

Kompiuterių ir operacinių sistemų saugos modulio programos sudarymas

Algimantas Venčkauskas

Kauno technologijos universiteto docentas,
daktaras
Kaunas University of Technology, Assoc. Professor, PhD
Donelaičio g. 20, LT-44239 Kaunas
Tel. (8 37) 300 389
El. paštas: algimantas.venckauskas@ktu.lt

Jevgenijus Toldinas

Kauno technologijos universiteto docentas,
daktaras
Kaunas University of Technology, Assoc. Professor, PhD
Donelaičio g. 20, LT-44239 Kaunas
Tel. (8 37) 300 389
El. paštas: eugenijus.toldinas@ktu.lt

Vita Krivickienė

Kauno technikos kolegijos lektorė, daktarė
Kaunas Technical College, Lecturer, PhD
Tvirtovės al. 35, LT-50155 Kaunas
Tel. (8 37) 308 621
El. paštas: vitak@ktk.lt

Informacinės technologijos turi tinkamai atlikti kontrolę, užtikrinančią informacijos saugą nuo įvairių pavojų – nepageidaujamo ar nesankcionuoto informacijos skleidimo, pakeitimo ar netekimo ir panašiai. Tarptautinių ir Lietuvos institucijų, tiriančių kompiuterių saugos incidentus, duomenimis, informacijos saugos pažeidimų skaičius nemažėja. Įvairūs tyrimai, atlikti Lietuvos valstybinių ir nepriklausomų organizacijų, rodo, kad Lietuvoje nėra specialių informacijos saugos specialistų rengimo studijų programų, nors jų poreikis yra akivaizdus. Europos ir JAV universitetuose kompiuterių saugos dalykai dėstomi įvairiais būdais – yra atskiros studijų programos arba saugos moduliai įtraukti į bendrąsias kompiuterių mokslo ar inžinerijos programas. Straipsnyje, išnagrinėjus Vakarų universitetų informacijos saugos studijų programas ir patirtį, siūloma Kompiuterių ir operacinių sistemų saugos modulio programa, apimanti svarbiausius informacijos saugos dalykus.

Informacijos saugos specialistų rengimo Lietuvoje padėtis

Informacinėje visuomenėje lemiamą reikšmę įgyja informacija, sudaranti sąlygas valstybės institucijoms ir įstaigoms, verslo įmonėms sėkmingai vykdyti savo funkcijas, ir informacinės technologijos (IT), leidžiančios šią informaciją gauti, apdoroti, perteikti ir saugoti. Informacinės technologijos turi padėti tinkamai atlikti kontrolę, užtikrinančią informacijos saugą nuo įvairių

pavojų, pvz., nepageidautino ar nesankcionuoto informacijos skleidimo, pakeitimo ar netekimo. Tarptautinės kompiuterių incidentų tyrimo organizacijos CERT, autoritetingo kompiuterių saugos SANS instituto, Lietuvos CERT padalinių (*CERT-LT apibendrinta ...*, 2009; *Kompiuteriniai incidentai ...*, 2009) duomenimis, kompiuterinių saugos incidentų ir nusikaltimų nuolat daugėja, todėl būtina nuolat tobulinti informacinių technologijų saugos strategiją ir taktiką, kuri reglamentuojama Lietuvos Respublikos įstatymuose

ir Vyriausybės dokumentuose: Elektroninių ryšių įstatyme, Asmens duomenų teisinės apsaugos įstatyme, Informacinės visuomenės paslaugų įstatyme.

Valstybės kontrolės atliktame tyrime „Strateginės informacijos sauga“ (Gamulis, Kiškina, 2009) konstatuota daug problemų, susijusių su Lietuvos kibernetiniu saugumu, pabrėžiama, kad Lietuvos universitetuose nėra informacijos saugos specialistų rengimo programų. Šio tyrimo išvadose tarp kitų kibernetinio saugumo stiprinimo krypčių ir priemonių pabrėžta būtinybė „skatinti fundamentaliuosius ir projektinius tyrimus kibernetinės erdvės apsaugos srityje“ ir „parengti galimybių studiją, kuri įvertintų sąlygas parengti specialias IT saugumo specialistų mokymo programas Lietuvos universitetuose“.

Asociacijos „Nacionalinis programinės įrangos ir paslaugų klasteris“ Lietuvos švietimo ir mokslo ministerijos užsakymu atliktoje „Informacinių technologijų sektoriaus kompleksinės programos“ galimybių studijoje (*Informacinių technologijų... 2007*) nuodugniai išnagrinėta informacinių technologijų padėtis ir perspektyvos Lietuvoje. Šioje studijoje, be kitų problemų, išskirta ir informacijos sauga, aukštos kvalifikacijos saugos specialistų rengimo būtinybė. Informacijos saugos specialistų rengimo svarba pažymėta ir studijoje „Aukščiausios kvalifikacijos specialistų (magistrantų) pasiūlos ir paklausos atitikimo sisteminis įvertinimas“, atliktoje Lietuvos socialinės apsaugos ir darbo ministerijos Darbo ir socialinių tyrimų instituto (Ruževskis ir kt., 2008).

Organizacijose, ypač IT įmonėse, vis daugiau dėmesio skiriama informacijos saugai, kuriami specialūs padaliniai. Tam reikalingi aukštos kvalifikacijos informacijos saugos specialistai. Lietuvos universitetuose atliekami moksliniai informacijos saugos tyrimai (Mikučionis ir kt., 2007), tačiau nėra informacijos saugos specialistų rengimo programų. Įvairios programos turi modulius, nagrinėjančius tam tikrus informacijos saugos klausimus, tačiau jie nesuteikia nuoseklių ir visa apimančių žinių, reikalingų aukštos kvalifikacijos informacijos saugos specialistams.

Kompiuterių saugos dalykų dėstymas užsienio universitetuose

Istoriškai susiklostė, kad daugelyje pasaulio universitetų informatikos specialistų rengimo programose iš pradžių pagrindinis dėmesys buvo skiriamas pačių informacinių technologijų dalykams, o kompiuterių saugos klausimai beveik nenagrinėjami. Išryškėjus informacijos saugos problemų reikšmei, saugos klausimai ilgainiui buvo įtraukti į daugelio Europos ir Amerikos universitetų programas. Rengiant informacijos saugos modulių programas taikomos įvairios metodologijos. Dažnai informacijos saugos dalykai įtraukiami į esančias programas ir šios pamažu išsivysto į specialias IT saugos programas (Streff, Zhou, 2006; Dark et al., 2005; Petrova et al., 2004). Pirmiausia apibrėžiamos specialistų pareigybės, vaidmenys ir reikiamų žinių sritys, nustatomi tarpusavio ryšiai ir tada parengiama mokymo programa (Whitman, Mattord, 2004). Bakalauro studijų programose taikomas praktinis savarankiško darbo metodas (O’Leary, 2006; Gutierrez, 2006). Siekiant pagilinti konkrečių dalykų, pvz., duomenų bazių, informacijos saugos žinias rengiami siauresnės srities moduliai (George, Valeva, 2006; Jones, Romney, 2004). Informacijos saugos mokymui perspektyvūs nuotolinio mokymo metodai (Lahoud, Jang, 2006).

Šiuo metu daugelyje Europos (Shaikh, 2004) ir Jungtinių Amerikos Valstijų universitetų magistrantūros studijose skaitomi informacinės (kompiuterių) saugos kursai. Vienuose universitetuose yra specialios informacinės saugos magistrantūros programos, kituose – informacinės saugos moduliai įtraukti į kitas informatikos programas. Kompiuterių ir operacinių sistemų saugos klausimai taip pat į modulių programas įtraukti įvairiai: tam skirti specialūs moduliai arba tie klausimai skaitomi bendruose informacinės (kompiuterių) saugos moduluose. Panagrinėkime IT saugos dalykų programas įvairiuose universitetuose.

Kembridžo universitete skaitomi moduliai *Įvadas į saugą* (Kuhn, 2009) ir *Kompiuterių sauga* (Anderson, 2009). Modulis *Įvadas į saugą* apima kompiuterių saugos ir kriptografijos temų įvairovę: Kriptografija; Asimetrinė kriptografija;

Autentifikavimo metodai; Kreipties valdymas; Operacinių sistemų ir tinklo sauga; Saugos politika ir valdymas. Modulis *Kompiuterių sauga* pateikia išsamių žinių apie kompiuterinių technologijų saugą. Jos apima aukšto lygio problemas – saugos politiką (modeliuojama, kas turi būti apsaugota) ir saugos inžineriją (kaip galima pasiekti reikiamą saugos lygį), taip pat šiuolaikinius saugos mechanizmus, kuriuos palaiko procesoriai ir operacinės sistemos, kriptografija ir t. t.

Londono Karališkajame Holovay universitete yra informacinės saugos magistrantūros programa, kurioje studijuojama net 14 modulių, skirtų įvairiems kompiuterių ir informacinės saugos dalykams. Apžvelkime modulius, kuriuose nagrinėjami kompiuterių ir operacinių sistemų saugos klausimai.

Modulyje *Saugos valdymas* (Wild, 2009) pabrėžiamas gero saugos valdymo reikalingumas, identifikuojamos saugos valdymo problemos ir kaip jos sprendžiamos įvairiose organizacijose. Tai įvadinis modulis į kompiuterių (informacinės) saugos problematiką, paskaitas skaito kiekvienos temos specialistas.

Modulyje *Kompiuterių (operacinių sistemų) sauga* (Crampton, 2009) nagrinėjami įvairūs kompiuterinių sistemų techniniai klausimai, apibrėžiami saugos reikalavimai, kurie paprastai pateikiami saugos politikoje. Saugos modeliai formalizuoja šias politikas ir gali būti rekomendacijomis patikrinti, ar tinkamai realizuoti saugos reikalavimai. Operacinių sistemų saugos ypatybės ir mechanizmai išanalizuoti siejant juos su architektūriniais kompiuterių saugos sprendimais. Nagrinėjama, kodėl šiuolaikinės operacinės sistemos yra pažeidžiamos įvairių atakų ir kaip galima „sustiprinti“ jų atsparumą atakoms.

Modulyje *Saugos technologijos* (Schwiderski-Grosche, Price, 2009) nagrinėjamos pagrindinės informacinės saugos technologijos, naudojamos šiuolaikinėse IT infrastruktūrose: tinklų saugos ir kompiuterių saugos elementai. Tinklų saugos priemonės atsako už duomenų saugą tinkluose, o kompiuterių saugos priemonės – už duomenų saugą galinių vartotojų sistemose. Tinklų sauga apima tinklų darbo koncepcijas, interneto saugos problemas, laidinių ir belaidžių tinklų saugą. Kompiuterių sauga apima saugos problemas ga-

linių vartotojų sistemose, iš jų kreipties valdymą, lustines korteles ir biometriją.

Specialus modulis *Lustinės kortelės, prieigos raktai ir taikymai* (Mayes, Markantonakis, 2009) nuodugnai nagrinėja lustinių kortelių technologiją ir jų taikymus kompiuterių saugai. Pabrėžiami taikymai realiame pasaulyje ir pramonėje.

Modulis *Programinės įrangos sauga* (Fuchsberger, 2009) nagrinėja kompiuterių programų pažeidžiamumus ir kaip kurti programas, kuriose įdiegtos geresnės apsaugos priemonės. Nuodugnai nagrinėjama *Java* ir *.NET* sistemos saugos priemonės.

Vašingtono universiteto kompiuterių mokslo ir inžinerijos magistro programose yra *Kompiuterių saugos* (Tadayoshi, 2009) ir *Kompiuterių ir tinklų saugos* (Wetherall, Perlan, 2009) moduliai, kuriuose nagrinėjamos kompiuterinių sistemų saugos problemos, ypač paskirstytose sistemose, tokiose kaip internetas, saugos incidentai. Tai yra įvadiniai kompiuterių ir tinklų saugos kursai, kuriuose aptariama kriptografija, saugos protokolai ir kompiuterių saugos problemos atsižvelgiant į realaus pasaulio pažeidimus.

Berklio universitetas yra vienas iš pirmaujančių kompiuterių ir kompiuterių saugos tyrimų srityse. Moduliai *Kompiuterių sauga* (Dawn, 2009) ir *Kompiuterinių sistemų sauga* (Wagner, 2009) nagrinėja labai daug kompiuterių saugos klausimų. Modulis *Kompiuterių sauga* apima svarbiausius kompiuterių saugos klausimus: kriptografiją, operacinių sistemų saugą, tinklų saugą ir kalbomis grįstą saugą. Modulyje *Kompiuterinių sistemų sauga* nagrinėjamos šiuolaikinės kompiuterių saugos temos, iš jų: apsauga, kreipties valdymas, paskirstytų sistemų kreipties valdymas, *Unix* sauga, taikomoji kriptografija, tinklų sauga, ugniasienės, saugaus kodavimo praktika, saugios kalbos, mobilusis kodas, realių sistemų atvejų studijos.

Londono metropolijos universiteto kompiuterių mokslo magistrantūros studijų programoje yra keletas kompiuterių saugos modulių: *Kompiuterių tyrimai* (Jianming, 2009), *Įmonių sistemų informacinė sauga* (Narayana, 2009). Modulis *Įmonių sistemų informacinė sauga* skirtas studijuoti priemonių ir technologijų, kurios apsaugo įmonės informacinių sistemų informacinius ir

kitus išteklius, taikymą. Pagrindinis dėmesys telkiamas į priemonių ir metodų, kurie skirti pasiekti trims tikslams: konfidencialumui, vientisumui ir pasiekiamumui saugiose duomenų apdorojimo sistemose, analizę, projektavimą ir įgyvendinimą.

Floridos valstybinio universiteto kompiuterių mokslo magistro informacinės saugos srityje programoje studijuojami specialūs kompiuterių saugos moduliai (FSU, 2009): *Kompiuterių tinklų sauga, aktyvi ir pasyvi apsauga; Kompiuterių sauga; Kriptografija; Taikomas saugumas.*

Kaip matome, Europos ir JAV universitetuose kompiuterių saugos dalykai studijuojami įvairiomis formomis: yra atskiros magistrantūros programos, skirtos saugai, arba saugos temos įtrauktos į bendrąsias kompiuterių mokslo ar inžinerijos programas. Visose programose iš esmės studijuojami tie patys kompiuterių saugos dalykai, tik skiriasi detalizacijos lygiai ir modulių skaičius.

Kompiuterių ir operacinių sistemų saugos studijų programa

Išanalizavę literatūrą informacinės ir kompiuterių saugos klausimais bei užsienio šalių universitetų magistrantūros programas ir modulių turinius, siūlome tokias modulio „Kompiuterių ir operacinių sistemų sauga“ temas:

Kas yra kompiuterių sauga? Įvadas ir apibrėžimai: konfidencialumas, vientisumas, pasiekiamumas (naudingumas), bendrieji saugos tikslai, patikimumas, pažeidimai, principai.

Kompiuterių saugos standartai ir įvertinimo kriterijai. Standartų reikalingumas, standartų pranašumai ir trūkumai. **Saugumo sistemos standartai:** Saugos valdymo standartai (angl. *Security management standards*) (ISO/IEC 17799, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 27004, ISO/IEC TR 14516): Paslaugos ir technologijos (*Services and mechanisms*) (ISO 7498-2); Autentifikavimo sistemos (*Authentication frameworks*) (ISO/IEC 10181-2); Kreipties valdymo sistemos (*Access control frameworks*) (ISO/IEC 10181-3); Raktų valdymo sistemos (*Key management frameworks*) (ISO/IEC 17700-1); Viešųjų raktų infrastruktūra (*Public key infrastructures*) (ITU-T X.509). **Saugos mechanizmų stan-**

dartai: Šifravimo algoritmai (*Encryption algorithms*) (ISO/IEC 18033); Blokiniai šifrai (*Block cipher modes of operation*) (ISO/IEC 10116); MAC algoritmai (*MAC algorithms*) (ISO/IEC 9797); Skaitmeninio parašo technologijos (*Digital signature techniques*) (ISO/IEC 9796, ISO/IEC 14888); Kriptografinės maišos (santraukos) funkcijos (*Cryptographic hash-functions*) (ISO/IEC 10118). **Saugos protokolų standartai:** Autentifikacijos protokolai (*Entity authentication protocols*) (ISO/IEC 9798). Raktų infrastruktūros protokolai (*Key establishment protocols*) (ISO/IEC 11770). **Įvertinimo kriterijai:** Oranžinė knyga TCSEC (*Orange Book*); ITSEC; Bendrieji kriterijai (*Common Criteria*) (ISO/IEC 15408).

Formalūs kompiuterių saugos modeliai. Kreipties valdymo matrica, *Bell-LaPadula* konfidencialumo politikos modelis, *Biba* vientisumo modelis, *Clar-Wilson* vientisumo modelis, Kinų sienos hibridinis modelis.

Kriptografija ir kriptografijos protokolai: Simetriniai raktai, asimetriniai raktai, sertifikatai. Protokoliai. Vientisumas, konfidencialumo autentifikacija, pasiekiamumas.

OS apsaugos mechanizmai (*UNIX/Linux, Windows 2000* saugos architektūra): autentifikacija, kreipties teisės, auditas, išteklių kvantavimas; prijungiamieji (*pluggable*) tikrumo (*authentication*) moduliai.

Prieigos sauga: apžvalga, identifikacijos ir autentifikacijos metodai (slaptažodžiai, biometriniai, techniniai, Kerberos, lustinės kortelės), sistemos būklės patikrinimas, įterptinių sistemų sauga, duomenų bazių sauga.

Failų sistemų sauga: failų sistemos saugos apžvalga, *UNIX/Linux, Windows2000* failų sistemos sauga, nuotolinis failų prieigos valdymas.

Duomenų sauga kompiuterinėse laikmėnose. Rezervinis duomenų kopijavimas ir atkūrimas, RAID sistemos, HDD atkūrimas.

Programų sauga: saugos metodai; neteisėtas algoritmų naudojimas; neteisėtas PĮ naudojimas (vagystės, kopijavimas); neteisėtas PĮ modifikavimas įdiegiant žalingus programinius elementus (virusus ir t. t.); neteisėtas PĮ platinimas ir pardavinėjimas (piratavimas). Buferio perpildymo problema (*Buffer overflow*). C++ ir .NET sistemos saugos priemonės.

Kompiuterių tinklų sauga. Tinklo protokolų atakos: adreso pakeitimas, užgrobimas. SYN fluidai, „smurfingas“. DoS atakos, maršruto parinkimo pažeidžiamumas. Interneto kirminai. Įsilaužimų aptikimas. **Ugniasienės:** Filosofija, nauda. Tipai: paketų filtravimas, taikymų įgaliojimas (*proxy*), efektyvumas.

OS saugos auditas, stebėsena. Rizikos įvertinimas. Įvertinamos rizikos pagrindai, grėsmės kompiuterių saugai, *Windows 2000* saugos rizika, *UNIX* saugos pažeidžiamumas.

Rizikos mažinimas: rizikos mažinimas suprastinimu, užtaisymai ir pataisymai, *Windows 2000* registro sauga, uždraudimas ir pašalinimas nereikalingų paslaugų sistemose (*Windows*, *Linux* sistemose).

Parengtas *Kompiuterių ir operacinių sistemų saugos* modulis studijuojamas įvairiais būdais: skaitomos paskaitos, kurias galima klausyti įrašytas ir nuotoliniu būdu, teorinės medžiagos įtvirtinimui siūlome atlikti laboratorinius darbus, kuriems vadovauja tam tikrų sričių specialistai. Visa mokymų medžiaga – teorinė, laboratorinių darbų, savikontrolės ir atsiskaitymo testai – pasiekiami nuotoliniu būdu. Modulis dėstomas Kauno technologijos universitete magistrantūros Informacinių technologijų studijų programoje. Pagal parengtą modulio programą išleista mokomoji knyga (Venčkauskas, Toldinas, 2008a) ir sukurtas nuotolinių studijų modulis *Blackboard learning System* (WebCT) sistemoje (Venčkauskas, Toldinas, 2008b).

Modulis dėstomas Kauno technologijos universitete magistrantūros Informacinių technologijų studijų programos Informacijos saugos atšakos studentams nuo 2008–2009 mokslo metų, laisvai pasirenkamų modulių sąrašė yra nuo 2007–2008 mokslo metų. Pirmaisiais dėstymo metais modulį pasirinko 12 magistrantų, antraisiais – 25 Informacijos saugos magistrantai ir laisvai pa-

sirinko dar aštuoni. Klausytojai modulį vertino teigiamai: pažymėjo, kad modulyje nuodugniai ir koncentruotai išdėstomi kompiuterių ir operacinių sistemų saugos teoriniai ir praktiniai dalykai. Magistrantai pageidavo daugiau dėmesio skirti naujausioms saugos technologijoms ir plačiau susipažindinti su komerciniais produktais, skirtais informacijos saugos problemoms spręsti.

Išvados

1. Tyrimai rodo, kad kompiuterių saugos pažeidimų skaičius nemažėja, yra daug problemų, susijusių su Lietuvos kibernetiniu saugumu.

2. Lietuvos universitetuose nėra programų, skirtų informacijos saugos specialistams rengti, todėl būtina išanalizuoti kitų šalių patirtį ir parengti savo programas.

3. Europos ir JAV universitetuose kompiuterių saugos dalykai dėstomi atskirose studijų programose arba yra įtraukti į bendrąsias kompiuterių mokslo programas.

4. Išnagrinėjus Vakarų universitetų informacijos saugos studijų programas ir patirtį, pasiūlyta Kompiuterių ir operacinių sistemų saugos modulio programa, apimanti svarbiausius informacijos saugos dalykus.

5. Kompiuterių ir operacinių sistemų saugos modulio programai įgyvendinti parengtos reikiamos mokymo priemonės: išleista mokomoji knyga, sukurtas nuotolinių studijų modulis *Blackboard learning System* (WebCT) sistemoje.

6. Modulis buvo dėstomas Kauno technologijos universitete 2007–2008 ir 2008–2009 mokslo metais. Klausytojai modulį vertina teigiamai.

7. Nuodugnesnėms informacijos saugos dalykų studijoms reikia sukurti specialią Informacijos saugos magistrantūros programą, kuri apimtų visas saugos problemas – pradedant teisinėmis, organizacinėmis, administracinėmis ir baigiant techninėmis.

LITERATŪRA

ANDERSON, R.J. (2009). Security., *University of Cambridge* [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/0809/CST/node69.html>>.

CERT-LT apibendrinta 2008 metų incidentų statistika [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.cert.lt/doc/2008.pdf>>.

CRAMPTON, J. (2009). *Computer Security (Operating Systems)*. Royal Holloway University of London [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.isg.rhul.ac.uk/node/187>>.

DARK, M. J.; EKSTROM, J. J.; and LUNT, B. M. (2005). Integration of information assurance and security into the IT2005 model curriculum. Iš *Proceedings of the 6th Conference on Information Technology Education* (Newark, NJ, USA, October 20–22, 2005). SIGITE '05. ACM, New York, NY, p. 7–14.

DAWN, Song (2009). *Computer security*. UC Berkeley [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs161/archives.html>>.

FSU (2009), *Masters Degree*. Florida State University [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.cs.fsu.edu/site/extern.php?url=~hawkes/cs_ms.html>.

FUCHSBERGER, A. (2009). *Software Security*. Royal Holloway University of London [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.isg.rhul.ac.uk/node/196>>.

GAMULIS, R.; KIŠKINA, I. (2009). *Išankstinio tyrimo ataskaita Strateginės informacijos sauga*, 2009 m. kovo 16 d., Vilnius. 26 p. [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.vkontrole.lt/auditas_ataskaita.php?3081>.

GEORGE, B.; and VALEVA, A. (2006). A database security course on a shoestring. Iš *Proceedings of the 37th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (Houston, Texas, USA, March 03–05, 2006). SIGCSE '06. ACM, New York, NY, p. 7–11.

RUŽEVSKIS, B.; BLAŽIENĖ, I.; POCIUS, A.; ZABARAUSKAITĖ, R.; ir kt. (2008). *Aukščiausios kvalifikacijos specialistų (magistrantų) pasiūlos ir paklausos atitikimo sisteminis įvertinimas*. Vilnius. 2008. 256 p.

GUTIERREZ, F. (2006). Stingray: a hands-on approach to learning information security. Iš *Proceedings of the 7th Conference on Information Technology Education* (Minneapolis, Minnesota, USA, October 19–21, 2006). SIGITE '06. ACM, New York, NY, p. 53–58.

Informacinių technologijų sektoriaus kompleksinės programos galimybių studija (2007). Vilnius. 206 p.

JIANMING, Cai (2009). *Computer forensics*. London Metropolitan University [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://intranet.londonmet.ac.uk/prog-plan/postgrad-line/modules/cs/csp050.cfm>>.

JONES, J. K.; and ROMNEY, G. W. (2004). Honeynets: an educational resource for IT security. Iš *Proceedings of the 5th Conference on Information Technology Education* (Salt Lake City, UT, USA, October 28–30, 2004). CITC5 '04. ACM, New York, NY, p. 24–28.

Kompiuteriniai incidentai LITNET tinkluose (2009) [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://cert.litnet.lt/statistika/index.html>>.

LAHOUD, H. A.; and JANG, X. (2006). Information security labs in IDS/IPS for distance education. Iš *Proceedings of the 7th Conference on Information Technology Education* (Minneapolis, Minnesota, USA, October 19–21, 2006). SIGITE '06. ACM, New York, NY, p. 47–52.

KUHN, M.G. (2009). *Introduction to Security*. University of Cambridge [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/0809/CST/node56.html>>.

MAYES, K.E.; MARKANTONAKIS, K. (2009). *Smart Cards/Tokens Security and Applications*. Royal Holloway University of London [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.isg.rhul.ac.uk/node/195>>.

MIKUČIONIS, M.; TOLDINAS, E.; VENČKAUSKAS, A. (2007). Korporacinių įmonių informacinės saugos architektūrų modeliavimas. *Informacijos mokslai*, t. 42–43, p. 175–181.

NARAYANA, Jayaram. (2009). *Information Security for Enterprise systems*. London Metropolitan University [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://intranet.londonmet.ac.uk/prog-plan/postgrad-line/modules/cs/csp006.cfm>>.

O'LEARY, M. (2006). A laboratory based capstone course in computer security for undergraduates. Iš *Proceedings of the 37th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (Houston, Texas, USA, March 03–05, 2006). SIGCSE '06. ACM, New York, NY, p. 2–6.

PETROVA, K.; PHILPOTT, A.; KASKENPALO, P.; and BUCHAN, J. (2004). Embedding information security curricula in EXISTING programmes. Iš *Proceedings of the 1st Annual Conference on Information Security Curriculum Development* (Kennesaw, Georgia, October 08–08, 2004). InfoSecCD '04. ACM, New York, NY, p. 20–29.

SCHWIDERSKI-GROSCHKE, S.; PRICE, G. (2009). *Security Technologies*. Royal Holloway University of London [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m.

birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.isg.rhul.ac.uk/node/188>>.

SHAIKH, S. A. (2004). Information security education in the UK: a proposed course in secure e-commerce systems. Iš *Proceedings of the 1st Annual Conference on Information Security Curriculum Development* (Kennesaw, Georgia, October 08–08, 2004). InfoSecCD '04. ACM, New York, NY, p. 53–58.

STREFF, K.; and ZHOU, Z. (2006). Developing and enhancing a computer and network security curriculum. *J. Comput. Small Coll.* 21, 3 (Feb. 2006), p. 4–18.

TADAYOSHI, Kohno. (2009) *Computer Security*. University of Washington [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.cs.washington.edu/education/courses/484/09wi/>>.

VENČKAUSKAS, A.; TOLDINAS, E. (2008a) *Kompiuterių ir operacinių sistemų sauga* : mokomoji knyga. Kaunas: Vitae litera. 201 p. ISBN 978-9955-686-71-2.

VENČKAUSKAS, A.; TOLDINAS, E. (2008b). *Kompiuterių ir operacinių sistemų sauga: nuotolinio e-mokymosi medžiaga*. KTU EMTC nuotolinio mo-

kymo sistema Blackboard learning System (WebCT), 2008 [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://vista.liedm.lt/webct/urw/lc4130001.tp0/cobaltMainFrame.dowebct>>.

WAGNER, D. (2009). *Security in Computer Systems*. UC Berkeley [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.cs.berkeley.edu/~daw/teaching/cs261-f04/>>.

WETHERALL, D.; PERLAN, R. (2009) *Computer and Network Security* University of Washington [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.cs.washington.edu/education/courses/590ns/>>.

WHITMAN, M. E.; and MATTORD, H. J. (2004). Designing and teaching information security curriculum. Iš *Proceedings of the 1st Annual Conference on Information Security Curriculum Development* (Kennesaw, Georgia, October 08–08, 2004). InfoSecCD '04. ACM, New York, NY, p. 1–7.

WILD; P.R. (2009). *Security Management*. Royal Holloway University of London [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.isg.rhul.ac.uk/modules/IY5501>>.

DEVELOPMENT OF COMPUTER AND OPERATING SYSTEMS SECURITY MODULE CURRICULUM

Algimantas Venčkauskas, Jevgenijus Toldinas, Vita Krivickienė

Summary

The purpose of Information technologies is to protect an organization's valuable resources, such as information, from unauthorized publishing, changing or missing. Total number of information security breaches unabated, according to Worldwide and Lithuanian institutions inquiring computer security incidents. In recent years a number of Government and independence Lithuanian organizations have recognized the need for security education in Lithuania (especially in information security), and lack of in-

formation security courses. In Europe and USA computer security course modules are taught as separate study programs or they are integrated into existing computer science or engineering programs. In this paper we analyze information security programs curriculums and experiences of west universities in this area. We investigate the Computer and operating systems security module course curriculum where main information security priorities are included.