

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

5

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2017

SEPTEMBER
СЕНТЯБРЬ
ҚЫРКҮЙЕК

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абиев Р.Ш. проф. (Ресей)
Абишев М.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Аппель Юрген проф. (Германия)
Баймуқанов Д.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Байпақов К.М. проф., академик (Қазақстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Қазақстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Қазақстан)
Велихов Е.П. проф., РҒА академигі (Ресей)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Әзірбайжан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Қалимолдаев М.Н. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., корр.-мүшесі (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалықов Ж.У. проф., академик (Қазақстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Полещук О.Х. проф. (Ресей)
Поняев А.И. проф. (Ресей)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Қазақстан)
Таткеева Г.Г. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Умбетаев И. проф., академик (Қазақстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Юлдашбаев Ю.А. проф., РҒА корр.-мүшесі (Ресей)
Якубова М.М. проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. х. н., проф. академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абиев Р.Ш. проф. (Россия)
Абишев М.Е. проф., член-корр. (Казахстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Апель Юрген проф. (Германия)
Баймуканов Д.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Байпаков К.М. проф., академик (Казахстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Казахстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Казахстан)
Велихов Е.П. проф., академик РАН (Россия)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Азербайджан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Калимолдаев М.Н. академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., чл.-корр. (Молдова)
Моход Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалыков Ж.У. проф., академик (Казахстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Полещук О.Х. проф. (Россия)
Поняев А.И. проф. (Россия)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Казахстан)
Таткеева Г.Г. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умбетаев И. проф., академик (Казахстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Юлдашбаев Ю.А. проф., член-корр. РАН (Россия)
Якубова М.М. проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M. Zh. Zhurinov

E d i t o r i a l b o a r d:

Abiyev R.Sh. prof. (Russia)
Abishev M.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Avramov K.V. prof. (Ukraine)
Appel Jurgen, prof. (Germany)
Baimukanov D.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Baipakov K.M. prof., academician (Kazakhstan)
Baitullin I.O. prof., academician (Kazakhstan)
Joseph Banas, prof. (Poland)
Bersimbayev R.I. prof., academician (Kazakhstan)
Velikhov Ye.P. prof., academician of RAS (Russia)
Gashimzade F. prof., academician (Azerbaijan)
Goncharuk V.V. prof., academician (Ukraine)
Davletov A.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Dzhrbashian R.T. prof., academician (Armenia)
Kalimoldayev M.N. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief
Laverov N.P. prof., academician of RAS (Russia)
Lupashku F. prof., corr. member. (Moldova)
Mohd Hassan Selamat, prof. (Malaysia)
Myrkhalykov Zh.U. prof., academician (Kazakhstan)
Nowak Isabella, prof. (Poland)
Ogar N.P. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Poleshchuk O.Kh. prof. (Russia)
Ponyaev A.I. prof. (Russia)
Sagiyani A.S. prof., academician (Armenia)
Satubaldin S.S. prof., academician (Kazakhstan)
Tatkeyeva G.G. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umbetayev I. prof., academician (Kazakhstan)
Khripunov G.S. prof. (Ukraine)
Yuldashbayev Y.A., prof. corresponding member of RAS (Russia)
Yakubova M.M. prof., academician (Tadjikistan)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

G. S. Beketova¹, B. S. Akhmetov¹, A. G. Korchenko², A. V. Lakhno³

¹Kazakh national research technical university after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,

²National aviation university, Kiev, Ukraine,

³European university, Ukraine.

E-mail: Beketova_gs@mail.ru

OPTIMIZATION BACKUP MODEL FOR CRITICAL IMPORTANT INFORMATION SYSTEMS

Abstract. The article considers the main issues of optimizing the structure of the cyber defense system for critical information systems for various indicators. Models are used to solve problems of optimizing the composition of information security systems for critical information systems. At the same time, model refinements touch upon the aspect of preliminary decomposition of information protection systems for critical information systems into critical and non-critical components for which a backup procedure is provided.

The optimization model of structurally-technological backup of information-program arrays for critical information systems is clarified and the peculiarities of using discrete optimization methods for solving problems of securing cyber-security of critical information systems are considered.

Key words: critical computer systems, structurally-technological backup, information-program arrays.

ӨОЖ 004.056

Г. С. Бекетова¹, Б. С. Ахметов¹, А. Г. Корченко², А. В. Лахно³

¹Қ. И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Қазақстан,

²Ұлттық авиациялық университет, Киев, Украина,

³Еуропалық университет, Киев, Украина

КРИТИКАЛЫҚ МАҢЫЗДЫ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ҮШІН ҚОРДА САҚТАЛУЫНЫҢ ОҢТАЙЛАНДЫРУ МОДЕЛІ

Аннотация. Мақалада критикалық маңызды ақпараттық жүйелер құрылымының түрлі критерийлер бойынша оңтайландыру мәселелері қарастырылған. Критикалық маңызды ақпараттық жүйелерге арналған ақпаратты қорғау жүйелері кешендері құрамын оптималдау есептерін шешу үшін қолданылатын модельдерге нақтылаулар ұсынылды. Бұл нақтылаулар критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің ақпаратты қорғау жүйелерін критикалық және критикалық емес құрамдас бөліктерге алдын-ала декомпозициялау аспектісіне қатысты. Және осы мақсатта резервтік көшірме алу процедурасы қарастырылады.

Тірек сөздер: критикалық маңызды ақпараттық жүйелер, құрылымды-технологиялық қорда сақтау, ақпараттық-программалық массивтер.

Кіріспе. Әр түрлі салаларда, мысалы, энергетикада, өнеркәсіпте, көлік пен байланыста аса маңызды ақпараттық жүйелері, ақпараттық-басқарушы және SCADA (басқарудың автоматтандырылған жүйесі) жүйелері берілуінің көп жылдық тәжірибесі шығынды көп қажет ететін ақпараттық қауіпсіздік саясаты арқашан орынды бола бермейді, себебі: тәжірибе көрсеткендей ақпаратты қорғаудың қазіргі заманғы эшелондалған жүйелері осы кезеңде немесе болашақта туындайтын мақсатты кибер шабуылдардан қорғауды әрқашан кепілдендіре бермейді; ақпаратты қорғау жүйесінің нәтижелік құны қорғалған ресурстардың, мысалы аса маңызды ақпараттық

жүйелердің аса мән беруді қажет етпейтін компоненттері үшін бағдарламалық-ақпараттық қамсыздандырудың құны айтарлық жоғары болуы мүмкін.

Осылайша, аса маңызды ақпараттық жүйелерінің бағдарламалық және ақпараттық қамсыздандырудың сақтық қорда сақтаудың оңтайландыру моделінің ары қарай даму мәселесі өзекті болып табылады.

Жұмыстың мақсаты. Ақпараттық қауіпсіздік деңгейін арттыру үшін аса маңызды ақпараттық жүйелердің, олардың модульдерінің критикалығы есебімен құрылымды-технологиялық қорын анықтау моделін, сонымен қатар, ақпаратты қорғау жүйелерінің рационалды құрамын, оның аса маңызды ақпараттық жүйелерінің функционалды параметрлеріне әсері есебімен таңдауға мүмкіндік беретін модельді жетілдіру.

Алдыңғы зерттеулерге шолу. Заманауи критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің тиімді жұмыс атқаруының басым шарты ретінде ақпараттық массивтермен программалық массивтердің, соның ішінде программалық қамсыздандыру мен мәліметтер қоры сақталуын қамтамасыз ету [1-4] және олардың кибер қорғанысына кепілдік беруі болып табылады.

Кейбір мамандардың пікірі бойынша критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің ақпараттық қорғауын қамтамасыз ету үшін алдын-ала критикалық маңызды құрамдас бөліктерді ерекшелеп алып программалық қамсыздандыру мен деректер қорының үнемі көшірмесін алып отыруды жоспарлау қажет [1-3, 5-9]. Ақпараттық массив пен программалық массивтің жоғары деңгейде сақталуын қамтамасыз етудің классикалық жолдарында тепе-тең немесе тепе-тең емес артық болу әдістері негізге алынады, осыған сәйкес нақты компьютерлік жүйелер үшін өзіндік қорда сақталу стратегиясы таңдалынады [3, 9].

Критикалық маңызды ақпараттық жүйелертүйіндерінде ақпараттық және программалық массивтердің орналасуы әр кезде тепе-теңдікте болмауына байланысты осы мақалада критикалық маңызды ақпараттық жүйелерде құрылымды-технологиялық қорда сақтау жолдары критикалық маңызды мәселені шешпеу ықтималдығын тіп мінімалдау критериясы бойынша сипаттайтын модельді нақтылау қарастырылады.

Критикалық маңызды ақпараттық жүйелер үшін қорда сақталуының оңтайландыру моделі. Критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесін шешуде, оның ішінде шабуылшы тараптың кибер шабуылы нәтижесі жүзеге асырылған жағдайда мәліметтерді кепілді түрде қалпына келтіруде кебір авторлар [1, 3, 9, 10] құрылымды-технологиялық қорда сақтауын қолдануды ұсынады. Құрылымды-технологиялық қорда сақтау (немесе виртуалды-қалпына келтіру резерві – ВҚКР) құрамына ақпараттық массивтер, программалық массивтер, резервтік көшірмелер (РК) және тағы басқалары кіреді.

Келесі белгілеулерді енгіземіз: N_A – критикалық маңызды ақпараттық жүйелер және оның ақпараттық қауіпсіздігі (АҚ) үшін кибер қауіп номерлерінің жиыны; D_{c33} – номерлер жиыны; B_{p_a} – АҚ-нің p_a мақсатын жүзеге асыру барысында шабуылшы жақтан болған қауіптер номерлерінің жиыны; $N_j^{p_a}$ – критикалық маңызды ақпараттық жүйелер кибер қорғанысының j -ші аралықтағы p_a -шы есепті шешу барысында шабуылды жүзеге асыруға потенциалды түрде жол бермеу мүмкіндігі бар ақпаратты қорғау жүйелерінің номерлері жиынтығы; MI – критикалық маңызды ақпараттық жүйелер үшін кибер қауіптердің жалпы саны; PA – қорғауды қажет ететін критикалық маңызды ақпараттық жүйелерге шабуыл жасаушы тараптың мүмкін мақсаттары. Және де

$$B_{p_a} \subset N_A, \quad \bigcup_{p_a=1}^{PA} B_{p_a} = N_A, \quad n_{p_a} = |B_{p_a}| \quad \text{и} \quad \bigcup_{p_a=1}^{PA} \bigcup_{j \in B_{p_a}} N_j^{p_a} \subset D_{c33},$$

$$x_{jm} = \{0,1\}, \quad (j \in B_{p_a}, j \neq 0; m \in N_j^{p_a}; p_a = 1, 2, \dots, PA).$$

Осы мақаланың зерттеу мәселесінсоңғы мақсаты x_{nm}^{um*} мына мәнді іздеу болатын төмендегі модель түрінде көрсетуге болады:

$$\min_{\left\{ X_{unum}^{um*} \right\}} \prod_{un=1}^N \prod_{um=1}^{M_{inf}} \left[\prod_{um^*}^{M_{inf}} \varphi_{unum}^{um^*} \prod_{un'=1}^{N_{po}} \prod_{um'=1}^{M_{inf}} \prod_{um_1^*=1}^{M_{inf}^*} \prod_{um_2^*=1}^{M_{inf}^*} P_{um_1^*um_2^*}^{unumun'um'} \right], \quad (1)$$

Мұндағы um^* – критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің ақпараттық немесе программалық массиві орналасқан түйіні; $\varphi_{unum}^{um^*}$ – критикалық маңызды ақпараттық жүйелер түйіндері бойынша критикалық және критикалық емес ақпараттық тапсырмаларды тарату; $P_{um_1^*um_2^*}^{unumun'um'}$ – критикалық маңызды ақпараттық жүйелер құрамына кіретін түйіндер бойынша барлық тапсырмалардың орындалу ықтималдығы; M_{inf} – критикалық маңызды ақпараттық жүйелердегі ақпараттық массивтің критикалық жағдайын ескере отырып алынған саны; N_{po} – ақпараттық жүйедегі программалық камсыздандырудың критикалық жағдайын ескере отырып алынған саны.

Шектеулер үшін:

- модульдердің қайталануына

$$X_{unum}^{um_1^*} X_{un'um'}^{um_2^*} = 0,$$

Сонымен қатар, $\forall un, um, un', um', um_1^*, um_2^*, C_{um_1^*um_2^*} = 0, \varphi_{unum}^{un'um'} \neq 0$ шарты үшін

– критикалық маңызды ақпараттық жүйелер түйіндері бойынша программалық камсыздандыру модульдері мен ақпараттық массивтердің орналасуына $X_{unum}^{um^*} = 1$ критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің жекелеген $unum$ -шы модульдері және um^* -шы түйіндері үшін;

– критикалық маңызды ақпараттық жүйелерде есепті шешуге берілетін уақыт аралағының тах-ға

$$\sum_{un=1}^{N_{po}} \max_{\left\{ um^* \right\}} \left[X_{unum}^{um^*} \theta_{unum} \lambda_{unum} \right] + \sum_{un=1}^{N_{po}} \sum_{un'=1}^{N_{po}} \sum_{um=1}^{M_{inf}} \sum_{um'=1}^{M_{inf}} \max_{\left\{ um_2^* \right\}} \left[X_{unum}^{um_1^*} X_{un'um'}^{um_2^*} \varphi_{unum}^{un'um'} \frac{1}{C_{um_1^*um_2^*}} \right] \leq T^*, \quad (2)$$

Мұндағы T^* – есепке берілген мүмкін болатын тах уақыт аралығы; θ_{unum} – критикалық есептерді өндеуге берілген сұраныстар саны; λ_{unum} – тапсырмалардың орындалу интенсивтілігі;

$$\sum_{un=1}^{N_{po}} \sum_{um=1}^{M_{inf}} x_{unum}^{um^*} f_{unum} \leq V_{um^*}, \quad \forall um^*, \quad um^* = \overline{1, M_{inf}}.$$

– критикалық маңызды ақпараттық жүйелер түйіндерінің сыртқы жады көлемінің (СЖК) тах максимумына, мысалы критикалық маңызды ақпараттық және программалық массивтерді сақтау үшін.

Бұл берілген қойылымда шешуді қажет ететін оптимизациялау есебі қарапайым сызықтық программалауға келтіріледі. Олай болса, оның шешімі екі кезеңнің орындалуын қажет етеді. Бірінші кезеңде, мақсатты функцияны логарифмдеуді орындаймыз, содан соң (2) шектеуін сызықтық түрге дейін ықшамдаймыз[4].

Критикалық маңызды ақпараттық жүйелерде шешілетін есептерде ақпараттық және программалық массивтердің ҚТР-н пайдалану кибер шабуыл әрекеттері жағдайларында мұндай жүйелердің АҚ-н арттыруға мүмкіндік береді, сонымен қатар критикалық маңызды ақпараттық жүйелердегі тапсырма орындалуына белгіленген уақыт аралығы шектеулерін ескеру мүмкіндігін

береді. ҚТР-н синтездеу моделін жүзеге асыру, біздің пікірімізше, нақты критикалық маңызды ақпараттық жүйелер үшін келешекте келесі мәселелерді анықтау мүмкіндігін береді:

- жекелеген әрбір сала бойынша критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің құрылымдары үшін резервтік көшірмелерін құру нормалары;

- критикалық және критикалық емес құрамдас бөліктер үшін АҚ-ң төменгі шекаралық деңгейін ескере отырып, КМКЖ- үшін ПҚ мен ақпараттық массивтердің резервтік көшірмелерін құру нормалары;

- ақпараттық және программалық массивтердің құрамдас бөліктерінің критикалық жағдайын ескере отырып, критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің әрбір түйіндері үшін СЖК-ң рационалды резервтік мәні.

Критикалық маңызды ақпараттық жүйелер құрамына кибер қауіптің жүзеге асуы тәуекелдігі деңгейінің көрсеткіштері бойынша біртегіс компоненттері кірістірілген жағдайларда басымдылығы бойынша келесі шарттарды қарастырамыз.

1) АҚЖ-ң айқын болған кибер шабуылға төтеп беруі нәтижесіндегі сәттілік таралымының тах мәні критерийі;

2) критикалық маңызды ақпараттық жүйелер үшін ҚТР-ке жіберілетін шығынды минималдау критерийі.

Бұл жағдайда критикалық маңызды ақпараттық жүйелер үшін ВҚКР-н жобалау есебінің қойылымын былайша өрнектеуге болады:

- АҚЖ-ң айқын болған кибер шабуылға төтеп беруі нәтижесіндегі сәттілігін бірқалыпты орналастыру критерийі бойынша:

анықтау:

$$\max_{um} \min_{un} \sum_{un=1}^{N_{po}} C_{unum} \cdot x_{unum}, \quad (3)$$

Келесі шектеулерде:

1) критикалық маңызды ақпараттық жүйелер ақпараттық және программалық массивтер үшін ВҚКР дәрежесіне

$$1 - \prod_{un=1}^{N_{po}} (1 - \alpha_{un} \sum_{um=1}^{M_{inf}} \sum_{um'=1}^{M_{inf}} x_{unum} \cdot \lambda_{unum} \cdot t_{unum'}^{un}) \leq R_{vir}, \quad (4)$$

мұндағы R_{vir} – критикалық маңызды ақпараттық жүйелер есептерімен регламенттелген ҚТР-ң тах дәрежесі; α_{un} – критикалық маңызды ақпараттық жүйелер түйіндерінде қызмет көрсету стратегиялары; $t_{unum'}^{un}$ – критикалық маңызды ақпараттық жүйелер түйінінің кибер шабуылдан кейін жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіруге жіберілетін орташа уақыт мерзімі,

2) критикалық маңызды ақпараттық жүйелер ақпараттық және программалық массивтерді реттеуге жіберілетін салыстырмалы уақыт интервалына

$$\sum_{un=1}^{N_{po}} \sum_{um=1}^{M_{inf}} \sum_{um'=1}^{M_{inf}} x_{unum} \cdot \alpha_{un} \cdot \lambda_{unum}^{un} \leq T_{kop(max)}, \quad (5)$$

мұндағы $T_{kop(max)}$ – КМКЖ АМ мен ПҚ-н реттеуге жіберілетін салыстырмалы уақыт интервалының мүмкін тах мәні;

3) um^* -ші критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің СЖК-не

$$\sum_{un=1}^{N_{po}} x_{unum} \cdot b_{un} \leq B_{um}^*, \quad \forall um^*, um^* = \overline{1, M_{inf}}, \quad (6)$$

Мұндағы B_{um}^* – критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің um^* -ші түйінінің өткізе алатын ЖК-н тах мәні;

4) критикалық маңызды ақпараттық жүйелерде критикалық емес ақпараттық және программалық массивтердің қайталануларының болмауына

$$\sum_{un=1}^{N_{po}} x_{unum} = 1, \quad \forall um^*, um^* = \overline{1, M_{inf}}. \quad (7)$$

ҚТР синтезінің нәтижесі ретінде критикалық маңызды ақпараттық жүйелер түйіндерінде орналастырылған ақпараттық және программалық массивтердің оңтайланған құрылымы алынады [5, 3, 4].

Локальды есептеуіш желілері базасында жұмыс атқаратын критикалық маңызды ақпараттық жүйелерде ҚТР (немесе ВҚКР) қолдану ақпараттық ресурстардың ауқымды түрде пайдаланылуын болжайды. Кибер шабуыл сияқты тұрақсыздандырғыш факторларға әсерін тигізіп критикалық маңызды ақпараттық жүйелер тұрақтылығын анықтайтын негізгі критерийлердің бірі ақпараттық және программалық массивтердің қорғаныстағы түйіндерге бірігіп жұмылуы. ақпараттық және программалық массивтерге қатысты оптимизациялау есебінің бастапқы көлемін декомпозицияны қолдану арқылы қысқартуға болады. Яғни ақпараттық жүйелер критикалық маңызды процестерді басқару контурларының салынған жиынтығы ретінде қарастырылады. Критикалық маңызды ақпараттық жүйелері мұндай бөліктерге бөліп қарастыру мақсаты оның кем дегенде, бір элементін өңдеу, реттеу қажеттілігін көздейді. Нақты критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің шеткі бұрыштық компоненттері үшін кибер қауіпсіздікті қамтамасыз ету тұрғысында АЕУ-н (ақпараттық есептеу үрдістері) детальдау жүргізіледі [1, 3, 4, 9, 11, 12]. Және бұл жағдайда, ақпараттық есептеуіш үрдіс есептерінің ұлғаюымен қатар детальдау дәрежесі де арта түседі.

Критикалық маңызды ақпараттық жүйелер құрылымындағы жекелеген автоматтандырылған жұмыс орны немесе ЭЕМ жұмысқа қабілетсіз болып істен шығуы жағдайында, мысалы шабуылшының деструктивті ықпалы нәтижесінде, критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің шабуыл кезінде жұмысқа жарамды жағдайын сақтап қалған түйіндері арасында тапсырмаларды оперативті түрде таратып, бөліп беру қарастырылуы мүмкін. Бұл критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің жалпы тұрғыда екінші дәрежелі параметрлерді алып тастауы негізінде жұмысқа қабілеттілігін сақтап қалуына мүмкіндік береді.

Келесі жағдайды қарастырайық. Құрамына $L_{ЭМ}$ ЭЕМ (АЖО және т.б.) кіретін КМКЖ берілсін. um_j^* ($j = 1, \dots, L_{ЭМ}$) әрбір түйіні ақпарат өңдеу есептерін орындайды.

Критикалық маңызды ақпараттық жүйелерде M_{inf} ақпараттық массивтегі берілгендер қолданылатын K_{zad} есептер орындалады. Ақпараттық жүйелердің әрбір $h_{a\bar{o}}$ шы түйінінің j -ші ДК-де (дербес компьютер) ($j = 1, 2, \dots, L_{ЭМ}$) ($h_{a\bar{o}} = 1, 2, \dots, um_j^*$) ақпараттық және программалық массивтерді қолданып есептер орындалады. Критикалық маңызды ақпараттық жүйелер түйіндерінде ақпараттық және программалық массивтердің орналасуын матрица арқылы сипаттайық:

$$XM = \|xum_{kj}^*\|, \quad YM = \|yum_{fj}^*\|, \\ \Psi M = \|\psi um_{kj}^*\|, \quad \Phi M = \|\phi um_{fj}^*\|,$$

мұндағы

$$xum_{kj}^* = \begin{cases} 1, & \text{егер } k_{ПМ} - \text{ші ПМ } j - \text{ші ЭЕМ} - \text{да орналасса,} \\ 0, & \text{басқа жағдайларда} \end{cases} \quad (8)$$

$$yum_{fj}^* = \begin{cases} 1, & \text{егер } f_{AM} - \text{ші AM резерв } j - \text{ші ЭЕМ} - \text{да орналасса,} \\ 0, & \text{басқа жағдайларда} \end{cases} \quad (9)$$

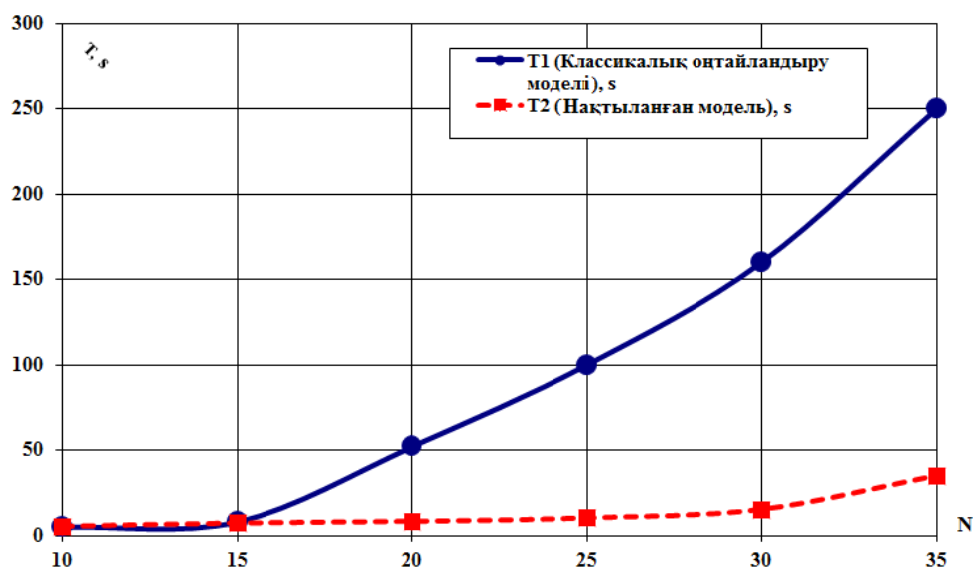
$$\psi um_{kj}^* = \begin{cases} 1, & \text{егер } k_{ПМ} - \text{ші ПМ резерв } j - \text{ші ЭЕМ} - \text{да орналасса,} \\ 0, & \text{басқа жағдайларда} \end{cases} \quad (10)$$

$$\phi um_{fj}^* = \begin{cases} 1, & \text{егер } f_{AM} - \text{ші AM резерв } j - \text{ші ЭЕМ} - \text{да орналасса,} \\ 0, & \text{басқа жағдайларда} \end{cases} \quad (11)$$

$$k_{ПМ} = 1, 2, \dots, K_{zad}, \quad f_{AM} = 1, 2, \dots, M_{inf}, \quad j = 1, 2, \dots, L_{ЭМ}.$$

Ұсынылған модельді тексеру барысында критикалық және критикалық емес ақпараттық және программалық массивтердің орналасуын критикалық маңызды ақпараттық жүйелердегі орындалған барлық есептер шешімдерінің ықтималдық мәндерінің тах критерийі бойынша бағалау жүргізілді.

Нақтыланған модель тиімділігін тексеру нәтижесі. Графиктерден қатаңдылық бойынша шектеулерді реттеу мақсатында екі жақтылық теориясын қолдану арқылы нақтыланған модельді пайдалану рационалды екендігін көруге болады. Және де ақпараттық және программалық массивтерді критикалық және критикалық емес құрамдас компоненттерге декомпозициялауды ескере отырып, КМКЖ-де кибер шабуылдар барысында ақпараттық және программалық массивтердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ақпаратты қорғау жүйелері бар болуы жағдайында жүргізілген есептеулердің орташа ұзақтығы 3,2-3,4 сек. құрады, ал классикалық оңтайландыру модельдерінде [3, 4, 9] 25–30 секундты құрайды.



Нақтыланған модель тиімділігін тексеру нәтижесі

Критикалық маңызды ақпараттық жүйелерде (5-7 с) уақыт интервалында барлық есептерді шешу ықтималдығы 0,98-0,99 шамасын құрады. Сонымен қатар, критикалық маңызды ақпараттық жүйелерде ақпараттық және программалық массивтерді критикалық және критикалық емес құрамдас бөліктерге алдын-ала декомпозициялау ақпаратты қорғау жүйелері құру мерзімін шамамен 10-20 есеге қысқартты. Мұндай нәтижеге АҚЖ-ні құру барысында орындалатын есептердің негізгі басым бөлігі (85% дейін) алғашқы 2-3 итерацияда шешілуі негізінде, соның ішінде критикалық емес ақпараттық және программалық массивтердің РК-ң артық варианттарын алып тастау арқылы қол жеткізуге болады. Ал бұл оларды құруға жіберілетін ресурстар шығынын болдырмау мен уақытты үнемдеуге мүмкіндік береді.

Мақалада берілген модельдер мен алгоритмдер әмбебап. Олар ақпаратты қорғау жүйелерімен критикалық маңызды ақпараттық жүйелер кибер қорғаныс жүйелерінің шығындары тиімділігін есептеуге қатысты басқа да оптималдау есептерін шешуде қолданыла алады.

Қорытынды. Мақалада жүргізілген зерттеулер негізінде келесі нәтижелер алынды:

1. критикалық маңызды ақпараттық жүйелерге арналған ақпаратты қорғау жүйелері кешендері құрамын оптималдау есептерін шешу үшін қолданылатын модельдерге нақтылаулар ұсынылды. Бұл нақтылаулар критикалық маңызды ақпараттық жүйелердің ақпаратты қорғау жүйелерін критикалық және критикалық емес құрамдас бөліктерге алдын-ала декомпозициялау аспектісіне қатысты. Және осы мақсатта резервтік көшірме алу процедурасы қарастырылады.

2. критикалық маңызды ақпараттық жүйелерге арналған ақпараттық және программалық массивтердің құрылымды-технологиялық қорда сақтаудың оңтайландырылған моделі нақтыланды және критикалық маңызды ақпараттық жүйелер кибер қорғанысын қамтамасыз ету есебін шешу үшін дискретті тиімді әдісін қолдану ерекшеліктері қарастырылды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Казмирчук С.В. Анализ и оценивания рисков информационных ресурсов в нечетких условиях / С.В. Казмирчук // Защита информации – 2013. – Том 15 №2 (59). – С. 133-140.
- [2] Моделювання витрат на розробку програмного забезпечення в залежності від типу ліцензії [Давиденко А.М., Головань С.М., Чернова Ю.О., Дубчак О.В.] // Моделювання та інформаційні технології Зб. наук. Пр. ІПМЕ НАН України. – 2007. – Вип. 44 – С. 60 – 72.
- [3] Особенности защиты информации в распределенных системах телекоммуникаций и корпоративных системах связи. В 3-х томах/ О.В. Есиков, Р.Н. Акиншин, А.С. Кислицын // Обеспечение информационной безопасности в экономической и телекоммуникационной сферах: Коллективная монография. Под ред. Е.М. Сухарева. – М.: Радиотехника, 2003.
- [4] Чердынцев В. А. Оптимизация информационных систем: Учебное пособие для студентов специальности «Радиоинформатика» / В. А. Чердынцев, В. В. Дубровский. – Мн.: БГУИР, 2005. – 182 с.
- [5] Лахно В.А. Обеспечение защищенности автоматизированных информационных систем транспортных предприятий при интенсификации перевозок [Текст] / В.А. Лахно, А.С. Петров. - Луганск: ВНУ им. В.Даля, 2010. – 280 с.
- [6] Соколов А.В. Защита информации в распределенных корпоративных сетях и системах. / Соколов А.В. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 656 с.
- [7] Тестирование объектно-ориентированных систем / А.К.Мустафина, Алибиева Ж.М., А.У.Утегенова, А.Б.Берлибаева // Вестник Национальной Академии Наук Республики Казахстан. № 6, 2015. – с. 3–46.
- [8] Chapman C. Project Risk Management: processes, techniques and insights. / Chapman C., Ward S. // Chichester, John Wiley, 2003. Vol. 1210.
- [9] Hatley D. J. Strategies for Real-Time System Specification, Dorset House Publishing Co. / Hatley D. J., Pirbhai I. A. // Inc., NY, 1988., 930 p.
- [10] Давиденко А.М. Аналіз дій загроз у автоматизованих системах обробки інформації / Давиденко А.М., Головань С.М., Щербак Л.М. // Моделювання та інформаційні технології Зб. наук. Пр. ІПМЕ НАН України. – 2006. – Вип. № 36 – С. 3–8.
- [11] Девянин П. Н. Анализ безопасности управления доступом и информационными потоками в компьютерных системах. / Девянин П. Н. – М.: Радио и связь, 2006. – 176 с.
- [12] Колегов Д. Н. Анализ безопасности информационных потоков по памяти в компьютерных системах с функционально и параметрически ассоциированными сущностями // Прикладная дискретная математика. 2009. №1 (3). С. 117-126.

REFERENCES

- [1] S.V. Kazmurchuk Analysis and assessment of risks of information resources in fuzzy conditions / S.V. Kazmierchuk // Protection of information - 2013. - Volume 15 №2 (59). - P. 133-140.
- [2] Modelyuvannyavitrat on the package of software for downloading in the hall of the type of litigations [Davidenko AM, Golovan SM, ChernovaYu.O., Dubchak OV] // Modeluvannya ta informatsionnyitehnologiiZb. Sciences. Etc. ІПМЕ НАН України. - 2007. - Vip. 44 - P. 60 - 72.
- [3] Features of information protection in distributed telecommunications systems and corporate communication systems. In 3 volumes / O.V. Yesikov, RN Akinshin, A.S. Kislitsyn // Ensuring information security in the economic and telecommunications spheres: Collective monograph. Ed. EAT. Sukharev. - Moscow: Radio Engineering, 2003.
- [4] Cherdintsev VA Optimization of information systems: A manual for students of the specialty "Radioinformatics" / V. A. Cherdyntsev, V. V. Dubrovsky. - Mn .: BSUIR, 2005. - 182 p.
- [5] Lakhno V.A. Ensuring the security of automated information systems of transport enterprises during traffic intensification [Text] / V.A. Lakhno, A.S. Petrov. - Lugansk: VNU them. V.Dalya, 2010. - 280 p.
- [6] Sokolov A.V. Protection of information in distributed corporate networks and systems. / Sokolov A.V. Moscow: DMK Press, 2002. - 656 p.
- [7] Testing of object-oriented systems / A.K.Mustafina, AlibievaZh.M., A.U. Utegenova, A.B.Berlibaeva // Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. No. 6, 2015.- p. 3-46.
- [8] Chapman C. Project Risk Management: processes, techniques and insights. / Chapman C., Ward S. // Chichester, John Wiley, 2003. Vol. 1210.
- [9] Hatley D. J. Strategies for Real-Time System Specification, Dorset House Publishing Co. / Hatley D. J., Pirbhai I. A. // Inc., NY, 1988., 930 p.
- [10] AM DavidenkoAnalizdiyzagroz u avtomobilizovykhobrobkiinformacii / Davidenko AM, Golovan SM, Shcherbak LM // Modeluvaniya ta informatsiynitehnologiiZb. Sciences. Etc. ІПМЕ НАН України. - 2006. - Vip. № 36 - P. 3-8.
- [11] Devyanin PN Analysis of the security of access control and information flows in computer systems. / Devyanin PN - Moscow: Radio and Communication, 2006. - 176 p.
- [12] DN Kolegov. Analysis of the safety of information flows from memory in computer systems with functionally and parametrically associated entities, Applied Discrete Mathematics. 2009. № 1 (3). Pp. 117-126.

Г. С. Бекетова¹, Б. С. Ахметов¹, А. Г. Корченко², А. В. Лахно³

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан,

²Национальный авиационный университет, Киев, Украина,

³Европейский университет, Киев, Украина

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ДЛЯ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье рассмотрены основные вопросы оптимизации структуры системы киберзащиты критически важных информационных систем по различным показателям. Приведены модели, используемые для решения задач оптимизации состава комплексов систем защиты информации для критически важных информационных систем. При этом уточнения моделей затрагивают аспект предварительной декомпозиции систем защиты информации для критически важных информационных систем на критичные и некритичные составляющие, для которых предусмотрена процедура резервного копирования.

Уточнена оптимизационная модель структурно-технологического резервирования информационно-программных массивов для критически важных информационных систем и рассмотрены особенности применения методов дискретной оптимизации для решения задач обеспечения кибербезопасности критически важных информационных систем.

Ключевые слова: критически важные информационные системы, структурно-технологическое резервирование, информационно-программные массивы.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 10.10.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
15,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.