

Integruotosios apsaugos sistemos statistinis modeliavimas

D. Eidukas, A. Valinevičius, M. Žilys, D. Zavackis

Elektronikos inžinerijos katedra, Kauno technologijos universitetas

Studentų g. 50, LT-3031 Kaunas, Lietuva, el. paštas algimantas.valinevicius@ktu.lt

Įvadas

Dabartiniu metu dažniausiai naudojamos integruotos apsaugos sistemos. Tokia sistema – tai visuma techninių priemonių, skirtų aliarminei ir tarnybinei informacijai, taip pat nuotolinio valdymo komandoms perduoti ryšio kanalais centriniam apsaugos pultui. Sistemos skiriasi savo struktūra, sudėtimi ir ryšio kanalo tipu. Siekiant sumažinti nuostolius sistemoje, reikia modeliuoti optimalų apsaugos sistemos ryšio linijų skaičių, taip pat ryšio linijos pasirinkimo algoritmus, kurie padidintų sistemos efektyvumą ir patikimumą.

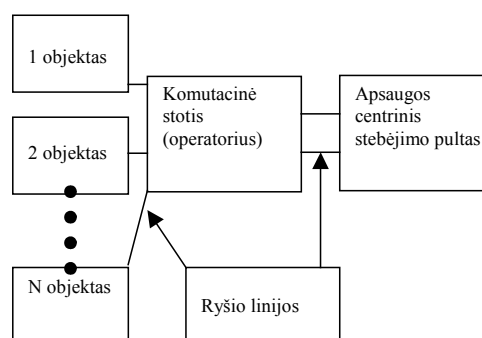
Pagal ryšio kanalus skiriamos apsaugos sistemos su laidiniu ryšiu ir bevielės apsaugos sistemos. Sistemos su laidiniu ryšiu atitinkamai skirstomos į sistemas su komutuojamomis telefono linijomis, pranešimų perdavimo per užimtas telefono linijas sistemas ir pranešimų perdavimo įprastu telefono ryšiu, naudojant automatinio prisiskambinimo metodą (modemą), sistemas. Bevielės apsaugos sistemos skirstomos į sistemas su siaurajuosčiais ir plačiąjuosčiais radijo kanalais, naudojančiais Spread spectrum bei Bluetooth technologijas, taip pat apsaugos sistemas su GSM standarto mobiliuoju ryšiu. Ryšio kanalas pasirenkamas atsižvelgiant į šiuos veiksnius: apsaugos sistemų ryšio kanalų atsparumą trukdžiams, ryšio kanalų slaptumą, atspindžius radijo ryšio kanaluose, elektromagnetinį radijo ryšio kanalų suderinamumą, parametrus, turinčiu įtakos apsaugos sistemos ryšio efektyvumui ir patikimumui.

Pasinaudojus klasikine telekomunikacinių sistemų informacijos srautų pasiskirstymo teorija, galima analizuoti centralizuotos apsaugos sistemos elgseną, prilyginus ją masinio aptarnavimo sistemai su v ryšio linijų. Remiantis Markovo atsitiktiniais procesais, galima skaičiuoti pagrindinius jos parametrus: tikimybes, kad atėjus į centrinį pultą pranešimui bus užimta k kanalų iš naudojamų v kanalų; apsaugos sistemos nuostolių priklausomybę nuo sistemoje naudojamų kanalų skaičiaus v . Tam, kad galėtume modeliuoti optimalų apsaugos sistemos ryšio linijų skaičių, taip pat ryšio linijos pasirinkimo algoritmus, kurie padidintų sistemos efektyvumą bei patikimumą, šiame darbe pasinaudojome programų paketu „Arena“, kurio bazėje sukūrėme skaitmeninį integruotos apsaugos sistemos skaitmeninį modelį be trikdančių ryšio kanalų parametru įtakos. Tai yra bazinis modelis, kuriame vėliau galima naudoti

papildomus skaitmeninius parametrus, padedančius kiek galima labiau priartinti modelio elgseną prie realios sistemos elgsenos.

Apsaugos sistemos veikimo algoritmas ir pranešimų srauto laikinės diagramos

Modeliuojama apsaugos sistemos struktūra pavaizduota 1 pav. Apsaugos sistemoje yra N objektų, galinčių perduoti pranešimus, tačiau centrinis stebėjimo pultas yra vienas ir turi tik dvi ryšio linijas (telefono kanalus), kuriomis priimami pranešimai iš N objektų.

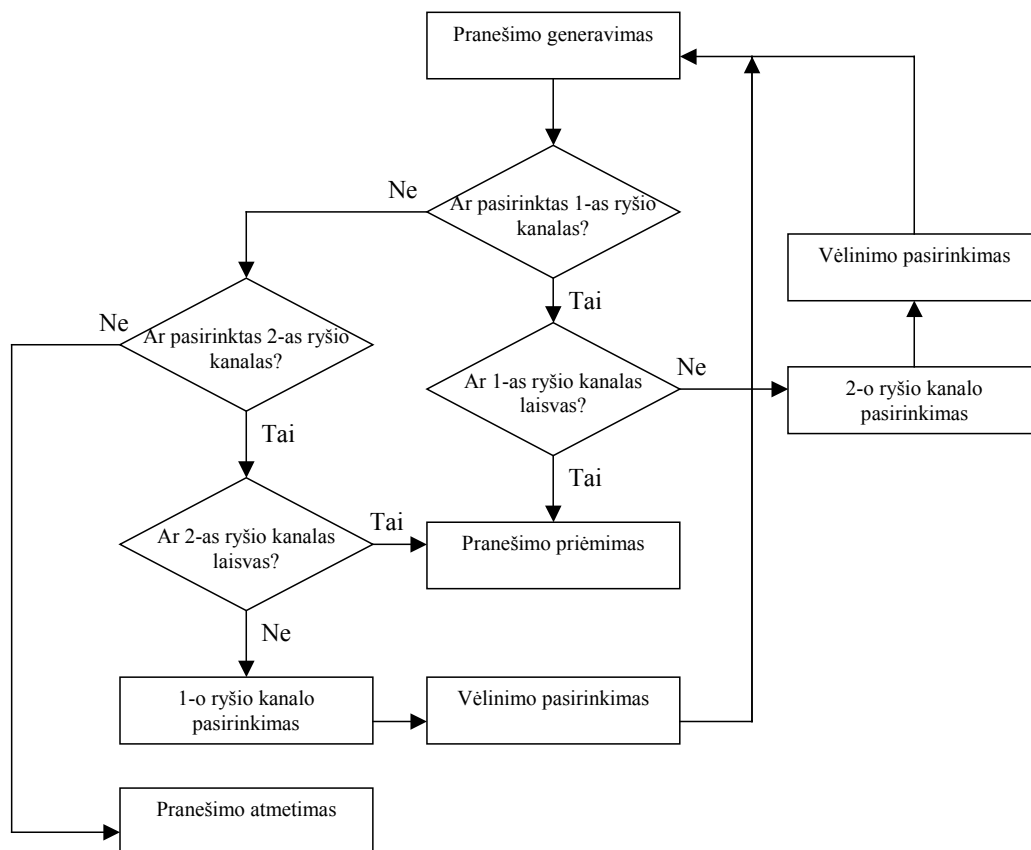


1 pav. Modeliuojamos apsaugos sistemos struktūra

Atsižvelgiant į sistemos elgseną sukurtas skaitmeninio apsaugos sistemos modelio veikimo algoritmas, kuris pavaizduotas 2 pav. Pradžioje objekte esantis apsaugos panelis generuoja pranešimą, t.y. surenka centrinės apsaugos sistemos numerį. Modeliuojama sistema turi dvi telefono ryšio linijas, todėl tikrinama, kuri ryšio linija pasirinkta. Jei ryšio linija pasirinkta klaidingai – pranešimas atmetamas. Kitu atveju tikrinama, ar pasirinktoji ryšio linija nėra užimta. Kai linija užimta, panelis pasirenka kitą ryšio liniją ir po pasirinktos vėlinimo trukmės formuoja tą patį pranešimą kitai linijai. Procesas kartojasi tol, kol pranešimas priimamas.

Norint teisingai sumodeliuoti pranešimų apie įvykius srautus, reikia apibrėžti sistemos elgseną laikinėmis diagramomis. Modeliuojamos sistemos pranešimų srautų laikinės diagramos pateiktos 3 pav.

Jame išskirti atskirų sistemos panelių (įvykių šaltinių) generuojami srautai. Į centrinį apsaugos stebėjimo pultą ateinantys pranešimai yra atsitiktiniai (nedeterminuoti).



2 pav. Skaitmeninio apsaugos sistemos modelio veikimo algoritmas

Pranešimų atėjimo laikai pasiskirstę pagal eksponentinį dėsnį. Tai buvo išanalizuota ir įrodyta [1]. Laikas T_s tarp atskirų panelių sugeneruotų pranešimų yra atsitiktinis dydis, pasiskirstęs pagal eksponentinį dėsnį. Jeigu ryšio kanalas, atėjus pranešimui, yra užimtas, tai tas pats pranešimas yra kartojamas po tam tikro laiko T_n , kuris priklausomai nuo apsaugos sistemos algoritmo gali būti determinuotas arba atsitiktinis. T_n gali būti parenkamas kiekvienam paneliui atskirai. Laikai tarp pirminių įvykių pranešimų T_p taip pat yra eksponentiniai. Modeliavimui supaprastinti darbe neatsižvelgta į ryšio sistemos laikinius trikdžius, dėl kurių sistema ima vėluoti.

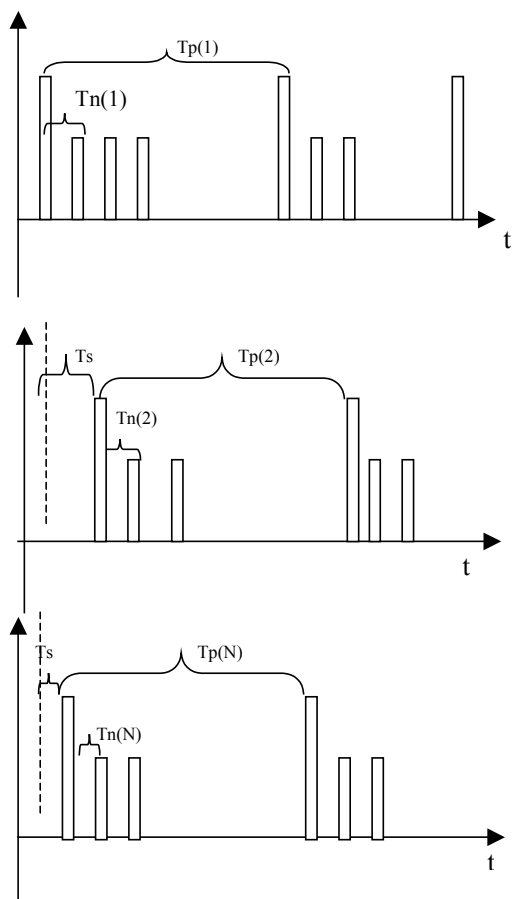
Modeliavimo rezultatai

Tyrimas atliktas naudojant realių apsaugos sistemų srautus, pasirodantiems iš 300 įvairios paskirties ir išsidėstymo objektų Kauno mieste [2]. Srautų prigimtis fiksuota pagal realius įvykių pasirodymus. Suminis tirtas poveikių srautas sudarytas iš servisinių įvykių srauto (objekto apsaugos įjungimo/išjungimo, ryšio testavimo, zonų valdymo signalų) λ_s , gedimų srauto (sąsajos gedimai, maitinimo grandinių gedimai ir t.t.) λ_g , pažeidimų srauto (objekto pažeidimas, užpuolimas, gaisras) λ_p . Po pirmojo pažeidimo iš nagrinėjamo objekto ėjo papildomi pranešimai, todėl iš pažeidimų srauto buvo išskirti įvykiai, į kuriuos buvo reaguota, ir pavadinti reakcijos srautu. Realioje sistemoje pranešimas bus atmetas priklausomai nuo ryšio kanalų skaičiaus bei ateinančių pranešimų srauto intensyvumo. Siekiant sumažinti nuostolius sistemoje, reikia nustatyti pranešimų

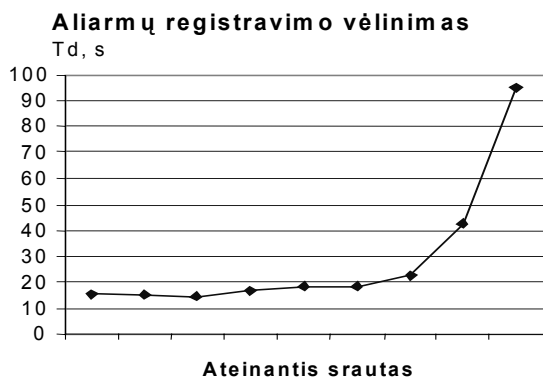
prioritetus, pagal kuriuos ateinantys pranešimai būtų aptarnaujami. Servisinių įvykių srautui priskirtas žemas prioritetas. Gedimų ir aliarmų srautai sujungti į vieną ir jiems suteiktas aukštas prioritetas. Žemo (su tikimybe 0,767) ir aukšto prioriteto (su tikimybe 0,233) srautai patenka į centrinį apsaugos stebėjimo pultą per dvi ryšio linijas. Objekto panelis pirmiausia kreipiasi į pirmąją ryšio liniją (pagrindinę), jei ji užimta, po vėlinimo, kuris aukšto prioriteto įvykiams yra mažesnis, kreipiamasi į antrąją ryšio liniją (atsarginę), o jei ir ji užimta, vėl į pirmąją liniją ir t.t., kol priimamas pranešimas. Pranešimo priėmimo laikas priklauso nuo protokolo, kadangi nežinoma, kokį protokolą sistema naudos, laikas parinktas pagal trikampį skirstinį. Prie pranešimo priėmimo laiko prisideda numerio surinkimo ir sujungimo sudarymo laikas, kuris priklauso nuo ryšio operatoriaus aparatūros (pvz., Telekomo). Sistemoje sujungimo sudarymo laikas parinktas pagal normalųjį skirstinį. Pasinaudojus skaitmeniniu modeliu buvo atliktas apsaugos panelio perduodamų pranešimų aptarnavimo tyrimas. Tyrime gautas vieno iš N saugomų objektų į pirmąją ryšio liniją perduodamų pranešimų atmetimų skaičius, taip pat šio objekto į antrąją ryšio liniją perduodamų pranešimų atmetimų skaičius bei visų aptarnautų pranešimų skaičius.

Tyrimo rezultatai parodė, kad sistemoje su pasirinktais eksponentiniais paraiškų srautais per 5 val. perduodant centrinei pranešimą pirmoji ryšio linija buvo užimta 13 kartų, o antroji linija - 5 kartus. Tai sudaro daugiau kaip 50% visų perduotų pranešimų, kadangi iš viso buvo aptarnautas 21 šio objekto perduotas pranešimas.

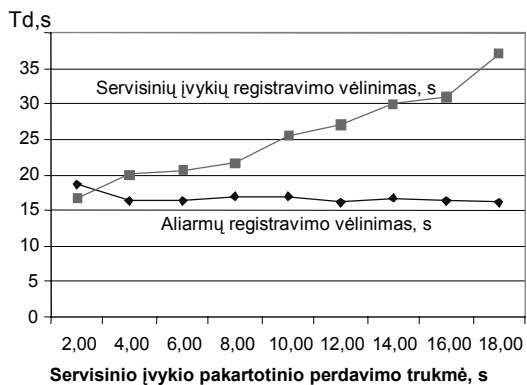
Statistinio modeliavimo rezultatai pateikti 1-3 lentelėse ir 4-9 pav. diagramose.



3 pav. Modeliuojamos apsaugos sistemos pranešimų srautų laikinės charakteristikos

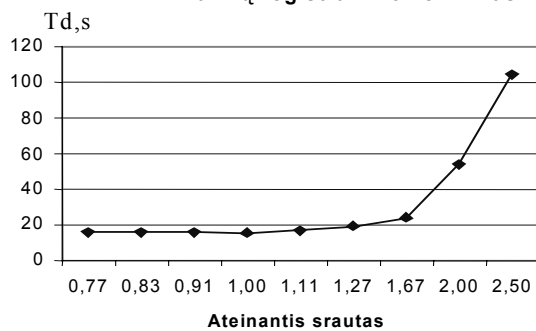


4 pav. Modeliuojamos apsaugos sistemos aliarmų registravimo vėlimo charakteristika



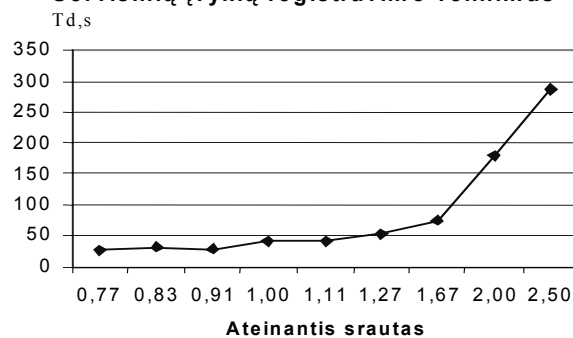
5 pav. Modeliuojamos apsaugos sistemos aliarmų registravimo ir servisinių įvykių vėlimo charakteristikų palyginimas

Aliarmų registravimo vėlinimas



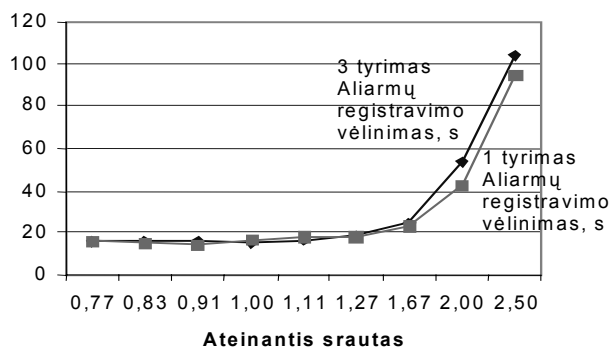
6 pav. Modeliuojamos apsaugos sistemos aliarmų registravimo vėlimo charakteristika

Servisinių įvykių registravimo vėlinimas



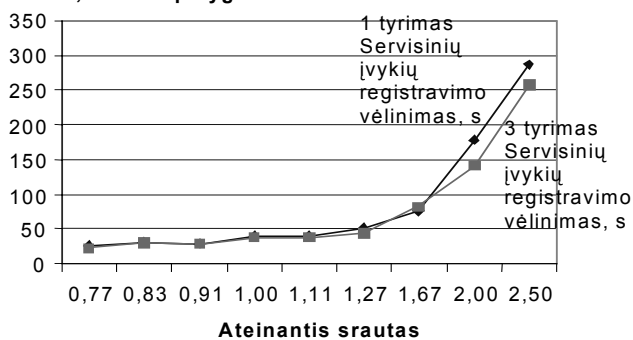
7 pav. Modeliuojamos apsaugos sistemos servisinių įvykių registravimo vėlimo charakteristika

Aliarmų registravimo vėlinimų palyginimas



8 pav. Modeliuojamos apsaugos sistemos aliarmų registravimo vėlimo charakteristikų palyginimas

Servisinių įvykių registravimo vėlinimų palyginimas



9 pav. Modeliuojamos apsaugos sistemos servisinių įvykių registravimo vėlimo charakteristikų palyginimas

1 lentelė. Registruojamų įvykių vėlinimo trukmės priklausomybė nuo laiko tarp įvykių (Modeliavimo sąlygos: tyrimo trukmė -1 val.; pranešimų kartojimas: aliarmai-po 2s, servisiniai pranešimai-po 20 s)

Laikas tarp įvykių, s	Aliarmų registravimo vėlinimas, s				Servisinių įvykių registravimo vėlinimas, s			
	Vidurkis	Min.	Maks.	Priimta įvykių	Vidurkis	Min.	Maks.	Priimta įvykių
13,00	15,6	5,2	51,2	75	23,1	5,4	126	181
12,00	15	7	38	59	31,1	5,2	152	232
11,00	14,5	5,2	32,1	68	29,5	6,1	128	255
10,00	16,4	6,6	47,3	66	38,7	5,3	320	276
9,00	18,3	7,9	81,5	83	38,6	4,6	266	309
7,90	18	6,1	63	97	45	5,3	286	321
6,00	22,8	5,6	90,2	116	84,3	5,2	654	448
5,00	42,8	7,5	308	167	141	5,8	1123	498
4,00	95	7,7	730	148	259	5,2	1465	434

2 lentelė. Vėlinimo trukmės priklausomybė nuo pakartotinio numerio rinkimo (Modeliavimo sąlygos: tyrimo trukmė 1 val.; įvykių srautas nekinta ir lygus vienam pranešimui per 10 s)

Servisinio įvykio kartojimo trukmė, s	Aliarmų registravimo vėlinimas, s				Servisinių įvykių registravimo vėlinimas, s			
	Vidurkis	Min.	Maks.	Priimta įvykių	Vidurkis	Min.	Maks.	Priimta įvykių
2,00	18,7	5,2	55,2	67	16,7	5,7	73	284
4,00	16,3	5,2	34,4	75	20,1	4,3	87	266
6,00	16,3	4,6	31	61	20,6	5,2	104	247
8,00	17	4,6	54	66	21,6	4,7	98	279
10,00	17	6	81	83	25,5	6,3	126	259
12,00	16,2	5,2	42	84	27,2	4,3	179	271
14,00	16,8	7,5	43,9	88	30	6,1	251	285
16,00	16,3	6,6	47	88	31	5,3	177	275
18,00	16,2	6,6	37	80	37	5,8	199	272

3 lentelė. Vėlinimo laiko priklausomybė nuo srautų, kai ryšio kanalas pasirenkamas atsitiktinai su vienoda pasirinkimo tikimybe (Modeliavimo sąlygos: tyrimo trukmė 1 val.; aliarmai kartojami kas 2 s, servisiniai įvykiai- kas 20 s)

Laikas tarp įvykių, s	Aliarmų registravimo vėlinimas, s				Servisinių įvykių registravimo vėlinimas, s			
	Vidurkis	Min.	Maks.	Priimta įvykių	Vidurkis	Min.	Maks.	Priimta įvykių
13,00	15,9	6,9	30,5	63	26,9	5,8	218	203
12,00	16,2	6,9	45,5	62	31	5,8	216	238
11,00	16,2	7,9	37,3	78	29,8	5,9	173	223
10,00	15,1	4,8	32,1	80	41,1	5,8	287	266
9,00	16,9	4,8	38,5	79	41,1	4,8	310	292
7,90	19	5,8	73,3	105	52,7	5,4	361	358
6,00	24,3	8,3	93,8	124	76,4	5,3	598	416
5,00	53,8	7,2	510	168	179,6	4,7	1330	513
4,00	104,3	8,5	737	135	287,3	4,8	2037	401

Išvados

1. Gauti modeliavimo rezultatai leidžia nustatyti maksimaliai leistinus įvykių srautus, kuriems esant aliarmų ir servisinių įvykių registravimo vėlinimas mažai kinta. Esant didesniems srautams, registravimo vėlinimai gerokai padidėja ir tai gali tapti apsaugos sistemos nepatikimo darbo priežastimi.

2. Aliarmų registravimo vėlinimas nekinta mažinant servisinių įvykių kartojimo laiką iki laiko, lygaus aliarmo

kartojimo laikui arba mažesnio, todėl naudoti sistemoje daug didesni servisinių įvykių kartojimo laiką nei aliarmų, netikslinga.

3. Pirmojo tyrimo metu modeliuotos sistemos servisinių įvykių ir aliarmų registravimo vėlinimų charakteristikų kreivės yra lėkštesnės. Todėl galima teigti, kad, esant sistemos perkrovai, vidutinė registravimo vėlinimo trukmė bus trumpesnė, kai ryšio kanalai parenkami ne atsitiktinai, bet pirma kreipiantis į pagrindinį, o neatsakius - į atsarginį.

Literatūra

1. **Žilys M., Valinevičius A.** Response modeling of integrated security systems // Elektronika ir elektrotechnika. ISSN 1392-1215. - Kaunas: Technologija, 2000. - Nr.1(24). - P.19-23.
2. **Zilys M., Valinevicius A., Eidukas D.** The Simulative Model of The Integrated Security System // 16th International Conference on Production Research ICPR-16 (29 July-3 August 2001) Proceedings. ISBN 80-02-01438-3 - Prague, Czech Republic, 2001. - P. 1-14 (on CD).

Pateikta spaudai 2003 03 21

D. Eidukas, A. Valinevičius, M. Žilys, D. Zavackis. Integruotosios apsaugos sistemos statistinis modeliavimas // Elektronika ir elektrotechnika.- Kaunas: Technologija, 2003. – Nr. 4(46). – P. 12-16.

Dabartiniu metu dažniausiai naudojamos integruotos apsaugos sistemos. Tokia sistema – tai visuma techninių priemonių, skirtų aliarminei ir tarnybinei informacijai, taip pat nuotolinio valdymo komandoms perduoti ryšio kanalais centriniam apsaugos pultui. Siekiant sumažinti nuostolius saugomame objekte, reikia modeliuoti optimalų apsaugos sistemos ryšio linijų skaičių, taip pat ryšio linijos pasirinkimo algoritmus, kurie padidintų sistemos efektyvumą ir patikimumą. Šiame darbe pasinaudojome programų paketu „Arena“, kurio bazėje sukūrėme skaitmeninį integruotos apsaugos sistemos skaitmeninį modelį be trikdančių ryšio kanalų parametrų įtakos. Tyrimas atliktas naudojant realių apsaugos sistemų srautus, pasirodančius iš 300 įvairios paskirties ir išsidėstymo objektų Kauno mieste. Gauti modeliavimo rezultatai leidžia nustatyti maksimaliai leistinus įvykių srautus, kuriems esant aliarmų ir servisinių įvykių registravimo vėlinimas mažai kinta. Esant didesniems srautams, registravimo vėlinimai gerokai padidėja ir tai gali tapti apsaugos sistemos nepatikimo darbo priežastimi. Il. 9, bibl. 2 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.).

D. Eidukas, A. Valinevičius, M. Žilys, D. Zavackis. Statistical Modelling of Integrated Security System // Electronics and Electrical Engineering. - Kaunas: Technologija, 2003. – No. 4(46). - P. 12-16.

Integrated security systems (ISS) are used most frequently at present. An ISS is the whole of technical tools created for transferring of alarm and service information as well as remote control commands to the central security station through communication channels. Aiming to decrease losses within the system, it is necessary to model an optimal number of communication channels within the security system and algorithms for selection of a communication channel, which could increase effectiveness and reliability of the system. In order to be able to perform modeling of the optimal number of the security system's connection channels as well as algorithms for selection of connection channels which would increase effectiveness and reliability of the system, we have used the "Arena" software package, by creating in its elemental base a digital model of the integrated security system without the influence of interfering parameters of the communication channels. Research has been made using streams of real security systems, which emerge out of the 300 different purpose and different distribution objects of Kaunas city. The modeling results enable us to define the maximum permitted event streams, where delay of registration of alarm and service events changes insignificantly. More significant increase in registration delays, when the streams are more intense, may be a cause of non-reliable work of the security system. Ill. 9, bibl. 2 (in Lithuanian; summaries in Lithuanian, English and Russian).

Д. Эйдукас, А. Валинявичюс, М. Жилис, Д. Завацкис. Статистическое моделирование интегрированных систем охраны // Электроника и электротехника. - Каунас: Технология, 2003. – № 4(46). - С. 12-16.

В настоящее время наиболее часто применяются интегрированные системы охраны. Такая система – это совокупность технических средств, предназначенных для обработки и передачи алярмной и служебной информации, а также команд дистанционного управления каналами связи пульту центральной охраны. Уменьшения потерь в охраняемом объекте нужно рассчитать оптимальное число линий связи, разработать алгоритмы передачи сообщений, которые обеспечивают эффективность и надежность системы. В работе создана численная модель интегрированной системы охраны. Для моделирования использованы статистические данные из 300 реальных охраняемых объектов Каунаса. Полученные результаты позволяют определить максимально допустимые данные, при которых сохраняется заданная эффективность и надежность системы. Ил. 9, библи. 2 (на литовском языке; рефераты на литовском английском и русском яз.).