

45 de ani de învățământ tehnic postuniversitar în calitate și fiabilitate în România

Ioan C. BACIVAROV*

*EUROQUALROM – TEF, University “Politehnica” of Bucharest, Romania

45 Years of Postgraduate Technical Education in Quality and Reliability in Romania

Abstract

This paper analyses the evolution of Romanian postgraduate technical education in the field of quality and reliability during the last five decades, especially for the domain of electronics and telecommunications. It is mentioned that the first graduate and postgraduate courses in the field were introduced at the faculty of Electronics and telecommunication of the Polytechnic Institute of Bucharest, under the coordination of the new chair of Electronic Technology and Reliability.

The main stages that marked the evolution of the high-level technical education in the field of quality and reliability in electronics and telecommunication, – mainly through the achievements of the Department of Electronic Technology and Reliability of the Polytechnical University of Bucharest – are analysed, namely: the postgraduate academic program "Quality, reliability and maintainability of complex systems" (1972-2008), the European educational project TEMPUS S-JEP 11300 "EUROQUALROM" (1996-1999), and the Master's programs "Quality and Reliability Engineering" – ICF (1996-2006) and "Quality and Dependability Engineering in Electronics and Telecommunications" – ICSFET (since 2006).

After almost five decades of achievements in higher technical education and scientific research in the field of quality and reliability in electronics and telecommunications, it is concluded that there is today a real "Romanian school" in the field, whose achievements are known and appreciated at national level, as well as internationally.

Keywords: *Quality, Reliability, Electronic Technology and Reliability, Technical education, High-level education, Postgraduate, TEMPUS.*

Calitatea și fiabilitatea sunt domenii relativ noi, comparativ cu domeniile tehnice tradiționale: actul de naștere al *calității* datează de la mijlocul anilor '20 ai secolului trecut (când *Shewhart* a elaborat primele diagrame de control pe flux al calității), iar cel al *fiabilității* 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*⁽¹⁾.

Tot din anii '50 datează și primele programe de instruire în domeniu, cursurile în domeniul calității pentru manageri ținute în Japonia de către cei doi

“guru” ai calității – *J.M.Juran* și *E. Deming* – fiind faimoase în acest sens.

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 univer-

*Correspondence to Prof. **Ioan C. BACIVAROV**, PhD, Director of EUROQUALROM-TEF -UPB, e-mail: bacivaro@euroqual.pub.ro

⁽¹⁾AGREE - Advisory Group on Reliability of Electronic Equipment

sități americane, între care Air Force Institute of Technology Dayton, Ohio, US 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 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 [14].

Învățământul tehnic superior în domeniul calității și fiabilității în electronică și telecomunicații în România – câteva reperi 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 cu 10...15 ani pe cele din celelalte domenii.



Fig. 1 – Profesorul Vasile Cătuneanu alături de câțiva dintre colaboratorii din catedra TEF, între care Angelica Dogaru, Ovidiu și Marieta Dragomirescu, Paul Svasta și Ioan Rusu (1972)

În România, pionierii domeniului fiabilității sunt profesorii **Vasile M. Cătuneanu** (pentru domeniul electronic și de telecomunicații) și **Vasile Nitu** (pentru domeniul energetic).

În continuare, în această lucrare, ne vom referi doar la domeniul electronicii și al telecomunicațiilor.

Profesorul **Cătuneanu** a publicat – la mijlocul anilor '60 – primele articole în domeniul fiabilității [1], 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 (IPB, devenit după 1990 UPB).

În 1971, profesorul **V. M. Cătuneanu** – din poziția de decan al facultății de Electronică și telecomunicații (EITc) din IPB – are excelența idee, și totodată pârguile 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, 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 excelența lor *Istorie a calității* [12].

Dintre cei care au fost chemați în 1971 să “dește-lenească” 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*”.⁽²⁾



Fig. 2 – Profesorii Ioan Bacivarov, Angelica Bacivarov și Adrian Mihalache participând la o conferință internațională în domeniul IT (2002)

Aceștia au început o muncă de pionierat, bazată în primul rând pe studiul 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**.

⁽²⁾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.

ASIGURAREA CALITĂȚII – QUALITY ASSURANCE

Octombrie – Decembrie 2017 Anul XXIII Numărul 92

În afară de cei menționați anterior, în colectivul de *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**. Începând cu anul 1974 și până la pensionarea sa, în 1981, s-a alăturat acestui colectiv și profesorul ieșean **Vasile Corlățeanu**, care a avut în această perioadă responsabilități legate de programul postuniversitar de calitate-fiabilitate derulat sub coordonarea catedrei TEF.

Profesorul **Cătuneanu** și colaboratorii săi au meritul de a fi înțeleși 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, testabilitate 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 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* ș.a.), care sunt succesiv introduse la secțiile de specialitate.

De menționat că, spre deosebire de domeniile tehnice "tradiționale" (cum sunt matematica, fizica, electrotehnica ș.a.), pentru care exista deja un background serios și 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 germenii 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 [2]...[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 echipamentelor electronice din transportul naval și industria chimică, realizarea de echipamente pentru testarea componentelor electronice și a sistemelor de calcul etc.)⁽³⁾

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 (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)*.



a.



b.

Fig. 3 – Simpozionul național Tehnologie electronică și fiabilitate (3-5 noiembrie 1977) a reprezentat prima manifestare științifică de amploare la nivel național coordonată de către catedra TEF

a. Profesorul D.F. Lăzăroiu vorbind în cadrul sesiunii plenare a simpozionului;

b. Câțiva dintre specialiștii români participanți la simpozion: prof. V. Cătuneanu, prof. G. Cartianu, prof. V. Corlățeanu, N. Necula, E. Diatcu, U. Wiener, Angelica Bacivarov, D.G. Stoichițoiu, A. Mihalache, R. Tomescu ș.a.

⁽³⁾O listă selectivă a principalelor contracte de cercetare științifică, naționale și internaționale în domeniul calității și fiabilității realizate în cadrul departamentului TEF, precum și a lucrărilor elaborate de către membrii colectivului de calitate-fiabilitate din departament, este dată pe site-ul laboratorului EUROQUALROM, www.euroqual.pub.ro/

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 IP 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 [9]. 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 cea mai importantă va fi *Conferința internațională de calitate și fiabilitate – CCF*.



Fig. 4 – Simpozionul SACEP, desfășurat în anii '80, a inclus și mai secțiuni de calitate-fiabilitate: între participanții de la ediția 1983 a SACEP îi remarcăm pe profesorii *G. Moisil, O. Stănășilă, Angelica Bacivarov, M. Drăgulinescu, I. Bacivarov, O. Oltu* ș.a.

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 I-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 1400 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 1976-1981, coordonatorul cursurilor a fost prof. univ. dr. *Vasile Corlățeanu*, iar începând cu septembrie 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,

ASIGURAREA CALITĂȚII – QUALITY ASSURANCE

Octombrie – Decembrie 2017 Anul XXIII Numărul 92

securitate), iar după 1990 în cadrul său a început să fie abordată *întreaga problematică a calității*, privită în sinergia laturilor sale.

Mulți dintre specialiștii români de prestigiu în domeniul calității și siguranței în funcționare 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 Nitu, 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 Băzu* (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 Oprisan*, 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* (bazele calității și fiabilității, abordări moderne în fiabilitate și mentenabilitate, 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 și ceea ce este poate mai important, la sensibilizarea acestora asupra importanței calității și siguranței în funcționare.

O influență deosebit de pozitivă asupra acestui program academic postuniversitar, ca și asupra programelor de master care i-au urmat, l-au exercitat proiectul educațional european TEMPUS S_JEP-11300 "EUROQUALROM" și ulterior programul educațional european ERASMUS/SOCRATES. Astfel, curriculumul / 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 – a masterului 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*.

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.dr.ing. *Ioan Bacivarov*, contractor: prof.dr.ing. *Marin Drăgulinescu*), program ale cărui rezultate au fost apreciat pozitiv și de către organismele în domeniul educației ale Comisiei Europene.



Fig. 5 – Vizita de evaluare a proiectului și laboratorului EUROQUALROM în cadrul programului educațional European TEMPUS (1997)

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 nonguvernamentale 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 european **TEMPUS “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 a universităților 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*, și în particular a *asigurării, 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.

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 (UE), 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 metrice 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 UE, a unei *strategii de abordare a calității* (în special asigurarea calității – QA și managementul calității – QM) în învățământul superior – tehnic și economic – din România în conformitate cu sistemul utilizat universitățile

de profil din Uniunea Europeană.



Fig. 6 – Coordonatorul proiectului educațional European TEMPUS, profesorul Ioan Bacivarov, deschizând unul dintre workshop-urile TEMPUS-EUROQUALROM alături de profesorii Ioan Constantin, Marin Drăgulescu, 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 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) “*Programe universitare și postuniversitare 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 atât prin cele 5 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 ac-

ASIGURAREA CALITĂȚII – QUALITY ASSURANCE

Octombrie – Decembrie 2017 Anul XXIII Numărul 92

tuale – a cursurilor universitare și postuniversitare din universitățile partenere. În particular – ca urmare a acestui proiect – în Facultatea de Electronică și Telecomunicații din UPB au fost modernizate programul academic postuniversitar în domeniu și a început să funcționeze, începând cu 1996, primul program de studii aprofundate (master) *“Ingineria calității și fiabilității”*.

Curricula programelor educaționale postuniversitare și de master 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 managementului calității totale, metoda six sigma ș.a.

De menționat că în anii '90 – inclusiv prin intermediul unor programe europene de tip TEMPUS – sunt introduse cursuri (universitare și postuniversitare) de calitate și fiabilitate la majoritatea facultăților din UPB și în majoritatea universităților tehnice importante din România; aceasta a contribuit desigur, la o pregătire mai completă a studenților în raport cu cerințele sistemelor tehnice reale, precum și cu cele ale întreprinderilor/companiilor.

Programele de Master în domeniul calității și siguranței în funcționare

Începând cu anul 1996 – pe baza experienței acumulate prin programul postuniversitar în domeniu și a programului TEMPUS-EUROQUALROM – a fost implementat în facultatea ETTI programul de master (studii aprofundate) *“Ingineria Calității și Fiabilității”* – ICF, primul master în acest domeniu din România (cu durata de 1 an). Acest master a funcționat cu succes timp de un deceniu și a fost coordonat de către profesorul Ioan 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 masterul *“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 – masterului ICF. Avându-se în vedere concurența ridicată de la admitere, precum și evaluările favorabile privind satisfacția masteranzilor și angajatorilor, masterul ICSFET poate fi considerat drept unul dintre masterele de succes dezvoltate în cadrul facultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației (ETTI) din UPB. Masteranzii au apreciat faptul că acest master 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 master au fost angajați – în special în compartimentele Calitate-Fiabilitate 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 master, menționăm pe profesorii Ioan C. Bacivarov, Angelica Bacivarov, Adrian Mihalache, Norocel Codreanu, Orest Oltu, Iulian Năstac, Lucian Milea ș.a.



Fig. 7 – Promoția 2015 a Masterului 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, dr. Gabriel Ionescu ș.a.), Institutul pentru Microtehnologii – IMT (dr. ing. Marius Băzu), Academia de Poliție “Al. I. Cuza” București (conf. dr. ing. Ioan Cosmin Mihai), Asociația Română pentru Asigurarea Securității Informației – ARASEC (dr. ing. Costel Ciuchi și dr.



Fig. 8 – Juriul comisiei din cadrul ETTI-UPB pentru susținerea examenului de disertație din cadrul Masterului ICSFET, prezidat de către prof. Ioan Bacivarov (iunie 2016)

mat. **Luminița Copaci**). 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.

De menționat că, grație programelor educaționale europene de mobilitate **ERASMUS/SOCRATES**, un număr de circa 40 de masteranzi **ICSFET** au putut efectua stagii educaționale de câte 3 luni la universități din Uniunea Europeană (cu precădere la **ISTIA – Universitatea din Angers**, Franța, cu care laboratorul **EUROQUALROM – ETTI – UPB** are excelente relații de colaborare educațională și științifică), unde și-au elaborat și lucrările de disertație. În același timp, 16 studenți francezi de la Universitatea din Angers și-au efectuat stagiile ERASMUS în cadrul laboratorului EUROQUALROM în ultimul deceniu.

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 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 Băzu**, **Traian Teodoru**, **Marcu Bușe** ș.a.

După anul 2000, în contextual 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*”, iar sub conducerea sa sunt finalizate – mai multe teze de doctorat valoroase în domeniul fiabilității și securității IT, cum sunt cele elaborate de către **Alin Mihalache**, **Răzvan Lupan**, **Florina Babus** (teze de doctorat coordonate în co-tutelă împreună cu profesori de la departamentul Calitate-fiabilitate al Universității din Angers, Franța), **Ioan Cosmin Mihai**, **Costel Ciuchi**, **Luminița Copaci** ș.a.



Fig. 9 – Profesorii **B. Dumon** și **A. Kobi** (*ISTIA – U. Angers, Franța*) și **I.C. Bacivarov** (*U.P. București*) alături de doi dintre doctoranzii pe care i-au coordonat în co-tutelă, **R. Lupan** și **A. Mihalache** (*Angers, 2004*)



Fig. 10 – Doctoranzi în domeniul siguranței în funcționare alături de profesorii Ioan Bacivarov (conducător științific), Alessandro Birolini (Elveția) și Angelica Bacivarov, participanți la sesiunea “Cyber-security” organizată în cadrul conferinței internaționale CCF 2016

Considerații finale

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 aproape 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* ș.a. Cele peste 40 de cărți și 800 de articole și comunicări științifice publicate în țară și străinătate de către membrii colectivului de calitate și fiabilitate din departamentul TEF, precum și cele peste 50 de contracte de cercetare științifică naționale și internaționale coordonate de către aceștia, sunt un dovadă în acest sens. În plus, numeroasele reviste tehnice pe care le-au creat/coordonat, conferințele naționale/internaționale de specialitate pe care le-au inițiat și condus, sunt un argument în această direcție.

Bibliografie

- [1] V. Cătuneanu, Calculul siguranței în funcționare a aparatului electronic, *Telecomunicații*, no. 2, 1966, pp. 10-14.
- [2] V. Cătuneanu, O. Iancu, I. Bacivarov ș.a., *Teoria fiabilității și control statistic*, Ed. IPB, 1973.
- [3] V. Cătuneanu, I. Bacivarov, *Fiabilitatea sistemelor de telecomunicații*, Ed. Militara, 1985.
- [4] V. Cătuneanu, Angelica Bacivarov, *Structuri electronice de înaltă fiabilitate. Toleranța la defectări*, Ed. Militara, 1989.
- [5] V. Cătuneanu, O. Iancu, M. Drăgulinescu, P. Svasta, I. Bacivarov, Angelica Bacivarov ș.a., *Materiale pentru electronică*, EDP, 1982.
- [6] V. Cătuneanu, A. Mihalache, *Bazele teoretice ale fiabilității*, Ed. Academiei, 1984.
- [7] V. Cătuneanu, F. Popențiu, *Optimizarea fiabilității sistemelor*, Ed. Academiei, 1989.
- [8] I. C. Bacivarov, L. Balme, A. Goncalves, *Quality Management, Assurance and Education. European Dimensions*, Infocore Press, 1999.
- [9] V. Cătuneanu, P. Svasta, I. Bacivarov (coordonatori), *Cercetări în tehnologie electronică și fiabilitate*, EDP, 1979.
- [10] Angelica Bacivarov, I. C. Bacivarov, A. Mihalache, *Fiabilitatea și mentenabilitatea sistemelor electronice*, Ed. Electronică 2000, 2003.
- [11] I. Bacivarov, T. van der Wiele, Special Issue: Modern Approaches in Quality Engineering, Assurance, Management and Education. European Dimensions, *Asigurarea calitatii-Quality Assurance*, no. 12-13, 1998.
- [12] D. Stoichițoiu, V. Vodă, *Istoria calității*, Mediarex, 2002.
- [13] I. Bacivarov, L. Balme (coord), Quality Efforts in Europe, Special issue of the journal *Quality Engineering*, vol. 8. no. 4, 1996.
- [14] D. Kececioglu, Reliability Education. An Historical Perspective, *IEEE Transactions on Reliability*, vol. R-33, pp.20-24, 1984.