

# Cinci decenii de învățământ tehnic superior în domeniul siguranței în funcționare în România

**Prof. dr. ing. Ioan C. BACIVAROV**

Director - EUROQUALROM - ETTI, Universitatea „Politehnica” București, România  
Președinte - Asociația Română pentru Asigurarea Securității Informației (ARASEC)  
ioan.bacivarov@upb.ro

## Introducere

*Siguranța în funcționare*, privită în interacțiunea componentelor sale - *fiabilitate*, *mentenabilitate*, *disponibilitate*, *survivabilitate* și *securitate* - este un domeniu relativ nou, comparativ cu domeniile tehnice tradiționale: primele studii în sfera *fiabilității* datează din anii '50 ai secolului trecut, când au fost elaborate primele normative militare americane, datorate specialiștilor din celebrul grup de reglementare în domeniul fiabilității AGREE<sup>1</sup>.

Preocupările sistematice în domeniul *securității* sistemelor apar la sfârșitul celui de-al șaselea deceniu al secolului trecut, iar cele din domeniul securității informatice - începând cu cel de-al optulea deceniu al aceluiași secol.

Pe plan mondial, primele programe educaționale în domeniul fiabilității apar de abia la începutul anilor '60 ai secolului trecut. Programul de *Master în domeniul ingineriei fiabilității*, demarat în 1962 la US Air Force Institute of Technology din Dayton, Ohio, S.U.A. - destinat personalului militar și din administrația americană - este considerat drept primul program educațional în domeniu pe plan mondial.

După 1965 sunt dezvoltate mai multe programe educaționale în domeniul fiabilității la diverse universități americane, între care Air Force Institute of Technology Dayton, Ohio, U.S. Naval Post-Graduate School Monterey, California, University of Phoenix, Arizona, Princetown University, New Jersey și Columbus University, New York. „*Cel puțin un curs în statistică și probabilități și unul în*

---

<sup>1</sup> AGREE - Advisory Group on Reliability of Electronic Equipment

*domeniul fiabilității trebuie inclus în curricula tuturor universităților tehnice”* menționa profesorul american *D. Kececioglu* într-un articol publicat în prestigioasa revistă *IEEE Transactions on Reliability* în 1984 [1].

În acest context, se remarcă faptul că și în România, cu precădere în cadrul Institutului Politehnic (din 1992, Universitatea „Politehnica”) din București (I.P.B. / U.P.B.) - cea mai mare universitate tehnică din România - au existat inițiative educaționale valoroase în domeniul calității și siguranței în funcționare, care o situează la loc de frunte pe plan european și chiar mondial.

În cadrul lucrării de față vor fi evidențiate principalele programe de cercetare și educaționale în domeniul siguranței în funcționare, dezvoltate sub egida Catedrei / Departamentului Tehnologie Electronică și Fiabilitate din U.P.B., care aniversează în anul 2021 cinci decenii de la înființare.

După cinci decenii de învățământ tehnic superior și cercetare științifică în domeniul siguranței în funcționare în electronică și telecomunicații se poate vorbi astăzi de o adevărată „școală românească” în domeniu, ale cărei realizări sunt cunoscute și apreciate atât la nivel național, cât și internațional: cercetările și cursurile care inițial se refereau cu precădere la domeniul fiabilității și mentenabilității, abordează în ultimii 15 ani și domeniul securității, de la analiza riscului la studiul securității informației.

### **Învățământul tehnic superior în domeniul calității și siguranței în funcționare în electronică și telecomunicații în România - câteva repere istorice**

În conformitate cu tendința manifestată pe plan mondial, cercetările în domeniul calității și fiabilității în domeniul electric (și cu precădere cel al electronicii) au devansat, în general, cu 10...15 ani pe cele din celelalte domenii.

În România, pionierii domeniului fiabilității sunt profesorii *Vasile M. Cătuneanu* (pentru domeniul electronic și de telecomunicații) și *Vasile Nițu* (pentru domeniul energetic). La sfârșitul anilor '70, cursuri în domeniul calității și fiabilității încep să fie introduse și la alte facultăți din I.P.B. (cu precădere la cele electrice), iar

după anii '90 - și la alte universități din România, în special sub egida unor proiecte educaționale europene, dar acestea nu sunt analizate în cadrul prezentei lucrări.

În continuare, în această analiză ne vom referi doar la domeniul electronicii și al telecomunicațiilor. Profesorul **Cătuneanu** a publicat - la mijlocul anilor '60 - primele articole în domeniul fiabilității operaționale [2], bazate, în principal, pe literatura tehnică rusă; tot el a introdus la sfârșitul anilor '60 și primele capitole de fiabilitate în cursul de *Materiale* predat studenților facultății de profil din cadrul Institutului Politehnic București.



**Fig. 1.** Profesorul V.M. Cătuneanu, împreună cu câțiva dintre colaboratorii săi din noua Catedră Tehnologie Electronică și Fiabilitate (1972)

În 1971, profesorul **V. M. Cătuneanu** - din poziția de decan al Facultății de Electronică și Telecomunicații (EITc) din I.P.B. - are excelenta idee, și totodată pârghiile necesare înființării Catedrei de *Tehnologie Electronică și Fiabilitate (TEF)*, începând cu 1 octombrie 1971. În acest scop, a selecționat pe cei mai buni absolvenți ai promoției 1971 ai Facultății de Electronică din I.P.B., tineri cu deschidere totală spre studiu și cercetare, vorbitori ai mai multor limbi de circulație internațională, după cum menționează **D. Stoichițoiu** și **V. Vodă** în excelenta lor „Istorie a calității” [3].

Dintre cei care au fost chemați în 1971 să „deștelenească” educația și cercetarea în domeniul calității și al fiabilității în noua catedră menționăm pe **Ioan C. Bacivarov** (șeful de promoție al secției de „Telecomunicații” a facultății), precum și pe **Angelica**

**Dogaru** (viitoare **Bacivarov**) și **Adrian Mihalache** - unii dintre cei mai buni absolvenți ai secției de „*Electronică aplicată*”.<sup>2</sup>

Aceștia au început o muncă de pionierat, bazată în primul rând pe studierea lucrărilor fundamentale din literatura tehnică de specialitate anglo-saxonă, ce existau în acea perioadă în cele mai „bogate” biblioteci tehnice din țară: *INID* și *IFA*. În afară de cei menționați anterior, în *Colectivul Calitate - Fiabilitate* al Catedrei au mai fost incluși și **Marieta Georgescu** (viitoare Dragomirescu) - absolventă a Facultății EITc din 1966 - și, spre sfârșitul anilor '70, **Florin Popențiu**.

Profesorul **Cătuneanu** și colaboratorii săi au meritul de a fi înțeles că pregătirea viitorilor ingineri electroniști nu poate fi completă decât dacă în programa analitică a facultății este avut în vedere întregul ciclu de viață al sistemelor, iar conceptele de bază ale ingineriei calității și siguranței în funcționare (fiabilitate, mentenabilitate, securitate), precum și noțiunile privind proiectarea pentru calitate, fiabilitate, securitate, testabilitate ș.a. și proiectarea tehnologică trebuie învățate încă de pe băncile facultății. Pentru această idee au militat în întreaga lor activitate, în ciuda multor constrângeri și opinii contrare, unele venite chiar din partea unor colegi sau chiar factori de decizie din facultate.

Primele capitole de curs în domeniul calității și fiabilității fuseseră deja introduse în programa analitică a Facultății de Electronică și Telecomunicații la începutul anilor '70 (în cadrul cursului de *Materiale*). Tinerele cadre didactice ale Catedrei TEF pregătesc noi cursuri, corespunzătoare specializării fiecăruia: *Fiabilitatea sistemelor de telecomunicații*, *Fiabilitatea aparaturii electronice*, *Fiabilitatea componentelor electronice* ș.a.), care sunt succesiv introduse la secțiile de specialitate, începând cu 1973. În paralel se introduc și primele cursuri tehnologice în facultate, deoarece în viziunea noii Catedre TEF, proiectarea pentru fiabilitate și mentenabilitate trebuia corelată cu cea tehnologică în vederea elaborării unor sisteme performante.

De menționat că - spre deosebire de domeniile tehnice „tradiționale” (cum sunt matematica, fizica, electrotehnica ș.a.), pentru care există deja un background serios și

---

<sup>2</sup> La înființare, în 1971, Catedra de Tehnologie Electronică și Fiabilitate din IPB avea trei colective principale: Calitate și fiabilitate, Materiale și Tehnologie electronică; în cadrul acestei lucrări vor fi avute în vedere doar activitatea și realizările primului colectiv.

numeroase lucrări fundamentale deja publicate - domeniul *calității și fiabilității* era un domeniu nou, care a fost efectiv „deșțelenit” de către membrii colectivului de profil din Catedra TEF: de la elaborarea programelor didactice până la scrierea unor cărți și manuale de specialitate.

În perioada dificilă a anilor 1975 - 1990 se conturează deja germeii unei *școli românești de fiabilitate*, în care membrii colectivului de fiabilitate ai Catedrei TEF au avut un rol important: sunt publicate lucrări fundamentale în domeniu [4]...[9] și sunt realizate contracte de cercetare științifică prin care sunt soluționate probleme reale de fiabilitate ale industriei și cercetării de profil, cum ar fi creșterea fiabilității televizoarelor și calculatoarelor electronice, analiza și creșterea fiabilității și securității echipamentelor electronice din transportul naval și industria chimică, realizarea de echipamente pentru testarea componentelor electronice și a sistemelor de calcul etc.<sup>3</sup>



**Fig. 2.** Profesorii Adrian Mihalache, Angelica Bacivarov și Ioan Bacivarov participând la Conferința Pan-Europeană „e-learning Society” (2002)

Printre *noile domenii didactice* și de *cercetare științifică* pe care le-au dezvoltat și impus în România cadrele didactice amintite anterior menționăm: *fiabilitatea sistemelor de telecomunicații, analiza fiabilității și securității sistemelor de mare răspundere funcțională, managementul siguranței în funcționare, fiabilitate umană*

<sup>3</sup> O listă selectivă a principalelor contracte de cercetare științifică, naționale și internaționale în domeniul calității și fiabilității în cadrul Departamentului TEF, precum și a lucrărilor elaborate de către aceștia este dată pe site-ul Laboratorului EUROQUALROM, [www.euroqual.pub.ro](http://www.euroqual.pub.ro).

(**Ioan Bacivarov**), *fiabilitatea și securitatea sistemelor de calcul* - atât la nivel hardware, cât și software, *sisteme / calculatoare tolerante la defectări, testare automată și diagnoză tehnică* (**Angelica Bacivarov**), *teoria incertitudinii* (**Adrian Mihalache**), *optimizări în fiabilitate* (**Florin Popențiu**).

Noua Catedră TEF își consolidează prezența și rolul de leader al domeniului în peisajul științific românesc al acelei perioade și prin organizarea mai multor manifestări științifice, dintre care cea mai importantă este, desigur, *Simpozionul național „Tehnologie electronică și fiabilitate”*. Prima ediție a simpozionului a fost organizată la I.P. București în noiembrie 1977 (președinte - V.M. Cătuneanu, coordonare științifică - Ioan C. Bacivarov), în deschiderea sa vorbind mai multe personalități științifice și administrative ale momentului; o vastă selecție din cele peste 120 de lucrări prezentate în cadrul simpozionului a fost inclusă într-un amplu volum publicat de către Editura Didactică și Pedagogică [10]. Simpozionul „Tehnologie electronică și fiabilitate” mai este organizat în încă 10 ediții, în diferite centre universitare, până în anul 1990, când își încetează existența, locul său fiind luat de alte conferințe în domeniu, între care desigur cea mai importantă va fi *Conferința internațională de calitate și fiabilitate - CCF*, ajunsă în prezent la cea de-a 16-a ediție.



**Fig. 3.** *Participanți români și străini la International Conference in Quality and Dependability - CCF 2014*

În perioada anilor '80, profesorul *Cătuneanu* și alți membri ai colectivului de specialitate din Catedra TEF sunt implicați în organizarea și coordonarea unor secțiuni de calitate - fiabilitate din cadrul diverselor conferințe și simpozioane naționale (sesiuni ale Academiei Române, conferințele naționale de electronică și telecomunicații, simpozioanele SACEP ș.a.).

Cu toate restricțiile din acea perioadă, membri ai colectivului de fiabilitate din Catedra TEF încep să fie tot mai vizibili și pe plan internațional, publicând articole în reviste științifice internaționale de prestigiu, cum sunt *IEEE Transactions on Reliability, Reliability Engineering & System Safety, Microelectronics and Reliability* ș.a., sau trimițând lucrări la conferințe internaționale de fiabilitate cunoscute, organizate în Anglia, Franța sau Ungaria.

Ca editori ai puținelor reviste științifice românești care mai apăreau până în 1989, prof. **V. Cătuneanu** (*Automatică și Electronică, Telecomunicații*) și dr. **Ioan Bacivarov** (*Calitate, fiabilitate, metrologie*) au contribuit la popularizarea celor mai importante rezultate ale cercetării științifice autohtone în domeniu.

După 1990, profesorul **Ioan Bacivarov** s-a implicat în înființarea și coordonarea editorială a unor reviste internaționale de specialitate (între care *Asigurarea Calității - Quality Assurance*, începând cu 1995 și *International Journal of Information Security and Cybercrime - IJISC*, începând cu 2012). În calitate de Editor / membru al Editorial Board al unor prestigioase reviste internaționale în domeniu, între care *Quality Engineering* (S.U.A) și *Reliability Engineering & System Safety* (Elsevier, Marea Britanie), a contribuit la o mai bună vizibilitate internațională a cercetărilor românești în domeniul calității și siguranței în funcționare.

### **Programul academic postuniversitar „Calitatea, fiabilitatea și mentenabilitatea sistemelor complexe”**

Un moment important pentru dezvoltarea învățământului de profil l-a reprezentat lansarea în 1972 - sub coordonarea profesorului *Cătuneanu*, și cu contribuția substanțială a tinerilor săi colaboratori - a *programului didactic*

postuniversitar în domeniu, prima promoție obținând diplomele de absolvire în anul 1973.

Acest program postuniversitar s-a desfășurat neîntrerupt pe parcursul a 36 de ani (1972 - 2008), fiind absolvit de circa 1600 de cursanți, specialiști cu studii superioare, în principal din domeniul tehnic (peste 95% dintre absolvenți), dar și din domeniul economic; el reprezintă, fără îndoială, unul dintre programele de învățământ tehnic postuniversitar de succes cu cea mai îndelungată existență în România. În perioada 1976 - 1980, coordonatorul cursurilor a fost prof. univ. dr. **Vasile Corlățeanu**, iar din anul 1981 cursurile au fost coordonate de către dr. ing. **Ioan C. Bacivarov**.

Dacă inițial acest program postuniversitar avea în vedere în special domeniul *fiabilității* (fiind, de altfel, denumite inițial „Cursurile postuniversitare de fiabilitate”) și, parțial, pe cel al *mentenabilității*, după 1982 sfera acestora s-a extins, succesiv, spre toate laturile *siguranței în funcționare* (fiabilitate, mentenabilitate, securitate), iar după 1990 în cadrul său a început să fie abordată *întreaga problematică a calității*, privită în sinergia laturilor sale. Problematika securității a fost abordată în cadrul cursului „*Fiabilitatea și securitatea sistemelor de mare răspundere funcțională*”, ținut de către prof. **Ioan Bacivarov** între 1985 și 2008.

Mulți dintre specialiștii români de prestigiu în domeniul calității și siguranței în funcționare în România au funcționat, de-a lungul anilor, ca profesori în cadrul programului academic postuniversitar „*Calitatea, fiabilitatea și mentenabilitatea sistemelor complexe*”. Ne face o deosebită plăcere să amintim pentru prima perioadă a cursurilor numele profesorilor universitari **Vasile Cătuneanu**, **Vasile Corlățeanu**, **Vasile Nițu**, **Cezar Ionescu**, **Tudor Baron**, precum și cele ale profesorilor asociați **Dan Stoichițoiu**, **Eugeniu Diatcu**, **Ulrich Wiener**, **Dumitru Niculescu** ș.a.

Dintre specialiștii care - pentru o perioadă mai lungă sau mai scurtă - au predat cursuri în cadrul programului postuniversitar în domeniul calității și siguranței în funcționare, organizat sub egida Catedrei Tehnologie Electronică și Fiabilitate, amintim, între alții, pe: prof. univ. dr. **Angelica Bacivarov** (testare și diagnoză tehnică, toleranță la defectări), dr. ing. **Marius Bâzu** (fiabilitatea componentelor), prof. univ. dr. **Marieta Dragomirescu** (fiabilitatea aparaturii electronice), prof. univ. dr. **Adrian**



**Mihalache** (teoria reînnoirii, fundamentele matematice ale calității și fiabilității), prof. univ. dr. **Gheorghe Opreșan**, conf. univ. dr. **Rodica Tomescu** (fundamentele matematice ale calității și fiabilității), dr. ing. **Dan Stoichițoiu** (asigurarea și certificarea calității), prof. univ. dr. **Sorin Ionescu**, dr. ing. **Traian Teodoru** (managementul calității), prof. univ. dr. **Ioan Bacivarov** (fundamentele siguranței în funcționare, abordări moderne în fiabilitate și mentenabilitate, fiabilitatea și securitatea sistemelor de mare răspundere funcțională, asigurarea și certificarea calității și siguranței în funcționare).

Din enumerarea acestor nume, se remarcă faptul că majoritatea specialiștilor români importanți ai domeniului din ultimele 5 decenii au contribuit la instruirea cursanților - din industrie și cercetare (înainte de 1990), precum și din companii și ministere (după 1990) - și, ceea ce este poate mai important, la sensibilizarea acestora asupra importanței și a aspectelor teoretice și practice ale implementării calității și siguranței în funcționare.

O influență deosebit de pozitivă asupra acestui program academic postuniversitar, ca și asupra programelor de masterat care i-au urmat, l-au exercitat proiectul educațional european TEMPUS S\_JEP-11300 „EUROQUALROM” și ulterior programul educațional european ERASMUS / SOCRATES. Astfel, curriculum-ul / syllabus-urile au fost restructurate pentru a fi în concordanță cu cele ale unor universități de prestigiu ale Uniunii Europene (și în special cu cele ale *European Programme in Quality of Complex Integrated Systems - EPIQCS*).

De altfel, având în vedere nivelul acestor cursuri postuniversitare și - ulterior - al programului de masterat în domeniu, Universitatea „Politehnica” din București a fost acceptată ca membru asociat în cadrul *Programului European EPIQCS*, finalizat prin *Master-ul European în domeniul Calității Sistemelor Integrate Complexe* [11].

### **Proiectul TEMPUS - EUROQUALROM - ancorarea învățământului postuniversitar de specialitate la coordonate europene**

Cel mai vast și important proiect dezvoltat în cadrul Catedrei de Tehnologie Electronică și Fiabilitate în anii '90 a fost desigur proiectul european **TEMPUS S-JEP**

**11300 „EUROQUALROM”** (coordonator internațional: prof. **Ioan Bacivarov**, contractor: prof. **Marin Drăgulinescu**), program ale cărui rezultate au fost apreciate și de către organismele în domeniul educației ale Comisiei Europene, care l-au considerat drept „un proiect model în domeniu”.

Proiectul educațional „**EUROQUALROM**” a fost dezvoltat în cadrul programului european **TEMPUS - PHARE** în perioada 1996 - 1999 și la acesta au participat parteneri cu realizări de marcă în domeniul calității și siguranței în funcționare, în principal din mediul universitar; interfața cu sfera industriei și a serviciilor a fost asigurată prin intermediul a două dintre principalele organizații non-guvernamentale românești în domeniul asigurării și managementului calității de la acea vreme, respectiv *Societatea Română pentru Asigurarea Calității (SRAC)* și *Fundația Română pentru Promovarea Calității (FRPC)*.

Dacă ne referim la universitățile autohtone, trebuie menționată participarea principalelor universități românești din domeniul **tehnic** (*Universitatea „Politehnica” București - Facultatea de Electronică și Telecomunicații și Facultatea de Energetică* - ambele facultăți având realizări notabile în sfera ingineriei și asigurării calității și fiabilității) și din cel **economic** (*Academia de Studii Economice București*, de asemenea cu contribuții importante în domeniul controlului și managementului calității), precum și a altor două universități tehnice active în acest domeniu, respectiv universitățile din *Oradea și Pitești*.

Dintre universitățile de prestigiu din Uniunea Europeană participante la proiectul **TEMPUS S\_ JEP 11300 „EUROQUALROM”** merită amintite *Institutul Național Politehnic din Grenoble* (Franța), coordonatorul Programului Educațional European în domeniul calității sistemelor integrate complexe - EPIQCS, *Universitatea din Pireu* (Grecia), coordonatorul Programului Educațional European în domeniul Managementului Total al Calității - EMPTQM, *Institutul pentru Managementul Strategic al Calității* din cadrul *Universității Erasmus din Rotterdam* (Olanda), *Institutul Politehnic din Torino* (Italia), precum și universitățile din *Angers și Paris - ENSAM* (Franța), *Barcelona* (Spania), *Lisabona* (Portugalia), *Paisley* (Marea Britanie).

Obiectivul principal al proiectului *TEMPUS „EUROQUALROM”* l-a constituit *restructurarea planurilor de învățământ* din facultățile cu profil tehnic (în special electric - electronic și energetic) și economic, în scopul includerii în programele educaționale a *problematicii calității* (privită în interacțiunea componentelor sale, statice și dinamice) și în particular a *asigurării, controlului, certificării și managementului calității*, în conformitate cu cerințele organizațiilor economice și cu dezideratele României de participare la structurile euro-atlantice, ceea ce a implicat și o aliniere la standardele europene în acest domeniu vital [12].

De asemenea, s-a urmărit *restructurarea cursurilor* în domeniul calității și siguranței în funcționare, în conformitate cu cele predate în universități de elită din țările Uniunii Europene (U.E.), ca și *modernizarea metodelor de predare* utilizate în acest domeniu (în principal, prin utilizarea intensivă a *instruirii asistate de calculator și a sistemelor multimedia*). S-a avut în vedere, de asemenea, problema *asigurării și managementului procesului educațional din învățământul superior*, inclusiv elaborarea de modele și metrici adecvate *monitorizării și evaluării* acestuia. Acest proiect a fost unul dintre acelea prin care s-au pus bazele sistemului autohton de asigurare și certificare a calității învățământului superior tehnic și economic.

Într-o primă etapă a proiectului s-a avut în vedere elaborarea, în cooperare cu partenerii din U.E., a unei *strategii de abordare a calității* în învățământul superior - tehnic și economic - din România în conformitate cu sistemul utilizat de universitățile de profil din Uniunea Europeană.



**Fig. 4.** *Coordonatorul proiectului educațional european TEMPUS, profesorul Ioan Bacivarov, deschizând unul dintre workshop-urile TEMPUS - EUROQUALROM consacrate învățământului superior în domeniul calității și fiabilității alături de profesorii Ioan Constantin, Marin Drăgulinescu, Vasile Cătuneanu, Bernard Dumon și Tudor Baron (1998)*

În scopul realizării obiectivelor proiectului TEMPUS „EUROQUALROM” au fost formate mai multe *grupe de lucru* având obiective legate de elaborarea unor strategii optime pentru introducerea problematicii calității în învățământul superior. Între grupele de lucru cele mai active menționăm pe cele având ca obiect de studiu: implementarea calității în învățământul superior tehnic, respectiv economic; asigurarea calității; ingineria calității; managementul calității; interfața industrie - învățământ; probleme specifice universităților mici și mijlocii, probleme specifice ale asigurării calității în învățământul superior etc.). Concluziile rezultate în urma reuniunilor de lucru au fost prezentate în cadrul mai multor dezbateri / mese rotunde și reuniuni organizate sub egida proiectului TEMPUS S\_JEP-11300-96 „EUROQUALROM”, între care menționăm workshop-urile „*Strategia abordării calității în învățământul superior tehnic și economic românesc*” (București, 30 noiembrie 1997), „*Strategii pentru universitățile din România și Uniunea Europeană privind învățământul superior în domeniul calității*” (ENSAM Paris, 3 - 4 aprilie 1998) și „*Programe universitare și post-universitare românești și europene în calitate și fiabilitate*” (Oradea, 17 - 18 mai 1999).

De menționat că în atenția Comitetului Director al Proiectului TEMPUS „EUROQUALROM” a stat în permanență *o cât mai bună diseminare a rezultatelor obținute*, atât la nivel național, cât și la nivel internațional, fapt realizat prin cele 6 cărți și peste 60 de articole și comunicări științifice publicate ca urmare a acestui proiect.

Din punct de vedere educațional s-a realizat restructurarea - în conformitate cu exigențele europene actuale - a cursurilor universitare și postuniversitare din universitățile partenere. În particular - ca urmare a acestui proiect - în Facultatea de Electronică și Telecomunicații din U.P.B. a fost modernizat programul academic postuniversitar în domeniu și a început să funcționeze, începând cu 1996, primul program de studii aprofundate (masterat) „*Ingineria calității și fiabilității*”.

Curricula programelor educaționale postuniversitar și de masterat coordonate de Catedra TEF au fost perfecționate în mod continuu, astfel încât să fie în concordanță cu normativele și reglementările existente pe plan național și internațional în domeniile calității și siguranței în funcționare. S-a pus un accent deosebit pe problematica

asigurării, certificării și managementului calității, fiabilității și securității, fiind introduse mai multe cursuri cu această tematică. Au început să fie studiate - în acest context - normativele din seriile ISO 9000, ISO 14000, ISO 27000, CEI 300, sistemele integrate de management al calității, mediului și securității, instrumentele moderne ale managementul calității totale, metoda Six Sigma ș.a.

De menționat că începând cu sfârșitul anilor '90 - inclusiv prin intermediul unor programe europene TEMPUS de acest tip - sunt introduse cursuri (universitare și postuniversitare) de calitate și fiabilitate la majoritatea facultăților din U.P.B. și în majoritatea universităților tehnice importante din România; aceasta a contribuit desigur la completarea pregătirii studenților în raport cu cerințele sistemelor tehnice reale, precum și cu cele ale companiilor producătoare.

### **Programele de Masterat în domeniul calității și siguranței în funcționare**

Începând cu anul 1996 - pe baza experienței acumulate prin programul academic postuniversitar „*Calitatea, fiabilitatea și mentenabilitatea sistemelor complexe*”, a programelor TEMPUS individuale, precum și a programului TEMPUS - EUROQUALROM - a fost implementat în Facultatea ETTI - UPB programul de masterat (studii aprofundate) „*Ingineria Calității și Fiabilității*” - ICF, primul masterat în domeniu din România (cu durata de 1 an). Acest program de masterat, care a funcționat cu succes timp de un deceniu, a fost coordonat de către prof. **Angelica Bacivarov**.

Începând cu anul 2006, avându-se în vedere noile cerințe ale învățământului superior legate de implementarea „ciclului Bologna”, a început să funcționeze în Facultatea ETTI - UPB programul de masterat „*Ingineria Calității și Siguranței în Funcționare în Electronică și Telecomunicații*” - ICSFET, coordonat succesiv de către profesorii **Angelica Bacivarov** și **Ioan Bacivarov**; acesta s-a bazat pe experiența și pe îmbunătățirile aduse - timp de un deceniu - masteratului ICF. Avându-se în vedere concurența ridicată de la admitere, precum și evaluările favorabile privind satisfacția masteranzilor și angajatorilor, programul ICSFET poate fi considerat drept unul dintre programele de masterat de succes dezvoltate în cadrul Facultății ETTI din UPB.

Masteranzii au apreciat faptul că acest program le asigură cunoștințele de specialitate în domenii puțin sau deloc abordate în cadrul studiilor de licență, dar absolut necesare pentru pregătirea exhaustivă a viitorilor ingineri. Este important de menționat faptul că majoritatea absolvenților acestui program de masterat au fost angajați - în special în compartimentele *Calitate - Fiabilitate - Securitate* și/sau *Testare - Diagnoză* - din întreprinderi și companii românești sau multinaționale, pregătirea lor fiind favorabil apreciată de către angajatori.

Dintre cadrele didactice din Departamentul de Tehnologie Electronică și Fiabilitate din cadrul ETTI - UPB care și-au adus contribuția la succesul acestor programe de masterat menționăm pe profesorii ***Ioan C. Bacivarov, Angelica Bacivarov, Adrian Mihalache, Norocel Codreanu, Alexandru Vasile, Orest Oltu, Iulian Năstac, Lucian Milea*** ș.a.

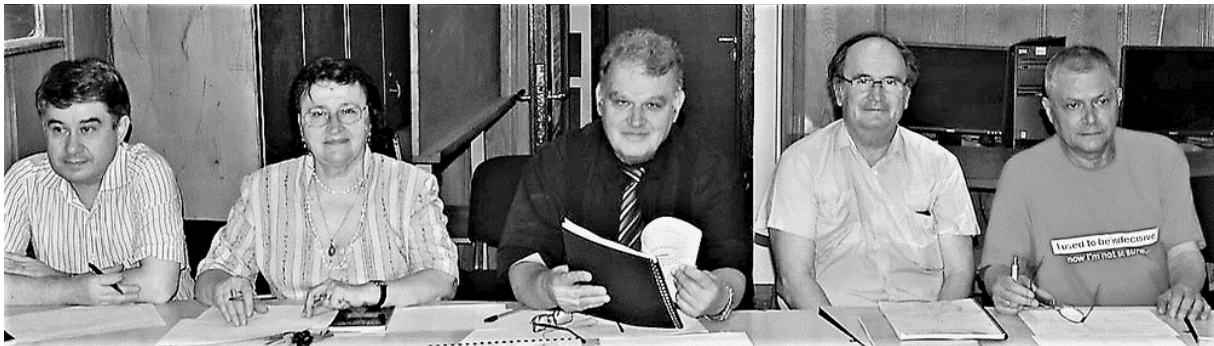


**Fig. 5.** *Promoția 2017 a programului de Masterat ICSFET, ETTI - UPB*

De menționat faptul că unele dintre cursurile de specialitate privind asigurarea și certificarea calității și fiabilității, managementul calității, securitatea sistemelor informatice, standardizare și legislație în domeniu, controlul calității proceselor tehnologice ș.a. au fost ținute de către cunoscuți specialiști în domeniu din *Societatea Română pentru Asigurarea Calității - SRAC* (dr. ing. ***Dan Stoichițoiu***, dr. ing. ***Cristinel Roncea*** ș.a.), *Institutul pentru Microtehnologii - IMT* (dr. ing. ***Marius Bâzu***), *Academia de Poliție „Al. I. Cuza” București* (conf. dr. ing. ***Ioan-Cosmin Mihai***), *Asociația Română pentru Asigurarea Securității Informației - ARASEC* (dr. ing. ***Gabriel Petrică***) sau alte instituții (dr. mat. ***Luminița Copaci***, dr. ing. ***Costel Ciuchi***).

Aceasta a permis ancorarea cursurilor predate la problemele reale ale economiei și societății europene, în general, și românești, în special și a favorizat integrarea rapidă a absolvenților în companiile de profil.

Urmând exemplul universităților europene cu care Laboratorul *EUROQUALROM (TEF - ETTI)* colaborează de peste trei decenii, putem spune că programele de masterat de succes pot fi realizate numai printr-o strânsă cooperare cu organizații și companii de renume, cu activități în domeniu (în unele universități din U.E., peste 50% dintre cursuri sunt ținute de profesori asociați) și de aceea dorim să dezvoltăm în viitor această cooperare.



**Fig. 6.** Membrii comisiei din cadrul *ETTI - UPB* pentru susținerea examenului de disertație la programul de Masterat *ICSFET* (iunie 2016): conf. I. Năstac, prof. Angelica Bacivarov, prof. I.C. Bacivarov (președintele comisiei), prof. A. Manea, prof. A. Mihalache

De menționat că grație programelor educaționale europene de mobilitate *ERASMUS / SOCRATES*, un număr de circa 50 de masteranzi *ICSFET* au putut efectua stagii educaționale de câte 3 luni la universități din Uniunea Europeană (cu precădere la *ISTIA - Universitatea din Angers* și *INP Grenoble*, Franța, cu care Laboratorul *EUROQUALROM - ETTI - UPB* are excelente relații de colaborare educațională și științifică), unde și-au elaborat - în co-tutelă - lucrările de disertație. În același timp, 18 studenți francezi de la Universitatea din Angers și-au efectuat stagiile *ERASMUS* în cadrul Laboratorului *EUROQUALROM* în ultimul deceniu.

În ultimul deceniu, centrul preocupărilor din domeniul siguranței în funcționare s-a deplasat spre domeniul securității, și în special spre cel al *cybersecurity*, fapt ce s-a oglindit și în restructurarea programei *ICSFET*. În același timp, în special la Facultățile de Electronică și Automatică din U.P.B., au fost dezvoltate și alte programe de masterat care includ, într-o măsură mai mare sau mai mică, această problematică: un fapt

deosebit de pozitiv, în condițiile în care cererea de specialiști în domeniul cybersecurity este în continuă creștere.

### **Doctoratul în domeniul fiabilității**

Primii profesori care au primit după 1971 dreptul să conducă doctorate în fiabilitate în I.P.B., în domeniul electronicii și respectiv al automaticii, au fost profesorii **Vasile M. Cătuneanu** (*Electronică*) și, ulterior, **Dumitru F. Lăzăroiu** (*Automatică*). Sub conducerea acestora și-au finalizat doctoratele tinere cadre didactice din mediul universitar: *Ioan Bacivarov* (1978), *Adrian Mihalache* (1979), *Angelica Bacivarov* (1980), *Ioan Hohan* ș.a., dar și tineri cercetători în domeniu, între care *Dan Stoichițoiu*, *Eugenie Stăicuț* și *Ioan Tutoveanu*.

După schimbările politice din decembrie 1989 se remarcă și un reviriment în învățământul superior: după un deceniu de stagnare, avansările în învățământul superior sunt deblocate și cadre didactice performante primesc dreptul de a conduce doctorate în domeniul fiabilității începând cu 1991: *Ioan Bacivarov* în telecomunicații (sub egida ICTc), *Angelica Bacivarov* și *Adrian Mihalache* în electronică (sub egida ICPE, respectiv ICE). Sub conducerea acestora își finalizează tezele de doctorat cercetători importanți în domeniu, între care *Marius Bâzu*, *Traian Teodoru*, *Marcu Bușe* ș.a.



**Fig. 7.** Profesorii *B. Dumon* și *A. Kobi* (ISTIA - Universitatea din Angers, Franța) și *I.C. Bacivarov* (Universitatea „Politehnica” din București) alături de doi dintre doctoranzii pe care i-au coordonat în co-tutelă, *R. Lupan* și *A. Mihalache* (Angers, 2004)



După anul 2000, în contextul restructurării învățământului superior tehnic în conformitate cu „ciclul Bologna”, are loc și o restructurare a doctoratelor și, din păcate, *fiabilitatea* dispare ca specialitate de doctorat. Totuși, profesorul **Ioan Bacivarov** a fost acreditat ca, începând cu anul 2000, să conducă doctorate în domeniul „*Inginerie electronică și telecomunicații*”. Sub conducerea sa sunt finalizate mai multe teze de doctorat de valoare în domeniul calității, fiabilității și securității, cum sunt cele elaborate de către *Alin Mihalache, Florina Băbuș, Răzvan Lupan* (teze de doctorat coordonate în co-tutelă împreună cu profesori de la Departamentul Calitate - Fiabilitate al Universității din Angers, Franța)<sup>4</sup> și mai multe teze românești în domeniu. Dintre tezele de doctorat valoroase în domeniul fiabilității și securității sistemelor informatice coordonate de către prof. **Ioan Bacivarov** și finalizate în ultimul deceniu se evidențiază cele elaborate de către *Ioan-Cosmin Mihai, Luminița Copaci, Costel Ciuchi, Gabriel Petrică, Sabina Axinte, Ionuț-Daniel Barbu* ș.a.<sup>5</sup>; aceștia, la rândul lor, au contribuit apoi la instruirea în domeniul securității IT, atât în cadrul proiectelor / workshop-urilor organizate de către ARASEC, cât și al programului de masterat ICSFET. Remarcând valoarea tezelor de doctorat, ca și a altor lucrări în domeniul cybersecurity elaborate de către acești doctoranzi (pe care a avut prilejul să-i întâlnească în cadrul conferinței internaționale *CCF 2016*), profesorul **A. Biorolini**, considerat un „guru” al fiabilității europene, spunea că - în opinia sa - „viitorul domeniului este asigurat în România”.

---

<sup>4</sup> **Alin-Gabriel Mihalache**, *Modélisation et évaluation de la fiabilité des systèmes mécatroniques: application sur système embarqué*, Thèse de Doctorat, Directeurs de thèse: Prof. **Fabrice Guerin** et Prof. **Ioan Bacivarov**, Université d'Angers, 2007.

**Florina Băbuș**, *Contrôle de processus industriels complexes et instables par le biais des techniques statistiques et automatiques*, Thèse de Doctorat, Directeurs de thèse: Prof. **A. Kobi** et Prof. **Ioan Bacivarov**, Université d'Angers, 2008.

**Răzvan Lupan**, *Évaluation de la performance financière et organisationnelle des politiques qualité*, Thèse de Doctorat, Directeurs de thèse: Prof. **Alain Capiez** et Prof. **Ioan Bacivarov**, Université d'Angers, 2009.

<sup>5</sup> **Ioan-Cosmin Mihai**, *Contribuții la studiul survivabilității sistemelor informaționale*, Teză de doctorat, U.P.B., 2011.

**Luminița Copaci**, *Contribuții în asigurarea și creșterea calității și siguranței în funcționare a sistemelor informaționale*, Teză de doctorat, U.P.B., 2011.

**Virgil-Liviu Ilian**, *Probleme de fiabilitate și siguranță în funcționare a roboților autonomi*, Teză de doctorat, U.P.B., 2012.

**Costel Ciuchi**, *Contribuții la dezvoltarea unui sistem informatic pentru procese decizionale. Modelarea securității sistemelor informatice*, Teză de doctorat, U.P.B., 2012.

**Gabriel Petrică**, *Contribuții la asigurarea securității sistemelor informatice în mediul online*, Teză de doctorat, U.P.B., 2019.

**Sabina Axinte**, *Cercetări privind tehnicile de verificare și validare a sistemelor informatice*, Teză de doctorat, U.P.B., 2020.

**Cătălina Gherghina**, *Contribuții la îmbunătățirea calității și securității serviciilor bazate pe IP în rețele inteligente de telecomunicații*, Teză de doctorat, U.P.B., 2020.

**Ionuț-Daniel Barbu**, *Securitate cibernetică: vulnerabilitățile sistemelor informatice ale viitorului*, Teză de doctorat, U.P.B., 2020.



**Fig. 8.** Doctoranzi în domeniul cybersecurity, coordonați de către prof. I. Bacivarov, care au prezentat lucrări în cadrul conferinței internaționale CCF 2016, alături de profesorii A. Birolini (ETH Zurich) și Angelica Bacivarov (U.P.B.)

### Considerații finale

Această lucrare s-a dorit a fi o trecere în revistă a principalelor programe didactice și științifice în domeniul calității și siguranței în funcționare dezvoltate sub egida Catedrei de *Tehnologie Electronică și Fiabilitate (TEF)* din U.P.B. în cele cinci decenii de existență ale acesteia. Se dorește a fi, de asemenea, un modest omagiu adus pleiadei de specialiști români în domeniu care au contribuit la implementarea acestor programe, dintre care unii, între care și fondatorul Catedrei TEF, profesorul **V.M. Cătuneanu**, au trecut deja în eternitate...

La acest moment de bilanț putem afirma că dincolo de cunoștințele tehnice, economice sau manageriale pe care le-au transmis cursanților, cursurile postuniversitare și programele de masterat în domeniul calității și siguranței în funcționare organizate sub egida colectivului de specialitate din Catedra / Departamentul TEF au meritul de a fi *sensibilizat* un mare număr de cursanți din domeniile tehnic și economic sau din sfera serviciilor, asupra importanței instrumentelor și abordărilor moderne, precum și a legislației din acest domeniu interdisciplinar de mare actualitate.

După cinci decenii de învățământ tehnic superior și cercetare științifică în domeniul calității și fiabilității în electronică și telecomunicații se poate vorbi astăzi de o adevărată „școală românească” în domeniu, ale cărei realizări sunt cunoscute și apreciate atât la nivel național, cât și internațional: au confirmat-o, în cadrul unor importante conferințe internaționale în domeniu (între care *ESREL*, *QUALITA*, *CCF*)

importanți specialiști internaționali în domeniu, între care profesorii: *A. Birolini, A. Barreau, Ton van der Wiele, E. Zio, Michele Cano, A. Goncalves, A. Kobi, L. Balme* ș.a.<sup>6</sup>

Cele peste 50 de cărți și 700 de articole și comunicări științifice publicate în țară și străinătate de către membrii *Colectivului Calitate - Fiabilitate* din **Departamentul TEF**, ca și cele peste 60 de contracte de cercetare științifică naționale și internaționale coordonate de către aceștia sunt un argument în această direcție. În plus, numeroasele reviste tehnice pe care le-au creat / coordonat și conferințele naționale / internaționale de specialitate pe care le-au inițiat și condus vin și ele în sprijinul acestei afirmații.

Lucrarea de față a dorit să sublinieze și faptul că există deja, cel puțin la nivelul Facultății ETTI - UPB, dar nu numai, o bază solidă pentru implementarea de noi programe educaționale la nivel de masterat în domeniul siguranței în funcționare și în special în sfera cybersecurity, pentru care se simte o acută lipsă de specialiști, mai ales în contextul actual în care majoritatea activităților s-au deplasat în mediul online. Aceste programe pot fi dezvoltate însă doar printr-o strânsă cooperare a specialiștilor din domeniu din universități, companii și alte instituții specializate.

## **Bibliografie**

- [1] **D. Kececioglu**, Reliability Education. An Historical Perspective, *IEEE Transactions on Reliability*, vol. R-33, pp. 20-24, 1984.
- [2] **V. Cătuneanu**, Calculul siguranței în funcționare a aparaturii electronice, *Telecomunicații*, nr. 2, 1966, pp. 10-14.
- [3] **D. Stoichițoiu, V. Vodă**, *Istoria calității*, Mediarex, 2002.
- [4] **V. Cătuneanu, O. Iancu, I. Bacivarov** ș.a., *Teoria fiabilității și control statistic*, Ed. IPB, 1973.
- [5] **V. Cătuneanu, I. Bacivarov**, *Fiabilitatea sistemelor de telecomunicații*, Ed. Militară, 1985.

---

<sup>6</sup> Mulți dintre acești prestigioși profesori europeni, cu care am colaborat și în cadrul proiectului TEMPUS „EUROQUALROM”, au ținut prelegeri invitate în domeniul calității și siguranței în funcționare în cadrul diferitelor workshop-uri, simpozioane și programe educaționale (masterat și doctorat) organizate sub egida TEF.

- [6] **V. Cătuneanu, Angelica Bacivarov**, *Structuri electronice de înaltă fiabilitate. Toleranța la defectări*, Ed. Militară, 1989.
- [7] **V. Cătuneanu, O. Iancu, M. Drăgulinescu, I. Bacivarov, Angelica Bacivarov ș.a.**, *Materiale pentru electronică*, Ed. Didactică și Pedagogică, 1982.
- [8] **V. Cătuneanu, A. Mihalache**, *Bazele teoretice ale fiabilității*, Ed. Academiei, 1984.
- [9] **V. Cătuneanu, F. Popențiu**, *Optimizarea fiabilității sistemelor*, Ed. Academiei, 1989.
- [10] **V. Cătuneanu, P. Svasta, I. Bacivarov** (coordonatori), *Cercetări în tehnologie electronică și fiabilitate*, Ed. Didactică și Pedagogică, 1979.
- [11] **L. Balme, I. Bacivarov**, European Program in Quality of Complex Integrated Systems (EPIQCS), *Quality Engineering*, vol. 8, no. 4, 1996, pp. 675-680.
- [12] **I. Bacivarov, T. van der Wiele**, Special Issue: Modern Approaches in Quality Engineering, Assurance, Management and Education. European Dimensions, *Asigurarea calității*, no. 12-13, 1998.
- [13] **I.C. Bacivarov, L. Balme, A. Goncalves**, *Quality Management, Assurance and Education. European Dimensions*, Inforec Press, 1999.
- [14] **Angelica Bacivarov, I.C. Bacivarov, A. Mihalache**, *Fiabilitatea și mentenabilitatea sistemelor electronice*, Ed. Electronica 2000, 2003.
- [15] **I. Bacivarov, L. Balme** (coord.), Quality Efforts in Europe, Special issue of the journal *Quality Engineering*, vol. 8, no. 4, 1996.
- [16] **I.C. Bacivarov, Angelica Bacivarov**, Computer-Aided Education in Quality and Dependability at the Politehnica University of Bucharest - A Breakthrough, in Proceedings of the 4th International Conference in Reliability, Kishinew, 1996, pp. 24-29.
- [17] **I. Bacivarov**, 45 Years of Postgraduate Technical Education in Quality and Reliability in Romania, *Quality Assurance*, vol. XXIII, 2017, pp. 2-10.