboratorul ar trebui să elaboreze și să ofere programe de studiu și învățare bazată pe cazuri utilizând software-ul MS Project, precum și platforme web pentru gestionarea agilă a proiectelor, inclusiv Jira sau Trello. Ar trebui să se achiziționeze sau să se convină un număr suficient de licențe MS Project Professional 2019 pentru uz academic. Jira este disponibil gratuit pentru universități. În plus față de software-ul de gestionare a proiectelor, acest laborator va avea nevoie de:

- ✓ modernizarea programului de predare pentru a adăuga cazuri practice la care studenții ar putea lucra la planificarea proiectelor virtuale;
- ✓ modernizarea programului pentru profesorul care predă PM;
- ✓ parteneriat cu mai multe companii IT din Moldova. There may be a need to provide sufficient training to PM professors and to develop a motivation package for them.

Laboratorul de management de proiect ar putea să își extindă cursurile pe piața liberă, oferindu-le companiilor din domeniul IT, construcții și altele similare, precum și autorităților guvernamentale.

Laborator de simulări de afaceri

Obiectivul acestui laborator este o îmbunătățire a cursurilor de afaceri oferite de ASEM. Studenții de la programele de management, marketing și finanțe ar trebui să aibă posibilitatea de a efectua unele lucrări de laborator în simulatoare software care creează piețe virtuale, iar studenții iau decizii de marketing în mediul virtual.

Acest laborator nu necesită spații și hardware special. Acesta nu poate fi creat ca o unitate separată din punct de vedere juridic. Acesta are nevoie de software special și de clasele de calculatoare existente la FITES. Simulatoarele software pot fi cumpărate de la cei mai mari furnizori mondiali (Capsim, Cesim sau alții). Cealaltă opțiune poate fi dezvoltarea internă.

Unul dintre punctele slabe pentru orice inițiativă de laborator la FITES este lipsa de motivație și de interes în echipa de profesori. Profesorii vor trebui să dezvolte noi capacități și abilități care vor necesita timp și efort și, în lipsa unei motivații financiare, acest lucru nu este realist pentru ei.

Annex 4. USC: Universitatea de Stat din Comrat, Facultatea de Economie

USC: **Universitatea de Stat din Comrat, Facultatea de Economie**
<https://kdu.md/ro/>

Descriere generală și capital uman

Universitatea de Stat din Comrat (USC) este o mică universitate regională situată în sudul Moldovei. Universitatea pregătește profesioniști care să sprijine dezvoltarea economiei regionale, precum și profesori de matematică și informatică care să lucreze în școlile secundare. Departamentul de Tehnologii Informaționale, Matematică și Fizică, care face parte din Facultatea de Științe Economice, oferă mai multe programe de studiu în domeniul tehnologiilor informaționale concepute pentru studenții de la nivel de licență și masterat.

Departamentul în sine este relativ mic, având opt cadre didactice în echipă, inclusiv doi doctori în științe.

Programe de studii în 2021

Portofoliul academic al Universității de Stat din Comrat include două programe de studii la nivel de licență destinate educării profesorilor de tehnologii informaționale și matematică și încă un program de învățământ pentru inginerii IT. La nivelul studiilor de masterat, există trei programe de studii. Toate acestea sunt orientate spre educarea cadrelor didactice.

Mai mult, în fiecare an, universitatea face o admitere a studenților doar pentru un program de licență și încă unul de masterat.

De exemplu, în acest an, CSU a acceptat studenți la nivel de licență pentru programul de studii de predare a informaticii pentru educație. În 2020, universitatea a avut o admitere de studenți pentru programul de predare a matematicii și informaticii pentru educație, în timp ce în 2019, universitatea a oferit programul care dezvoltă inginerii în tehnologia informației.

În același timp, diferența în ceea ce privește curricula programelor de studii în domeniul informaticii nu este semnificativă. Cursurile de bază sunt aceleași. Studenții care studiază tehnologii informaționale pentru profesori au și cursuri de științe ale educației.

Tab A4.1 Programe de studii

Bacalaureat		Masterat	
0114.2: Informatica (științe ale educației)	3 ani 180 credite	0114: Informatics aplicata (educație știință)	2 ani 120 credite
0114.2 / 0114.1: Informatică și matematică (studii pentru educație)	4 ani 240 credite	0114: Didactica informatica (studii pentru educație)	2 ani 120 credite

0613.4: Informatica	3 ani 180 credite	0114: Didactica matematicii (studii pentru educație)	2,5 ani 120 credite
---------------------	-------------------------	---	------------------------

În plus, CSU are un program în domeniul managementului informației pentru studenții de licență, însă nu a existat nicio admitere la acest program în ultimii șapte ani.

Număr de studenți

În toamna anului 2021, la Comrat erau aproximativ 50 de studenți care studiau tehnologii informaționale și matematică. În fiecare an, CSU recrutează aproximativ 10-14 înrolați pentru programele de licență în domeniul tehnologiilor informaționale și matematicii și alți 10 studenți pentru studiile de masterat. Recrutarea de noi studenți este o provocare pentru universitate, care trebuie să concureze pentru studenți cu universitățile din Chișinău, precum și cu universitățile din Rusia și Turcia.

Rata de abandon nu este ridicată. Aproape 100% dintre înscriși obțin diplomele. CSU nu încearcă să facă o selecție dură. Nu este cu adevărat o provocare pentru studenți să obțină o notă de trecere în această universitate. Dimensiunea mică a universității permite profesorilor să acorde multă atenție individuală studenților pentru a le îmbunătăți performanțele. În plus, modelul de finanțare al universităților din Moldova, care primesc fonduri bugetare în funcție de numărul de studenți pe care îi predau, le stimulează să păstreze orice student, indiferent de performanța sa academică.

Tab A4.2 Studenți (normă întreagă)

Programe de studii în domeniul informaticii și matematicii		
	Bacalaureat	Masterat
2021		
Înscriși	14	-
Absolvenți	-	10
2020		
Înscriși	11	11
Absolvenți	8	9
2019		
Înscriși	11	10
Absolvenți	11	10
2018		
Înscriși	-	10
Absolvenți	9	-

Laboratoare de cercetare și dezvoltare și de predare

Nu există proiecte de cercetare și dezvoltare la CSU. Această universitate este axată doar pe predare. Nu există laboratoare științifice și de cercetare la Universitatea de Stat din Comrat.

Cursuri de bază

CSU oferă o serie de cursuri de bază privind limbajele algoritmice, tehnicile de programare și tehnologiile informaționale pentru studenții săi de la nivel de licență și masterat. Acestea sunt cursuri generale de algoritmi, structuri de date, baze de date, limbaje de programare, inclusiv programare web, rețele de calculatoare și inginerie software. În mod evident, nu există cursuri de specializare care să ajute studenții să își formeze abilitățile și cunoștințele într-un domeniu specific, de exemplu, aplicații de afaceri, știința datelor, securitate IT etc.

Pe baza opiniei de autoevaluare împărtășită de profesorii CSU, absolventul mediu al universității are suficiente cunoștințe pentru a fi profesor de informatică în învățământul secundar, însă nu este pregătit să lucreze în companii IT care dezvoltă aplicații din lumea reală. Cu excepția tinerilor foarte motivați care studiază cursuri extra-curriculare.

Fiecare curs presupune ca studenții să facă lucrări practice de laborator. Facultatea asigură clasele de informatică cu peste 20 de stații de lucru, deși stațiile de lucru și echipamentele de rețea sunt destul de vechi, fiind folosite deja de peste 10 ani. Până la 50% dintre studenți vin la universitate cu propriile laptopuri și nu folosesc stațiile de lucru puse la dispoziție de universitate.

Simulatoarele de software și IDE-urile (Integrated Development Environment) pot fi adesea descărcate gratuit sau există licențe gratuite ale furnizorilor disponibile pentru universități (așa-numitele licențe NFS sau licențe care nu sunt destinate vânzării). Cu toate acestea, stațiile de lucru vechi nu permit utilizarea celor mai recente versiuni ale instrumentelor de dezvoltare.

Tab A4.3 Cursuri de bază (domenii) la nivelul studiilor de licență și masterat

Domeniul principal de studii	Număr de cursuri	Nivel	Tehnologii	Facilități de laborator	Cazuri din lumea reală	Coordonarea cu afacerile	Absolvent profil de competență
Programare și algoritmi	L1: 5 L2: 1	De bază	Pascal C++	IDE	Nu	Nu	Nu
Rețele de calculatoare	L1: 2 L2: 1	De bază	MikroTik CISCO	Cisco Packet Tracer MikroTik HW	Nu	Nu	Nu
Dezvoltare Web	L1: 4 L2: -	De bază	HTML, CSS, PHP ASP.Net JS (no frameworks)	IDE	Nu	Nu	Nu
Java	L1: 2 L2: -	De bază	Java 15	OpenJDK	Nu	Nu	Nu
Baze de date	L1: 2 L2: -	De bază	Delphi.BDE MS Access My SQL	Licență gratuită pentru academie	Nu	Nu	Nu
Inginerie software	L1: 1 L2: -	De bază	-	-	Nu	Nu	Nu

L1: cursuri incluse în curricula programelor de studii de licență

L2: cursuri incluse în curricula programelor de masterat

IDE: mediu de dezvoltare integrat

În ceea ce privește temele practice, există câteva domenii în care ar putea fi aduse îmbunătățiri:

- ✓ în momentul de față, studenții nu creează portofolii personale în Github pentru a arăta angajaților potențiali nivelul de complexitate al sarcinilor la care au lucrat în timpul studiilor universitare;
- ✓ cazurile pentru proiectele de laborator ale studenților nu sunt create pe baza unor misiuni tipice din lumea reală furnizate de companiile IT sau dezvoltate împreună cu acestea, deoarece nu există legături ale profesorilor CSU cu mediul de afaceri;

- ✓ proiectele de laborator ale studenților sunt relativ elementare și restrânse, studenții nu lucrează în echipă nefiind capabili să integreze și să aplice cunoștințele de la diferite cursuri, inclusiv inginerie software, programare, proiectare și gestionare a bazelor de date, etc.

Studenții nu lucrează cu specificații tipice ale cerințelor software sau cu descrieri ale arhitecturii software similare celor utilizate de companiile IT pentru a dezvolta codul. De regulă, ei primesc doar descrieri narative generale ale sarcinilor, care nu sunt relevante pentru proiectele IT din lumea reală.

CSU are un anumit deficit de competențe pentru a oferi cursuri de bază în domeniul tehnologiilor de programare și al ingineriei software. Profesorii caută sprijin pentru a dezvolta competențe avansate și pentru a-și actualiza abilitățile și cunoștințele. Cooperarea profesorilor CSU cu companiile IT este limitată. Există o singură companie în Comrat, Tocka Rosta, însă aceasta nu este implicată activ în îmbunătățirea cursurilor universitare.

Proiecte de dezvoltare a capacităților sugerate

CSU trebuie să își extindă și să își dezvolte în continuare capacitățile de bază pentru a preda tehnologiile informaționale. Cel mai probabil, universitatea va rămâne o universitate axată pe formarea profesorilor de informatică și matematică pentru școlile secundare, însă investițiile în dezvoltarea capacităților pot îmbunătăți calitatea studiilor.

În special, se recomandă următoarea combinație de măsuri:

- ✓ modernizarea hardware-ului din laboratorul de studiu;
- ✓ dezvoltarea unui laborator de robotică pentru a învăța profesorii să conducă orele de robotică;
- ✓ sprijinirea profesorilor pentru a-și dezvolta expertiza în domeniul tehnologiilor informaționale
- ✓ invitarea de profesori externi pentru a preda clasele în care nu există cunoștințe interne.

Tab A4.4 Proiecte de dezvoltare a laboratoarelor pentru CSU

	Profil	Localuri	Hardware	Software	Perso nal	Proiecte	Cursuri	Parteneri de afaceri	Finanțare
Clasa de informatică	Studiu	Este necesară o renovare	Este necesară o actualizare	Necesară	4	Nu este necesar	Nu este necesar	Poate	CSU / ATIC
Laborator de robotică	Studiu	Este necesară o renovare	Necesar (seturi Lego, seturi Arduino)	Nu este necesar	2	Da, necesar	Da, necesar	Nu este necesar	CSU / ATIC

Clasa de informatică

Clasa de informatică este destinată să sprijine predarea cursurilor de inginerie software și limbaje de programare, oferind facilități moderne pentru lucrările de laborator ale studenților. Această clasă are nevoie de 20 de stații de lucru și de un server de administrare pentru a crea săli de clasă virtuale pentru cursurile de dezvoltare web, C++, Java și altele similare.

Laborator de robotică

Obiectivul laboratorului de robotică este de a-i învăța pe studenții de la informatică și matematică să assembleze și să programeze roboți de bază folosind seturi Lego și Ardiuno. Ulterior, se așteaptă ca absolvenții să aducă această expertiză în școlile secundare. Laboratorul are nevoie de trei până la cinci seturi de Lego și Ardiuno, precum și de o pregătire intensivă a profesorilor CSU pentru a preda construcția de roboți.

Pe lângă investițiile în laboratoarele de educație, se recomandă să se ofere studenților și profesorilor de la CSU acces la conținuturile de învățare de pe Coursera și Udemy, precum și de pe Tekwill Academy, pe baza unor abonamente comerciale sau a unui buget anual alocat. În cele din urmă, se recomandă crearea unei cooperări cu universitățile și companiile IT din Chișinău pentru a invita profesori invitați să predea cursuri suplimentare care nu sunt oferite în prezent la Comrat. De exemplu, cursul de testare software și asigurarea calității sau cursul de management de proiect.

Annex 5. USARB: Facultatea de Studii Reale, Economice și de Mediu

USARB: **Facultatea de Studii Reale, Economice și de Mediu**
Catedra de matematica și informatica
<https://usarb.md/catedra-de-matematica-si-informatica/>

Descriere generală și capital uman

Universitatea de Stat Bălți Alecu Russo (USARB) este o universitate regională situată în nordul Moldovei. Universitatea oferă mai multe programe de studii la nivel de licență și masterat în domeniul tehnologiilor informaționale și al ingineriei software pentru a pregăti profesioniști în domeniul IT, precum și profesori de matematică și informatică pentru licee.

Catedra de matematică și informatică, care este departamentul universitar responsabil pentru programele de studiu în domeniul IT, este relativ mică, având 15 profesori în echipă, inclusiv 10 doctori în științe.

Programe de studii în 2021

Portofoliul academic al USARB include două programe de studii la nivel de licență destinate formării profesorilor de matematică și tehnologii informaționale din învățământul secundar și alte două programe care vizează dezvoltarea inginerilor de software. În 2021, universitatea a lansat un nou program de studii în domeniul tehnologiilor informaționale.

Programele de studiu care vizează educarea profesorilor de liceu oferă doar cursuri generale de dezvoltare și programare de software, prin urmare nu se așteaptă ca absolvenții lor să aibă cunoștințe suficiente pentru a lucra în industria IT. Aceste programe sunt mai puțin populare în comparație cu studiile de inginerie, iar din 2017 USARB a încetat să mai predea programul de informatică pentru profesori din cauza cererii scăzute.

Există două programe de studii dezvoltate pentru studiile de masterat. Toate acestea vizează formarea de dezvoltatori de software fiind specializați în tehnologii web.

Tab **A5.1** Programe de studii

Bacalaureat		Masters	
o613.4: Informatică (profil de inginerie)	3 ani 180 credite	o613: Administrarea bazelor de date gitehnologii Web	2 ani 120 credite
o613.1 Tehnologia Informatiei (profil de inginerie)	4 ani 240 credite	o613: Programare WEB	2 ani 120 credite
o114.1 / o114.2: Matematică și Informatică (profil didactic)	4 ani 240 credite		

0114.2: Informatică (profil didactic)	3 ani 180 credite		
---	-------------------------	--	--

Număr de studenți

În toamna anului 2021, la Bălți erau aproximativ 160 de studenți care studiau tehnologiile informaționale. În fiecare an, USARB recrutează aproximativ 30-40 de înscriși pentru programele de licență în domeniul tehnologiilor informaționale și alți 15-20 de studenți pentru studiile de masterat.

În plus, în fiecare an, aproximativ 15-25 de studenți se înscriu la programele de învățământ la distanță în domeniul informaticii pentru ingineri software și alți mai puțin de 10 studenți aleg studiile de învățământ la distanță de informatică pentru profesori.

Tab **A5.2** Studenți (cu normă întreagă)

	Programe de studii cu profil educațional în domeniul IT și matematică		Programe de studii cu profil IT și inginerie software	
	Bacalaureat	Masterat	Bacalaureat	Masterat
2021				
Înscriși	9	-	34	18
Absolvenți	5	-	10	7
2020				
Înscriși	8	-	25	18
Absolvenți	5	-	18	9
2019				
Înscriși	9	-	27	15
Absolvenți	7	-	16	11
2018				
Înscriși	13	-	17	20
Absolvenți	8	-	14	10

Rata de abandon la programele de studii de nivel licență în domeniul informaticii din USARB este relativ ridicată. În funcție de an, până la 40% dintre studenți abandonează studiile. Universitatea nu încearcă să facă o selecție dură. Nu este cu adevărat o provocare pentru studenți să obțină o notă de trecere în această universitate. Dimensiunea mică a universității permite profesorilor să acorde multă atenție individuală studenților pentru a le îmbunătăți performanțele. În plus, modelul de finanțare al universităților din Moldova, care primesc fonduri bugetare în funcție de numărul de studenți pe care îi predau, le stimulează să păstreze studenții, indiferent de performanța academică a acestora. Ca urmare, există multe alte motive pentru care studenții pleacă, cu excepția performanței academice.

Laboratoare de cercetare și dezvoltare și de predare

La USARB există trei laboratoare științifice care se ocupă de fizică și științe naturale, printre care:

- ✓ Laboratorul de micro și nanomateriale / Laboratorul de chimie fizică și protecția mediului;
- ✓ Laboratorul de radiofizică și electronică / Laboratorul de electronică cuantică și laser;

- ✓ Laboratorul de fizică a metalelor / Laboratorul de fizică a solidelor.

În același timp, cele mai recente rapoarte ale activităților de cercetare-dezvoltare ale Catedrei de Matematică și Informatică pentru anii 2019 și 2018, precum și publicațiile științifice recente ale Universității și planurile de cercetare-dezvoltare enumeră doar câteva proiecte în domeniul prelucrării materialelor solide realizate în ultimii trei ani. Aceste proiecte abordează probleme relativ fundamentale și de nișă. Prin urmare, în prezent, laboratoarele USARB și activitățile de cercetare ale acestora nu au ca scop crearea de soluții, produse sau tehnologii care pot fi utilizate de companiile IT din Moldova sau din străinătate sau care facilitează dezvoltarea de start-up-uri care oferă produse și servicii noi. De asemenea, aceste laboratoare nu au o contribuție semnificativă la creșterea numărului și calității absolvenților de IT.

USARB raportează că în ultimii trei ani nu a înregistrat brevete, invenții de produse noi și comercializarea acestora în Moldova sau în străinătate. De fapt, universitatea își concentrează eforturile pe predarea studenților.

Profesorii de la USARB, precum și candidații la titlul de doctor în științe își concentrează activitățile de cercetare pe dezvoltarea și îmbunătățirea metodologiilor și instrumentelor de predare a informaticii și matematicii. Există câteva publicații realizate pe baza cercetărilor în domeniul prelucrării limbajelor naturale, al prelucrării datelor și al modelării matematice.

Cursuri de bază

USARB oferă o serie de cursuri fundamentale de inginerie software și tehnologii informaționale și mai multe cursuri de specializare pentru studenții săi de nivel licență și masterat. Practic, acestea sunt cursuri generale standard de concepte de programare, baze de date, programare web, rețele de calculatoare și inginerie software. Cursurile de specializare nu sunt numeroase și includ bazele tehnologiilor de virtualizare, cloud computing, criptografie, sisteme financiare, comerț electronic și IoT.

Fiecare curs presupune ca studenții să facă lucrări practice de laborator. Universitatea pune la dispoziția studenților clase de informatică cu peste 200 de stații de lucru și instrumente de dezvoltare pentru a lucra la temele de laborator, având suficiente stații de lucru pentru nevoile actuale. În același timp, majoritatea stațiilor de lucru nu sunt moderne și este necesară modernizarea lor.

Simulatoarele de software și IDE-urile (mediul de dezvoltare integrat) pot fi adesea descărcate gratuit sau există licențe gratuite ale furnizorilor disponibile pentru universități (așa-numitele licențe NFS sau licențe care nu sunt destinate vânzării). Mulți studenți, în special în ultimul an de studii, vin la universitate cu propriile laptopuri. Nu există nicio restricție pentru ca studenții să aibă acces la IDE-uri pentru a exersa dezvoltarea de software.

În același timp, nivelul de predare a materiilor de bază este destul de diferit. Cursurile de algoritmi, fundamente de programare, baze de date, precum și cursurile de programare web sunt bine dezvoltate și practice. Studenții lucrează cu GitHub pentru a-și stoca codul sursă și proiectele. Ei lucrează la sarcini practice care sunt similare cu cele din lumea reală construind un proiect mare, complet îmbrăcat, prin mai multe cursuri care integrează, de exemplu, front-end și back-end ale aplicațiilor web.

Ca urmare, majoritatea absolvenților USARB sunt pregătiți pentru rolul de dezvoltatori juniori în cadrul companiilor IT care se ocupă de aplicații web și de proiectarea și gestionarea bazelor de date imediat după absolvire. Până la 70% dintre studenții licențiați în informatică sunt deja angajați în ultimul an de studii.

Tab A5.3 Cursuri de bază (domenii) la nivelul studiilor de licență și masterat

Domeniul principal de studii	Număr de cursuri	Nivel	Tehnologii	Facilități de laborator	Cazuri din lumea reală	Coordonarea cu afacerile	Absolvent profil de competență
Programare și algoritmi	L1: 6 L2: 1	Intermediar	C++	IDE	-	Da	Da
Rețele de calculatoare	L1: 3 L2: -	De bază	CISCO	Cisco Packet Tracer	Nu	Nu	Nu
Dezvoltare Web	L1: 6 L2: 3	Intermediar la Avansat	HTML, CSS, JS (vue.js; react.js)	IDE	Da	Da	Da
Java	L1: 1 L2: -	De bază	Java 16	OpenJDK	Da	Da	Da
Tehnologii de programare	L1: 3 L2: -	De bază	Java Enterprise .NET	IDE	Nu	Da	Da
Baze de date	L1: 3 L2: 3	Intermediar	My SQL	IDE	Da	Da	Da
Inginerie software	L1: 8 L2: 3	De bază	-	-	Nu	Nu	Nu
Managementul proiectelor	L1: 1 L2: 1	De bază	Trello	Trello	Nu	Da	Nu
Securitatea IT	L1: 4 L2: 4	De bază	-	Nu	Nu	Da	Nu
Cursuri privind tehnologiile avansate / aplicative	L1: 8 L2: -	De bază	-	Nu	Nu	Nu	Nu

L1: cursuri incluse în curricula programelor de studii de licență

L2: cursuri incluse în curricula programelor de masterat

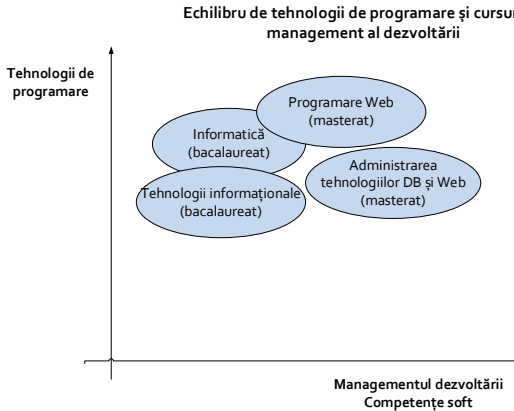
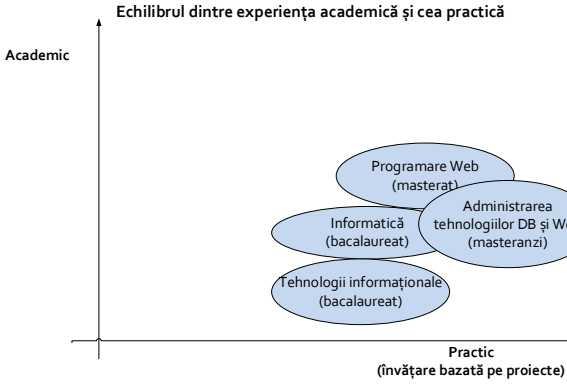
IDE: mediu de dezvoltare integrat

Pe de altă parte, unele materii, inclusiv rețelele de calculatoare, conceptele de inginerie software (de exemplu, testarea software), managementul de proiect sunt furnizate la un nivel general și de bază, ceea ce nu permite satisfacerea completă a nevoilor industriei IT. În mod evident, USARB are lacune în ceea ce privește expertiza pentru a oferi multe cursuri importante, fie că nu le predă, fie că oferă doar cunoștințe de bază și de ansamblu.

Profesorii USARB au suficientă expertiză în materiile pe care le predau. În același timp, cadrele didactice își continuă dezvoltarea profesională folosind cursuri gratuite Coursera și resurse didactice similare disponibile gratuit pe internet. Universitatea nu oferă niciun sprijin financiar și nu dispune de un buget suficient pentru dezvoltarea capitalului uman. Profesorii au, de asemenea, o experiență limitată în ceea ce privește vizitele regulate la conferințe internaționale și schimburile academice. Acest model de dezvoltare profesională este suficient pentru predarea cursurilor IT de bază, însă

blochează dezvoltarea abilităților și competențelor de ultimă oră în domeniul tehnologiilor informației și al ingineriei software.

Tab A5.4 Concentrarea programelor de studii

<p style="text-align: center;">Echilibru de tehnologii de programare și cursuri de management al dezvoltării</p> 	<p style="text-align: center;">Echilibrul dintre experiența academică și cea practică</p> 
<p>Există un dezechilibru destul de vizibil în predarea limbajelor de programare și a algoritmilor în cadrul cursurilor de inginerie software. Cursurile privind tehnologiile de programare sunt bine predate. Pe de altă parte, disciplinele de inginerie software includ doar cursuri de bază de testare și calitate a software-ului, de proiectare a interfețelor software, de întreținere a sistemelor informatice etc. Nu se vorbește serios despre arhitectura soluțiilor software, managementul cerințelor, construcția de aplicații.</p> <p>Prin urmare, studenții au o bună înțelegere a codării și a algoritmilor și ratează multe principii de inginerie a sistemelor informatice, ceea ce le poate reduce eficiența atunci când lucrează la proiecte de mai mare anvergură.</p> <p>În plus, ar fi bine să se adauge ca cursuri opționale o serie de cursuri de competențe transversale privind rezolvarea problemelor, gestionarea echipei, luarea deciziilor, comunicarea.</p>	<p>Studiile de tehnologii informaționale la Bălți sunt destul de practice, ceea ce diferențiază pozitiv universitatea din Bălți în Moldova. Studenții învață foarte mult lucrând la dezvoltarea unor proiecte de aplicații web destul de sofisticate, care sunt temele lor de laborator. De asemenea, studenții pot crea portofolii cu proiectele la care au lucrat în cadrul universității pentru a le arăta viitorilor angajați, pe lângă diplomele oficiale și notele formale.</p> <p>În același timp, acest accent practic și acest nivel avansat de predare se aplică numai la cursurile de programare web și parțial la cursul de Java și baze de date. Predarea rețelelor de calculatoare, a securității IT și a cursurilor de tehnologii avansate/aplicative rămân relativ generale și teoretice.</p>

Echilibrul dintre clasele generale și specializate	Echilibru între clasele de bază și avansate
<p>USARB este puternic în ceea ce privește predarea tehnologiilor de bază de dezvoltare software și a limbajelor de programare, inclusiv programarea web. În același timp, studenților le lipsesc cursurile de specializare. De exemplu, specializarea în sisteme informatice bancare, aplicații guvernamentale, sisteme medicale etc. Cursurile de cloud computing, tehnologii de virtualizare sunt predate la nivel de bază pentru a dezvolta competențe serioase.</p> <p>Acest lucru nu este nici bun, nici rău. USARB educă buni ingineri IT cu cunoștințe de Java și tehnologii de dezvoltare web, inclusiv framework-uri JS (vue, react, angular). Aceste cunoștințe îi permit absolventului să aplice pentru poziții junior în companii IT pentru a continua învățarea în domeniile de specializare selectate.</p>	<p>Cursurile de programare web, baze de date, Java și concepte de securitate sunt destul de avansate. Cursurile de securitate IT, rețele de calculatoare, principii de inginerie software sunt destul de elementare. Aceste fapte nu permit poziționarea programelor USARB pe o scară avansată / de bază.</p> <p>Absolvenții au cunoștințe și abilități suficiente în domeniul dezvoltării web pentru a începe să lucreze într-o companie IT. Pe de altă parte, există lacune semnificative în ceea ce privește cunoștințele la multe alte materii.</p>

C&D și capacități avansate de predare

USARB se concentrează în principal pe predare și are capacități limitate de cercetare și dezvoltare sau capacități limitate de a lucra la unele proiecte din lumea reală, cu excepția dezvoltării de aplicații web. Ceea ce este interesant, universitatea este de fapt singura universitate din Moldova care a dezvoltat un sistem informațional pentru managementul universitar.

Competențele și expertiza lor în celelalte domenii, inclusiv securitatea IT, ingineria software, managementul IT, aplicațiile de afaceri etc. rămân suficiente pentru predarea acestor subiecte la nivel de bază.

Tab **A5.5** Puncte forte de bază, inclusiv cele nedescoperite (cercetare și dezvoltare, predare)

	Predare	Schimb de cunoștințe	Lumea reală proiecte	Proiecte de cercetare și dezvoltare	Invenții	Patente	Comercializare	Numărul de personal
Dezvoltare web	✓	Nu	✓	Nu	Nu	Nu	Nu	2

Cooperarea cu companiile IT

USARB a stabilit relații bune de colaborare cu companiile IT care activează în regiunea Bălți, inclusiv ULS și AmSoft, ceea ce explică dezvoltarea competențelor și expertizei universitare în domeniul

tehnologiilor și aplicațiilor web. Dezvoltatorii de la companiile IT din Bălți efectuează lucrări practice cu studenții, aducând în clasă proiecte din lumea reală.

Proiecte de dezvoltare a capacităților sugerate

USARB trebuie să dezvolte capacitățile de îmbunătățire a predării mai multor materii importante. Acestea sunt capacitățile de predare a cursurilor de inginerie software, rețele de calculatoare, cursuri de securitate IT și cursuri de bază de robotică și IoT. Universitatea are nevoie de laboratoare de studiu, precum și de anumite facilități pentru a dezvolta expertiza profesorilor săi, în cazul în care acestea nu sunt disponibile la nivel intern. În special, USARB vede următoarele domenii care ar trebui să sprijine procesul de studiu:

- ✓ Laborator de hardware pentru calculatoare, rețele și securitate IT;
- ✓ Clasă de robotică și IoT.

În plus, sunt discutate alte două inițiative orientate spre combinarea predării și dezvoltarea de proiecte din lumea reală. Acestea sunt:

- ✓ Laboratorul de modelare și prototipare 3D;
- ✓ Laboratorul pentru crearea de conținut video.

De fapt, toate aceste laboratoare și clase ar trebui să fie create de la zero și sunt necesare investiții în renovarea spațiilor, hardware, software, precum și în dezvoltarea expertizei echipei.

Tab A5.6 Analiza sumară a laboratoarelor care vor fi create la USARB

	Profil	Localuri	Hardware	Software	Personal	Proiecte	Cursuri	Parteneri de afaceri	Finanțare
Laborator de hardware, rețele și securitate IT	Studiu	Este necesară o renovare	Necesar	Necesar	3	Da, necesar	este necesară dezvoltarea	Necesar	USARB / ATIC
Clasa de robotică și IoT	Studiu	Este necesară o renovare	Necesar	Nu este necesar	3	Nu este necesar	este necesară dezvoltarea	Nu este necesar	USARB / ATIC
Modelare 3D și prototipuri	Practic Studiu	Este necesară o renovare	Necesar	Necesar	4	Da, necesar	este necesară dezvoltarea	Necesar	USARB / ATIC
Conținutul video	Practic	Este necesară o renovare	Necesar	Necesar	6	Da, necesar	este necesară dezvoltarea	Nu	USARB / ATIC

Laborator de hardware, rețele și securitate IT

Se așteaptă ca acest laborator să ofere facilități pentru lucrările practice ale studenților. Acesta ar trebui să dispună de un server de calculatoare, mai multe unități de echipamente de rețea, inclusiv switch-uri și routere, software pentru protecția rețelei, inclusiv firewall-uri, IDS (soluții de detectare a intruziunilor) și sisteme similare. În plus față de Cisco Packet Tracer, ar putea fi instalate și utilizate mai multe simulatoare software pentru testarea penetrării sau pentru exersarea atacurilor DDoS și a protecției.

În cele din urmă, ar trebui să fie furnizate și dispozitive pentru sudarea cablurilor laser, testarea componentelor hardware ale calculatoarelor personale.

Echipele acestui laborator ar trebui să primească acces la cursurile de pe Udemy și Coursera pentru a dezvolta expertiza competențelor necesare, inclusiv competențele în DevOps.

Clasa de robotică și IoT

Se așteaptă ca această clasă să ofere facilități pentru ca elevii să învețe elementele de bază ale roboticii. Acest lucru este important pentru învățarea profesorilor de informatică și matematică, precum și a inginerilor de software. Nu se așteaptă ca această clasă să fie mare, dar ar trebui să aibă mai multe seturi de kituri Lego și Arduino.

Echipele clasei de robotică va avea nevoie, de asemenea, de acces la materiale de învățare pentru a dezvolta expertiza și cunoștințele necesare.

Laborator de modelare 3D și prototipuri

Se așteaptă ca acest laborator să fie orientat mai mult către proiectul din lumea reală și să continue cercetarea în domeniul științei materialelor pe care USARB o desfășoară. Acest laborator are nevoie de software special (de exemplu, AutoCad, 3DMax sau similar), proiectoare 3D cu laser, stații de lucru cu unitate grafică avansată încorporată și imprimantă 3D pentru realizarea prototipurilor (deși există două imprimante 3D la USARB care pot fi utilizate în acest laborator).

Se așteaptă ca laboratorul să găsească o cerere suficientă pentru serviciile sale, având în vedere faptul că orașul Bălți este un centru industrial al Republicii Moldova, cu o serie de companii situate acolo.

Laborator de conținut video

Acest laborator își propune să valorifice experiența și capacitățile USARB în crearea de conținut educațional pentru predarea matematicii, informaticii și a altor discipline. Ideea este de a crea facilități pentru înregistrări video și audio, proiectare grafică pentru a asambla și dezvolta diferite conținuturi educaționale. Ar putea fi necesar un software specializat pentru editarea și asamblarea conținutului video.

În cele din urmă, dezvoltarea expertizei și a competențelor suplimentare ale profesorilor care predau tehnologii informaționale la Bălți ar trebui abordată prin acordarea accesului gratuit la resurse de învățare, inclusiv Udemy și Coursera.

Annex 6. UTM: Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică (FCIM)

UTM: **Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică (FCIM)**
<https://fcim.utm.md>

Descriere generală și capital uman

Facultatea de Calculatoare, Informatică și Microelectronică (FCIM) este cea mai mare școală din Republica Moldova care predă tehnologii informaționale, robotică, microelectronică și informatică din punct de vedere al numărului de studenți și al diversității programelor de studii. FCIM este principalul furnizor de profesioniști IT pentru industria de dezvoltare de software din Moldova.

Facultatea are aproximativ 220 de profesori, învățători și asistenți în personalul academic. Aproape 30% din personal combină activitatea didactică cu cea de muncă în cadrul companiilor IT și de inginerie din Moldova. În plus, există profesori care desfășoară proiecte de cercetare științifică, inclusiv proiecte în domeniul micro și nanoelectronicii și al ingineriei biomedicale, implementate în cadrul unui parteneriat cu universități germane și din UE.

Tab **A6.1** Personal academic

	Departamentul de Inginerie Software și Automatică	Departamentul de Informatică și Ingineria Sistemelor	Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală
Personal total, inclusiv:	112	67	41
<i>doctori habilitați</i>	4	1	9
<i>doctori în științe</i>	30	24	12

În plus, un mic departament de studii sociale și umanitare, cu 10 persoane în personalul academic, se ocupă de predarea filozofiei și a științelor sociale pentru studenții FCIM, precum și de cercetarea în acest domeniu.

Număr de studenți

În toamna anului 2021, la FCIM erau aproximativ 2.650 de studenți care studiau tehnologii informaționale, informatică, robotică și microelectronică. În fiecare an, FMCS recrutează aproximativ 750 de înscriși pentru programele sale de nivel licență cu normă întreagă. Alți aproximativ 160-200 de studenți se înscriu la studii la nivel de masterat la FCIM. Facultatea a reușit să crească semnificativ numărul de studenți în ultimii trei ani.

În plus, aprox. 100-140 de studenți se înscriu în fiecare an la programele de nivel licență la distanță oferite de facultate.

Tab **A6.2** Studenți (cu normă întreagă)

	Programe cu normă întreagă	
	Bacalaureat	Masterat
2021		
Înscriși	753	179
Absolvenți	319	120
2020		
Înscriși	752	194
Absolvenți	248	120
2019		
Înscriși	614	180
Absolvenți	248	94
2018		
Înscriși	494	166
Absolvenți	278	76

Rata de abandon la programele de studii la nivel de licență și masterat cu normă întreagă este destul de semnificativă, apropiindu-se de 30%. De fapt, FCIM nu încearcă să facă o selecție dură. Modelul de finanțare a universităților moldovenești, care primesc finanțare de la bugetul public în funcție de numărul de studenți pe care îi predau, le stimulează să păstreze orice student, indiferent de performanța sa academică.

Cu toate acestea, aproximativ 50% dintre cei înscriși vin la FCIM cu o pregătire în cadrul studiilor umanitare liceale. Mulți dintre acești elevi nu au suficiente cunoștințe de matematică și fizică pentru a studia materia inginerie și părăsesc universitatea. Un alt motiv pentru abandonul școlar este ocuparea forței de muncă a studenților. Peste 70 % dintre studenții FCIM au locuri de muncă part-time la companii de dezvoltare de software în al patrulea sau chiar în al treilea an de studii. Unii dintre ei decid să părăsească universitatea fiind conduși de convingerea că experiența din lumea reală înlocuiește valoarea unei diplome universitare.

Rata de abandon la programele de studii la distanță depășește 50%.

Programe de studii în 2021

În 2021, FCIM a oferit 11 programe de studii în domeniul informaticii, informaticii, microelectronicii, roboticii și sistemelor biomedicale pentru studenții de licență. La nivelul studiilor de masterat, există opt programe.

Cel mai popular program de studii la nivel de licență este programul în domeniul tehnologiilor informaționale, cu peste 200 de înscriși în 2021, urmat de programele în calculatoare și rețele și inginerie software, cu aproximativ 110 și, respectiv, 60 de studenți în primul an. Aceste trei programe sunt responsabile pentru aproape 50% din toți studenții de licență FCIM acceptați pentru primul an de studii.

Programul de inginerie software este livrat în limbile română și engleză, fiind mai mult un program de tip elitist. FCIM își face chiar și examene interne de admitere pentru înrolații din domeniul

ingineriei software, pe lângă concursul bazat pe notele diplomelor de absolvire a liceului pentru a selecta cei mai buni candidați.

Programele de microelectronică și nanotehnologii, robotică și inginerie biomedicală sunt mult mai puțin populare, având 10-25 de înscriși pe an.

Diferența dintre planurile de învățământ ale principalelor programe de studiu este destul de semnificativă, mai ales dacă se iau în considerare programele care predau microelectronică, robotică și sisteme biomedicale. Există cursuri de bază de bază oferite studenților la fiecare program și o serie de cursuri de specializare care diferențiază un program de celălalt.

Tab **A6.3** Programe de studii

Bacalaureat		Masterat	
o613.1: Tehnologia informației	4 ani 240 credite	o61: Tehnologia informației	1.5 ani 90 credite
o612.1: Calculatoare și rețele	4 ani 240 credite	o61: Calculatoare și rețele informaționale	1.5 ani 90 credite
o613.3: Ingineria software	4 ani 240 credite	o61: Ingineria software	1.5 ani 90 credite
o613.2: Securitate informațională	4 ani 240 credite	o61: Securitate informațională	1.5 ani 90 credite
o613.5: Informatică aplicată	3 ani 180 credite	o61: Managementul aplicațiilor informaționale	2 ani 120 credite
o612.2: Managementul informației	3 ani 180 credite	o61: Tehnologia informației pentru afaceri	2 ani 120 credite
o714.6: Automatică și informatică	4 ani 240 credite	o71: Microelectronică și nanotehnologii	1.5 ani 90 credite
o714.7: Robotică și mecatronică	4 ani 240 credite	o71: Inginerie biomedicală	1.5 ani 90 credite
o714.5: Microelectronică și nanotehnologii	4 ani 240 credite		
o714.4: Electronica aplicată	4 ani 240 credite		
o714.9: Inginerie biomedicală	4 ani 240 credite		

FCIM nu intenționează să dezvolte și să lanseze noi programe de studii la nivel de licență sau masterat în următorii trei ani sau să anuleze predarea vreunui program din portofoliul său academic.

Laboratoare de cercetare și dezvoltare și de predare

Din punct de vedere istoric, personalul academic de la FCIM este în mare parte implicat în realizarea de proiecte de cercetare științifică și de inginerie în lumea reală. Facultatea dezvoltă cinci învățăminte, centre științifice și de cercetare care dezvoltă activități de cercetare și dezvoltare, printre care se numără următoarele:

- ✓ Centrul de cercetare și formare profesională (CIRCLE);
- ✓ Centrul de cercetare și formare în domeniul securității cibernetice;
- ✓ Centrul Național de Inginerie Biomedicală;

- ✓ Centrul Național de Sprijin pentru Securitate Nucleară;
- ✓ Centrul de nanotehnologii și nanosenzori;

Pe lângă aceste cinci centre sau făcând parte din ele, la FCIM există mai multe laboratoare didactice și științifice. În total, șapte laboratoare fac parte din Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală; alte șapte laboratoare sunt gestionate de Departamentul de Inginerie Software și Automatică, iar patru laboratoare sunt în responsabilitatea Departamentului de Informatică și Inginerie de Sistem.

În același timp, aceste 18 laboratoare nu sunt la fel de active. Majoritatea dintre acestea nu au activități de cercetare și dezvoltare, fiind axate pe sprijinirea predării unor cursuri specifice. Laboratoarele de bază, care sunt importante pentru dezvoltarea profesioniștilor în domeniul IT, nu dispun de instrumente hardware și software pentru a sprijini proiectele practice ale studenților, necesare pentru dezvoltarea competențelor și cunoștințelor. Facilitățile existente ale celorlalte laboratoare ar trebui actualizate. De fapt, majoritatea acestor laboratoare rămân mai degrabă nominale decât active.

De exemplu, FCIM nu dispune de un laborator de securitate IT complet echipat cu cititoare de carduri inteligente și de amprente digitale, servere și stații de lucru cu firewall-uri instalate, software de securitate end-point, precum și simulatoare de atacuri DDoS și alte atacuri, instrumente de testare a penetrării etc. Studenții au o bună explicație a conceptelor de securitate hardware și software, însă au acces limitat la exersarea configurării și utilizării sistemelor reale.

Nu există un laborator de rețele de calculatoare complet echipat cu switch-uri, routere, rafturi de servere și alte echipamente de rețea pe care studenții să le poată configura și utiliza. Din fericire, există un software gratuit CISCO Packet Tracer care permite simularea rețelelor de calculatoare și a echipamentelor de rețea pentru efectuarea temelor practice.

La FCIM nu există un laborator de robotică. Facultatea dispune de câteva seturi Arduino și de manipuloare destul de vechi pentru a preda cursuri de robotică și are nevoie de roboți industriali și/sau de servicii de ultimă generație pentru a le oferi studenților posibilitatea de a face lucrări practice complexe relevante pentru aplicațiile din lumea reală ale sistemelor robotice.

Excepție fac laboratoarele Departamentului de microelectronică și inginerie biomedicală, care sunt relativ bine echipate datorită numărului de proiecte de cercetare și dezvoltare pe care le are acest departament.

Conducerea Universității Tehnice și a FCIM are în plan să dezvolte mai multe laboratoare de ultimă generație cu ajutorul proiectului ERASMUS. În special, laboratoarele de inginerie digitală, de electronică pentru automobile, de realitate virtuală și de industrie 4.0 sunt în curs de planificare. Laboratorul de industrie 4.0 ar putea fi lansat în cadrul unui parteneriat cu Crystal System, un integrator de sisteme din România care se ocupă cu implementarea SAP. Crystal are o filială la Chișinău.

Cursuri de bază

FCIM oferă un număr mare de cursuri fundamentale de IT pentru a dezvolta ingineri de software și multe clase de specializare pentru studenții săi de nivel licență și masterat. Practic, studiile fundamentale includ cursuri generale standard în algoritmi, structuri de date, baze de date, programare web, rețele de calculatoare și inginerie software. Cursurile de specializare includ bazele inteligenței artificiale, cloud computing, machine learning, lingvistică computațională, big data, realitate virtuală, securitate IT, microelectronică și altele.

Fiecare curs presupune ca studenții să facă unele lucrări practice de laborator. Facultatea pune la dispoziția studenților clase de calculatoare cu peste 100 de stații de lucru și instrumente de dezvoltare de software pentru a lucra în laboratoarele lor. Simulatoarele de software și IDE-urile (mediu de dezvoltare integrat) pot fi adesea descărcate gratuit sau există licențe gratuite ale furnizorilor disponibile pentru universități (așa-numitele licențe NFS sau licențe care nu sunt destinate vânzării). Mulți studenți, în special în ultimul an de studii, vin la universitate cu laptopurile lor. Nu există nicio restricție pentru ca studenții să aibă acces la IDE-uri pentru a exersa dezvoltarea de software.

Cu toate acestea, există totuși cursuri la care FCIM nu poate oferi facilitățile minime necesare pentru ca studenții să realizeze proiecte practice. Universitatea nu are licențe pentru software de gestionare a proiectelor, adică MS Project sau Jira (deși există o versiune gratuită a Jira disponibilă pentru universități). Nu există licențe pentru MS Visio, utilizat pentru modelarea cerințelor software. Nu există licențe pentru utilizarea instrumentelor de proiectare, inclusiv AutoCAD. Nici măcar 100 de stații de lucru nu sunt deja suficiente din cauza numărului tot mai mare de studenți, iar FCIM trebuie să își dubleze numărul.

În ceea ce privește lucrările practice efectuate de studenți în timpul studiilor, există câteva domenii în care ar putea fi aduse îmbunătățiri:

- ✓ în prezent, studenții nu creează portofolii personale în Github pentru a arăta potențialilor angajați nivelul de complexitate al sarcinilor la care au lucrat în timpul studiilor universitare - utilizarea GitHub este voluntară și doar cei mai buni studenți își stochează codul pe GitHub;
- ✓ proiectele de laborator ale studenților sunt relativ elementare și restrânse, studenții nu lucrează în echipă la rezolvarea unor cazuri complexe asemănătoare cu cele din lumea reală nefiind capabili să integreze și să aplice cunoștințele din diferite cursuri, inclusiv inginerie software, programare, testare, securitate etc.

FCIM încearcă să sugereze pentru proiectele de laborator ale studenților cazuri create pe baza unor sarcini tipice din lumea reală furnizate de sau dezvoltate împreună cu companii IT, deoarece există legături între profesorii FCIM și mediul de afaceri. Facultatea implementează în sistemul său de predare abordarea învățării bazate pe probleme. Totuși, aceasta este aplicată doar pentru anumite clase.

Studenții nu lucrează cu specificații tipice ale cerințelor software sau cu descrieri ale arhitecturii software similare celor utilizate de companiile IT pentru dezvoltarea codului. De regulă, ei primesc doar descrieri narative generale ale sarcinilor care nu sunt relevante pentru proiectele de dezvoltare

din lumea reală. Până la 50% din lucrările de diplomă sunt construite în jurul unor proiecte destul de plictisitoare pentru dezvoltarea de magazine online.

Tab **A6.4** Cursuri de bază (domenii) la nivelul studiilor de licență și masterat

Domeniul principal de studii	Număr de cursuri	Nivel	Tehnologii	Facilități de laborator	Cazuri din lumea reală	Coordonarea cu afacerile	Absolvent profil de competență
Programare și algoritmi	L1: 19 L2: 2	Avansat	C / C++	IDE	Nu	Nu	Nu
Rețele de calculatoare	L1: 5 L2: 2	Intermediar	CISCO	Cisco Packet Tracer	Nu	Nu	Nu
Dezvoltare Web	L1: 2 L2: -	De bază pentru Intermediar	HTML, CSS, JS (React)	IDE	Nu	Nu	Nu
Programarea serverelor	L1: 1 L2: -	De bază pentru Intermediar	Java 16	OpenJDK	Nu	Nu	Nu
Baze de date	L1: 3 L2: 1	De bază pentru Intermediar	MS SQL Server 2017	IDE	Nu	Nu	Nu
Inginerie software	L1: 19 L2: 6	Avansat	-	-	-	Da	Nu
Securitate IT	L1: 10 L2: 10	Intermediar	-	-	-	Nu	Nu
Tehnologii de aplicare	L1: 20 L2: 8	De bază	-	-	-	Nu	Nu
Robotică și sisteme automate	L1: 18 L2: -	De bază	-	-	-	Nu	Nu

L1: cursuri incluse în curricula programelor de studii de licență

L2: cursuri incluse în curricula programelor de masterat

IDE: mediu de dezvoltare integrat

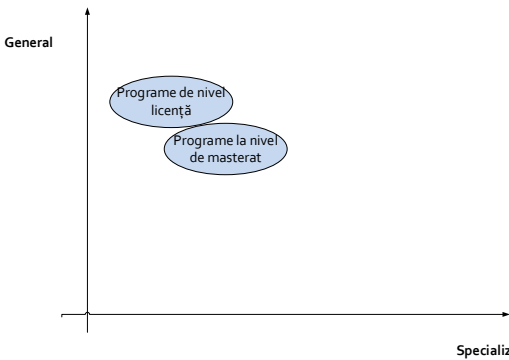
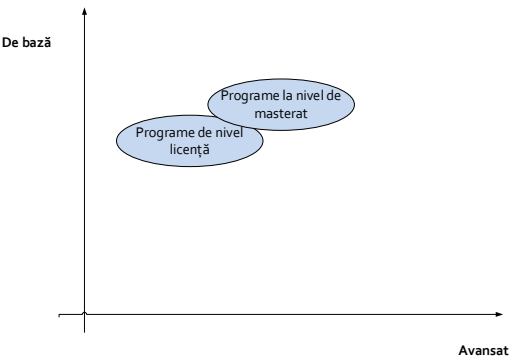
FCIM nu duce lipsă de competențe pentru a oferi cursurile existente. Profesorii au cunoștințe suficiente. În același timp, mulți profesori s-au pensionat deja sau sunt aproape de vârsta de pensionare. Generația tânără nu este numeroasă. Personalul facultății își continuă dezvoltarea profesională folosind cursuri gratuite Coursera și resurse didactice similare disponibile gratuit pe internet. Unii profesori investesc bani proprii pentru a plăti cursurile de pe Udemy. UTM nu oferă niciun sprijin financiar și nu dispune de un buget pentru dezvoltarea competențelor. Profesorii au, de asemenea, o experiență limitată în ceea ce privește vizitele regulate la conferințe internaționale și schimburile academice.

Acest model de dezvoltare profesională a cadrelor didactice este suficient pentru a asigura o calitate suficientă a predării cursurilor de bază și a formării competențelor de bază, însă blochează dezvoltarea abilităților și competențelor avansate în domeniul IT, inclusiv a competențelor în dezvoltarea aplicațiilor de realitate virtuală, Big Data, machine learning etc. Aceste cursuri sunt furnizate de FCIM la nivel de bază. Studenților le lipsește orientarea către tendințele recente de evoluție a produselor în domeniul IT care le-ar permite să gândească în direcția aplicațiilor pentru utilizatorii finali.

Acest model de predare limitează, de asemenea, studenții să dezvolte suficiente abilități și capacități practice pentru a lucra la proiectele pe care le-ar putea dezvolta în cadrul companiilor. Studenții au nevoie de stagii de practică suplimentare pentru a putea candida pentru rolul de dezvoltatori juniori. Experiența universitară nu este suficientă în acest sens.

Tab A6.5 Concentrarea programelor de studiu

<p>Based on the analysis of the curricular of FCIM study programmes, there is a pretty good balance in teaching programming languages and software engineering and programming paradigm classes. The faculty provides more software engineering studies embedding the training of coding skills in students' practical assignments or examples illustrating the solution of different IT problems.</p> <p>Students study C++, Java, JavaScript (react.js) and at the same time are more oriented to building solutions and algorithms using these tools rather than to being limited to study the syntax and structures of specific programming language.</p> <p>What may be useful is to include several electives focused on soft skills including the electives of decision making, communications, team management, problem-solving, etc.</p>	<p>The studies of information technologies at UTM are pretty practical which positively differentiate this university in Moldova. FCIM is a pioneer of the implementation of problem-based learning approach in its study programmes.</p> <p>At the same time, this practical focus is applied to the selected courses only. Many important courses remain general and theoretical including IT security, database or computer network classes. What is more, even at the mainstream courses, the students do not create portfolios of the projects they worked on in the university to show prospective employees in addition to their official diplomas and formal grades.</p>

<p style="text-align: center;">Echilibrul dintre clasele generale și specializate</p> 	<p style="text-align: center;">Echilibru între clasele de bază și avansate</p> 
<p>Programele de studii oferite de FCIM au clase axate pe aplicarea cunoștințelor IT în anumite industrii. Exemple de cursuri specializate sunt clasa de dezvoltare a jocurilor de fundații sau cea de e-guvernare. Cu toate acestea, s-ar putea ca acest lucru să nu fie suficient.</p> <p>FCIM nu oferă suficiente cursuri / cursuri opționale care să acopere specificul proiectării sistemelor IT sau a aplicațiilor software pentru bănci, agenții guvernamentale, sectorul sănătății, cu excepția cursurilor privind aparatele biomedicale. Studenții învață instrumente generale de inginerie software și de programare și pot avea o înțelegere limitată a modului în care să le aplice pentru a rezolva problemele specifice ale unor sectoare specifice.</p>	<p>FCIM oferă un nivel avansat de studii în domeniul ingineriei software, al paradigmatelor de programare și al limbajelor de programare. În același timp, multe alte cursuri de bază, inclusiv securitatea IT, robotica sau rețelele de calculatoare, sunt relativ de bază, iar studenții au nevoie de stagii suplimentare în cadrul companiilor IT pentru a putea aborda programe din lumea reală.</p> <p>Acest lucru se vede foarte bine mai ales la nivelul cursurilor de tehnologii aplicative. Cursurile de cloud computing, big data, AI sunt predate la nivel general de bază, oferind studenților o imagine de ansamblu asupra acestor tehnologii sau subiecte. Absolvenții nu sunt pregătiți să transpună aceste cunoștințe din clasă în lumea reală pentru a-și dezvolta mai departe proiectele de start-up sau pentru a rezolva sarcini sofisticate în aceste domenii pentru companiile care îi angajează.</p>

În cele din urmă, rămâne destul de dificil de evaluat calitatea fiecărui curs. Universitățile moldovenești nu fac o evaluare formală a cursurilor pe baza feedback-ului și a sondajelor studenților. În mod informal, pe baza opiniei proaspeților absolvenți FCIM și a studenților din ultimul an, aproximativ 30% din cursuri sunt valoroase și relevante pentru sarcinile pe care le rezolvă lucrând în industria IT. Cu toate acestea, studenții au evidențiat faptul că trebuie să facă mult autoînvățare pe lângă cursurile universitare pentru a deveni competitivi pe piața muncii din Moldova.

Capacități de cercetare și dezvoltare

Personalul FCIM a acumulat cunoștințe și expertiză pentru a realiza proiecte de cercetare și dezvoltare și proiecte din lumea reală într-o serie de domenii, inclusiv micro și nanoelectronică, aparate și senzori biomedicali, robotică, aplicații software etc. Toate cele trei departamente ale facultății raportează un număr de invenții și brevete. În același timp, portofoliul de proiecte actuale de cercetare și dezvoltare derulate de FCIM nu este mare. În special, la momentul actual, FCIM raportează principalele activități de cercetare-dezvoltare care se desfășoară în următoarele domenii:

- ✓ nanoelectronică (testarea sensibilității nano-senzorilor la radiațiile ionizante);
- ✓ senzori chimici;
- ✓ nanosateliți;
- ✓ sistem medical personalizat;
- ✓ algoritmi și modele pentru sisteme ciber-fizice.

Nanoelectronica este un punct forte al FCIM, realizările sale fiind recunoscute la nivel internațional. FCIM cooperează în acest domeniu cu universități din UE, SUA și Ucraina.

În plus, există o serie de invenții realizate de echipele mixte de studenți în profesori, inclusiv dezvoltarea Agrobot pentru întreținerea culturilor în 2021, simulatorul școlii de șoferi în 2021, sistemul de monitorizare și control pentru grădini (Smart Garden) în 2021, un sistem de monitorizare pentru cultivarea culturilor în 2019 și o serie de altele. Multe dintre aceste invenții au capacitatea de a se transforma în produse comercializabile și aplicații pentru utilizatorii finali.

Cu toate acestea, nu există exemple de start-up-uri care să iasă din FCIM sau de comercializare a invențiilor realizate de profesorii sau studenții facultății.

Cooperarea cu companiile IT

FCIM colaborează cu peste 15 companii care activează în industria de dezvoltare și inginerie software din Moldova, România și UE.

Companiile din domeniul IT încearcă să predea unele cursuri pentru selecția și recrutarea ulterioară a celor mai buni studenți sau să facă recrutarea, însă nu au trecut la dezvoltarea unor forme mai profunde de cooperare, inclusiv externalizarea unor proiecte de rutină sau de cercetare și dezvoltare către echipe mixte de profesori și studenți sau invitarea profesorilor universitari să facă parte din echipă pentru unele proiecte din lumea reală pe care le dezvoltă. De asemenea, companiile din domeniul IT nu oferă prea mult sprijin pentru îmbunătățirea programului de studii și a conținutului cursurilor principale, deși revizuiesc adesea programul de studii.

De asemenea, nu există exemple de laboratoare corporative lansate de companii IT la FCIM, deși există exemple de investiții private în renovarea spațiilor.

Propuneri de proiecte de laboratoare și centre de competență care urmează să fie dezvoltate

FCIM propune dezvoltarea mai multor proiecte de laborator sau proiecte axate pe crearea de centre de competență. În primul rând, aceste laboratoare sunt destinate să susțină programele de studii oferite de FCIM și vor deveni, de asemenea, terenul pe care studenții își vor dezvolta ideile de produse.

De fapt, toate aceste laboratoare ar trebui să fie create aproape de la zero, fiind un tip de proiecte greenfield.

Tab A6.6 Laboratoare științifice / cercetare și dezvoltare / studii Laboratoare și centre de competență care pot fi dezvoltate

	Profil	Localuri	Hardware	Software	Personal	Proiecte	Cursuri	Finanțare (sugerat)
Laborator de rețele, centre de date și cloud computing	Studiu C&D	Este necesară o renovare	Necesară / închiriată	Necesară / închiriată	8	Da, necesar	Este necesară o actualizare	ATIC / UTM

Laborator IoT	Studiu C&D	Este necesară o renovare	Necesară	Nu este nevoie	4	Da, necesar	Este necesară o actualizare	ATIC / UTM
Laborator de robotică și mecatronică	Studiu C&D	Este necesară o renovare	Necesară	Nu este nevoie	6	Da, necesar	Este necesară o actualizare	ATIC / UTM
Laborator de drone (UAV)	Studiu C&D	Este necesară o renovare	Necesară	Aveți nevoie de (CAD, prelucrare de date)	4	Da, necesar	Este necesară o actualizare	ATIC / UYM
Laborator de securitate IT	Studiu	Este necesară o renovare	Necesară	Aveți nevoie de (inclusiv simulatoare)	4	Da, necesar	Upgrade is needed	ATIC / UYM

Laborator de rețele, centru de date și cloud computing presupune crearea unei infrastructuri de servere pentru dezvoltarea și lansarea unui cloud privat FCIM sau a unui cloud hibrid, privat și public, care să fie utilizat pentru instruirea studenților în administrarea mașinilor virtuale, stocarea datelor și dezvoltarea de aplicații bazate pe cloud. O parte din acest cloud ar putea fi utilizată pentru găzduirea unui sistem de management al studiilor al UTM care poate fi dezvoltat. Acest laborator poate include, de asemenea, hardware de rețea, adică switch-uri, routere etc. pentru a oferi studenților un mediu pentru lucrări practice în domeniul ingineriei rețelelor. Ar trebui construit un centru de date pentru găzduirea serverelor și a echipamentelor de rețea.

În același timp, investițiile în hardware pentru un astfel de laborator pot fi destul de semnificative, depășind 2-5 milioane USD, inclusiv construcția unui centru de date de nivel TIER III, prin urmare, o opțiune mai puțin costisitoare de închiriere a resurselor hardware și software necesare și de utilizare intensivă a simulatoarelor poate fi luată în considerare ca o alternativă. FCIM își poate construi cloud-ul utilizând resursele hardware virtuale închiriate disponibile în Google Cloud, AWS etc.

Ce este necesar pentru dezvoltarea rețelei, a centrului de date și a laboratorului de cloud computing:

- ✓ acces la conținut de învățare avansată pentru profesori și studenți pentru a-și actualiza cunoștințele în configurarea și gestionarea cloud-urilor, a centrelor de date și a rețelelor de calculatoare (Udemy, Coursera sau cursuri de formare ale furnizorilor, inclusiv HPE Education Services, de exemplu, cu certificare a absolvenților);
- ✓ închirierea de simulatoare pentru a exersa proiectarea și gestionarea centrelor de date (de exemplu, unul furnizat de PD Solutions, o companie din Singapore care oferă o gamă largă de soluții software), configurarea norilor de calculatoare (un exemplu este Yandex Cloud furnizat pentru studenți sau Orange Cloud) etc.
- ✓ granturi de până la 12 luni/finanțare a echipelor pentru a lucra la proiecte specifice, inclusiv conținuturi de învățare și cazuri similare celor din lumea reală care implică studenții în aceste inițiative;

Un element esențial al dezvoltării cu succes a acestui laborator este implicarea companiilor IT, inclusiv Orange, MoldCell și Starnet.

Obiectivul acestor eforturi este lansarea unor cursuri avansate de proiectare și gestionare a centrelor de date și a norilor de calculatoare, cu cazuri practice pentru instruirea studenților. În ceea ce privește

eforturile de cercetare-dezvoltare și proiectele din lumea reală, FCIM își poate configura propriul cloud hibrid folosind hardware virtual închiriat pentru a dezvolta proiecte interne.

Un punct slab evident al acestui laborator este reprezentat de capacitățile umane limitate. Nu există în acest moment o echipă puternică de profesori și cadre didactice FCIM care să susțină această idee. Facultatea ar trebui să formeze un grup de profesori care să lucreze la acest proiect și să le ofere pregătirea și resursele necesare.

Laborator IoT, robotică și mecatronică

La FCIM există între patru și șase profesori care lucrează la aplicațiile IoT (Internet of Things) și în domeniul roboților industriali. De asemenea, cadrele didactice au experiență în domeniul senzorilor și al procesării informațiilor colectate cu ajutorul senzorilor. Prin urmare, este fezabil să se dezvolte un laborator care să se ocupe de proiectarea aplicațiilor IoT și a roboților.

Pe lângă seturile Arduino, se așteaptă ca acest laborator să dispună de platforme robotice industriale ale unor furnizori consacrați. De exemplu, platforme KUKA, ABB sau Fanuc pentru a-i învăța pe studenți să manipuleze roboții. În ceea ce privește platformele IoT, ar putea fi instalate și utilizate soluții open-source pentru dezvoltarea de aplicații IoT.

La fel ca în cazul altor proiecte de laborator, laboratorul de IoT, robotică și mecatronică ar trebui să construiască un portofoliu inițial de proiecte și cursuri pe care intenționează să le dezvolte ca bază pentru investiții ulterioare. Prin urmare, se așteaptă ca următoarele evenimente și eforturi să fie lansate înainte de investițiile în hardware:

- ✓ evenimente de facilitare cu utilizatorii finali și beneficiarii aplicațiilor IoT și robotice, de exemplu, universități de medicină, companii industriale, furnizori de servicii de transport și de utilități civile, precum și hackathons și evenimente similare pentru a mobiliza echipe mixte de studenți și profesori și pentru a le eficientiza eforturile în vederea rezolvării unor probleme specifice.
- ✓ acces la conținut de învățare avansată pentru profesori și studenți pentru a-și actualiza cunoștințele în dezvoltarea de aplicații IoT și robotice (Udemy, Coursera);
- ✓ granturi de până la 12 luni/finanțare a echipelor pentru a lucra la proiecte specifice de dezvoltare de aplicații care implică studenții în aceste inițiative;

Se așteaptă ca evenimentele de facilitare susținute de accesul la conținuturile de învățare să formuleze proiecte specifice și linii de cercetare-dezvoltare pentru investiții ulterioare în hardware și software.

Partenerii de afaceri pentru acest proiect pot fi compania Dekart, precum și alte întreprinderi care urmează să fie identificate.

Laboratorul de UAV (drone)

Echipa FCIM interesată de acest subiect include 4 profesori. În momentul de față, în cadrul facultății nu există cursuri de UAV (unmanned aerial vehicle) și nici un proiect de cercetare-dezvoltare în domeniu. Acest laborator ar trebui creat de la zero și va avea nevoie de hardware (drona, stațiile de

la sol și componente pentru asamblarea dronelor), de niște senzori pentru a colecta informații cu ajutorul dronelor, precum și de software pentru procesarea datelor. Acesta poate fi open source.

Unele evenimente de facilitare pentru a defini domeniul de aplicare al proiectelor de cercetare și dezvoltare și al cursurilor de predare care urmează să fie dezvoltate.

Laborator de securitate IT

Odată cu creșterea comerțului electronic, cu peste 500 de magazine online care acceptă plăți prin internet în Moldova, dezvoltarea aplicațiilor de e-guvernare și e-banking stimulează cererea locală de specialiști în securitate și servicii de consultanță. Pe piață este nevoie de un centru de competență specializat în protecția datelor și protecția sistemelor informatice.

FCIM poate utiliza cunoștințele acumulate în domeniul securității IT și le poate dezvolta în continuare pentru a crea un centru de securitate IT în Moldova capabil să dezvolte conținuturi de învățare de ultimă generație, să ofere practică pentru studenți și să ofere servicii de consultanță și expertiză băncilor, oficiilor guvernamentale și comercianților online. În special, dezvoltarea laboratorului de securitate IT va necesita:

- ✓ Premisele care pot fi puse la dispoziție de FCIM/UTM;
- ✓ Regulamentul formal al laboratorului, al conducerii și al subcontului bancar;
- ✓ Personal dedicat și motivat să dezvolte laboratorul de securitate IT;
- ✓ Hardware, inclusiv servere și stații de lucru;
- ✓ Software, inclusiv scanere de vulnerabilități, simulatoare de atacuri DDoS, de penetrare și alte atacuri, firewall-uri, sisteme de detectare a intruziunilor (IDS) și instrumente software similare ale principalilor furnizori;
- ✓ Parteneri de afaceri, inclusiv Agenția de Guvernare Electronică (e-Government Agency).

Laboratorul de securitate informatică trebuie să dispună de servere virtuale și/sau reale, rețele, magazine online de probă și alte aplicații de internet care să fie utilizate pentru lucrările de laborator ale studenților. Studenții ar trebui să aibă posibilitatea de a învăța cum să utilizeze diferite instrumente software pentru a proteja sistemele informatice și cum să scaneze sistemele în căutarea vulnerabilităților. Cu alte cuvinte, laboratorul ar trebui să le permită studenților să exerseze diferite atacuri asupra sistemelor informatice și măsuri de protecție, scanând sistemele informatice pentru a identifica vulnerabilitățile. De asemenea, laboratorul îi poate învăța pe studenți să configureze firewall-uri, IDS-uri și aplicații similare ale principalilor furnizori.

Un exemplu de scanere gratuite este OWASP ZAP. Există, de asemenea, instrumente de predare comerciale, precum și diferite soluții utilizate pentru protecția sistemelor informatice.