

ՀՀ ԳԱԱ ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՊՐՈՒԼԵՄՆԵՐԻ  
ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Աթայան Բորիս Գենադիի

**ՄԵԾԱԾԱՎԱԼ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ԱՄՊԱՅԻՆ ՊԱՀՈՒՍՏԱՎՈՐՄԱՆ ՄԻՋՈՑՆԵՐԻ  
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ԵՎ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**

Ե13.04 - «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան – 2018

---

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ НАН РА

Атаян Борис Геннадиевич

**ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБЛАЧНОГО РЕЗЕРВНОГО  
КОПИРОВАНИЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ**

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.04 - «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов, систем и сетей»

Ереван – 2018

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում:

Գիտական ղեկավար՝ տեխ.գիտ.թեկնածու Գ. Ի. Մարգարով

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տեխ.գիտ.դոկտոր Հ. Հ. Հարությունյան

տեխ.գիտ.թեկնածու Վ. Հ. Դարբինյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ Երևանի կապի միջոցների գիտահետազոտական ինստիտուտ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2018թ. հունիսի 18-ին, ժ. 14:00-ին ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում գործող 037 «Ինֆորմատիկա» մասնագիտական խորհրդի նիստում, հետևյալ հասցեով՝ Երևան, 0014, Պ. Սևակի 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ գրադարանում:  
Սեղմագիրը առաքված է 2018թ. մայիսի 19-ին:

037 Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար Ֆ.Վ.գ.դ.



Վ. Գ. Դարբինյան

---

Тема диссертации утверждена в Национальном политехническом университете Армении.

Научный руководитель: кандидат тех. наук Г. И. Маргаров

Официальные оппоненты: доктор тех. наук Г. А. Арутюнян

кандидат тех. наук В. Г. Дарбинян

Ведущая организация: Ереванский научно-исследовательский институт средств связи

Защита состоится 18-ого июня 2018г. в 14:00 на заседании специализированного совета 037 «Информатика» Института проблем информатики и автоматизации НАН РА по адресу: 0014, г. Ереван, ул. П. Севака 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИПИА НАН РА.

Автореферат разослан 19-ого мая 2018г.

Ученый секретарь,  
Специализированного совета 037  
доктор физ.-мат.наук



А.Г.Саруханян

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐ

**Աշխատանքի արդիականությունը:** Ներկայումս քումփյութերային համակարգերում պահպանվող ոչ համակարգված թվային տվյալների քանակը օրեցօր աճում է: Հաշվի առնելով այն փաստը, որ թվային տեղեկատվությունը մեր օրերում հանդիսանում է թանկարժեք ակտիվ, ապա արդիական խնդիր է դառնում այդ տվյալների պահուստային օրինակների ստեղծումը և պահպանումը: Ամպային տեխնոլոգիաների լայնածավալ տարածումը թույլ է տալիս նորովի լուծել տվյալների պահուստավորման և պահպանման խնդիրը:

Պահուստավորման համակարգերում տվյալների բազմակի վերապահուստավորման ժամանակ օգտագործվում է աստիճանական պահուստավորման մեթոդը: Սակայն, այս դեպքում տվյալների քանակի ավելացման ժամանակ առաջանում է պահուստավորման ընթացքում փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման և դրանց՝ ամպային միջավայր վերբեռնման խնդիրը: Այս գործողության տևողությունը կարող է լինել բավական ժամանակատար և հանգեցնել ինչպես օգտագործման անհարմարության, այնպես էլ տվյալների կորստի կամ այլ սխալների:

Օգտագործողների անձնական տվյալների անվտանգությունը հանդիսանում է ամպային պահպանման և պահուստավորման համատարած օգտագործման գլխավոր խոչընդոտներից մեկը, քանի որ օգտագործողները լիովին չեն կարող վստահել ամպային պահուստ տրամադրող ծառայությանը: Այդ խնդրի հիմքում ընկած է ամպային տեխնոլոգիաների կարևոր այն առանձնահատկությունը, որ ամպը տրամադրում է օգտագործողներին իրենց տվյալների հետ աշխատանքի արժարակտ միջավայր և միշտ չէ, որ օգտագործողները տեղյակ են կամ կարիք ունեն տեղյակ լինելու, թե կոնկրետ, որ սերվերի վրա, և ինչպես են պահպանվում իրենց տվյալները, պահվում են կրկնօրինակներ, թե ոչ, և այլն: Այստեղից բխում է ամպային պահուստավորման համակարգերում տվյալների հավաստի հեռացման խնդիրը, այսինքն, որպեսզի օգտագործողի տվյալները ընդմիշտ անհասանելի դառնան ըստ հեռացման պահանջի՝ անկախ պահպանման միջավայրից և օգտագործվող միջոցներից:

Կարևոր է նաև տվյալների վերականգնման ժամանակը, քանի որ այն անմիջական կապ կարող է ունենալ պահուստավորման համակարգի օգտագործողի գործունեության հետ, օրինակ՝ առցանց խանութի տվյալների վերականգնում և դադարեցված աշխատանքի սկիզբ որևիցե աղետից հետո: Քանի որ պահուստավորված տվյալները գտնվում են ամպային պահոցում, ապա տվյալների վերականգնման համար առաջին հերթին անհրաժեշտ է կատարել այդ տվյալների հավաքագրում, որի վրա մեծ ազդեցություն ունի աստիճանական պահուստների տարբերակների քանակը, քանի որ համակարգը պետք է կատարի նախորդ բոլոր պահուստների վերլուծություն և տվյալների միավորում՝ նախքան վերականգնման գործընթացի սկիզբը:

**Աշխատանքի նպատակը:** Ատենախոսության նպատակը մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման միջոցների հետազոտումն ու մշակումն է: Այդ նպատակին հասնելու համար դրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները՝

- Մշակել ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական պահուստավորման գործընթացում փոփոխված տվյալների հայտնաբերման մեթոդ,
- Մշակել ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգ և հավաստի հեռացման մեթոդ,
- Մշակել ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների աստիճանական վերապահուստավորման գործընթացի լավարկման մեթոդ:

**Գիտական նորույթ:**

- Մշակվել է տվյալների ամպային պահուստավորման մեթոդ, որն ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, թույլ է տալիս կատարել մեծ քանակությամբ տվյալների արագագործ աստիճանական պահուստավորում՝ տվյալների կախվածությունների հայտնաբերման և կախվածությունների գրաֆի վերլուծման ալգորիթմի օգտագործման շնորհիվ:
- Առաջարկվել է ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգ հեռացման մեթոդ, որն ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, ապահովում է գաղտնի տվյալների հավաստի հեռացում՝ պահպանելով աստիճանական պահուստավորման հնարավորությունը:
- Մշակվել է ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման գործողությունների համադրված ցիկլի որոշման ալգորիթմ, որի օգտագործումը ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, թույլ է տալիս կատարել տվյալների վերականգնման գործընթացի լավարկում՝ ամբողջական պահուստավորման գործընթացների միջակայքի որոշման շնորհիվ:

**Աշխատանքի գործնական նշանակությունը:**

Ստացված գիտական արդյունքների հիման վրա ստեղծվել է մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման Backup Guard համակարգը, որը հնարավորություն է տալիս՝

- Կատարել մեծածավալ տվյալների արդյունավետ ամպային պահուստավորում: Մշակված մեթոդի շնորհիվ պահուստավորման արագագործությունը աճել է 21.68%-ով:

- Կատարել տվյալների պահուստների անվտանգ հեռացում՝ միննույն ժամանակ ապահովելով համատեղելիությունը աստիճանական պահուստավորման մեխանիզմի հետ, որի շնորհիվ պահուստավորման արագագործությունը աճել է 36.4%-ով:
- Կատարել տվյալների արագ վերականգնում՝ աստիճանական պահուստավորման գործընթացում պահուստավորման ժամանակացույցի ստացման միջոցով: Մշակված մեթոդի դեպքում վերականգնման արագագործությունը աճել է 47%-ով:

### **Պաշտպանության են ներկայացվում հետևյալ դրույթները.**

- Մեծաքանակ տվյալների ամպային պահուստավորման մեթոդ, որը կատարում է պահուստավորվող ֆայլերի կախվածությունների վերլուծություն և ապահովում է փոփոխված տվյալների արագ հայտնաբերումը:
- Ամպային պահուստավորման համակարգում պահուստների տարբերակների հավաստի հեռացման մեթոդ, որը կիրառելի է ամպային միջավայրում աստիճանական պահուստավորման տարբերակների հետ աշխատելու համար:
- Ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման գործողությունների համադրված ցիկլի որոշման և լավարկման մեթոդ, որը կիրառելի է ամպային միջավայրում աստիճանական պահուստավորման ժամանակացույցի որոշման համար:

### **Ներդրումները:**

Ատենախոսության շրջանակներում մշակված Backup Guard ծրագրային միջոցը ներդրվել է «Բեքափ Գարդ» ընկերությունում: Ծրագրային միջոցի կիրառմամբ ընկերությունում կատարվում են վեբ կայքերի պահուստավորման և վերականգնման գործընթացները:

Ատենախոսության շրջանակներում մշակված մեթոդը ներդրվել է իսրայելական «SYC Group» ընկերությունում: Ամպային պահուստավորման համակարգը օգտագործվում է տվյալների պահուստավորման համար և կարևոր ներդրում ունի ընկերության աղետներից վերականգնման ծրագրում:

### **Աշխատանքի արդյունքները զեկուզվել են.**

ՀԱՊՀ տարեկան գիտաժողովում (2015-2017թ., ք. Երևան), "XIII միջազգային գիտական և տեխնիկական կոնֆերանսում - նոր ինֆորմացիոն տեխնոլոգիաներ և համակարգեր" (NITaS, 2016թ. ք. Պենգա, Ռուսաստան), «Միջազգային գիտափորձնական ուսանողների և երիտասարդ գիտնականների գիտաժողով»-ում (Ազգային ավիացիոն համալսարան, 2016թ. ք. Կիև, Ուկրաինա), «Ինտերնետ անվտանգության համաշխարհային կոնգրես»-ում (WorldCIS-2016,

2016թ. ք. Լոնդոն, Մեծ Բրիտանիա), «Քոմփյուտերային գիտությունների և տեղեկատվական տեխնոլոգիաների» միջազգային գիտաժողովում (CSIT 2017թ., ք. Երևան), ՀԱՊՀ ՏԱԾԱ ամբիոնի գիտատեխնիկական սեմինարներում (2015-2018թ., ք. Երևան):

**Հետազոտման օբյեկտներն են.** տվյալների պահուստավորման մեթոդները, տվյալների կախվածությունների ստացման և վերլուծման մեթոդները, տվյալների հավաստի հեռացման մեթոդները, գաղտնագրային համակարգերը:

**Հրապարակումներ:** Առենախոսության հիմնական արդյունքները տպագրված են 9 գիտական աշխատություններում, որոնք թվարկված են սեղմագրի վերջում:

**Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը:** Առենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, հինգ գլխից, եզրակացությունից և 74 անուն օգտագործված գրականության ցանկից: Աշխատանքի ընդհանուր ծավալն է 118 էջ՝ ներառյալ 29 նկար: Հավելվածները կազմում են 2 էջ:

## **ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

**Ներածություն:** Ներածության մեջ հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված են աշխատանքի նպատակները, գիտական նորոյթները և հիմնական դրույթները, որոնք ներկայացված են պաշտպանության:

**Գլուխ առաջին:** Առենախոսության առաջին գլխում դիտարկված է տվյալների պահուստավորման գաղափարը, պահուստավորման տեսակները և առանձնահատկությունները: Նկարագրված են ներկայումս հայտնի պահուստավորման մեթոդները: Նկարագրված է տվյալների ամպային պահուստավորման գործընթացը և մեծաքանակ տվյալների, մասնավորապես վեբ կայքերի, պահուստավորման առանձնահատկությունները և պահուստավորման առկա մոտեցումները: Այս գլխում նաև դիտարկվել են ամպային պահուստավորման համակարգերում առկա կարևորագույն խնդիրները և ամպային պահուստավորման գործընթացի հիմնական բնութագրերը, որոնք ունեն լավարկման կարիք: Այս գլխում են ներառված ամպային պահուստավորման պայմաններում տվյալների անվտանգության ապահովման հիմնախնդիրները, ամպային պահուստավորման պայմաններում տվյալների բազմակի վերապահուստավորման խնդիրը և այդ խնդիրների առկա լուծումները:

Գլխի վերջում, կատարված հետազոտությունների հիման վրա, ձևավորվել է աշխատանքի նպատակը, և դրվել են այն խնդիրները, որոնք հարկավոր է լուծել այդ նպատակին հասնելու համար:

**Գլուխ երկրորդ:** Երկրորդ գլխում նկարագրված է մեծաքանակ տվյալների ամպային պահուստավորման մեթոդը, որը հնարավորություն է տալիս կատարել մեծ ծավալի տվյալների ավելի արդյունավետ և արագագործ պահուստավորում

աստիճանական պահուստավորման ժամանակ փոփոխված տվյալների հայտնաբերման ալգորիթմի օգտագործման շնորհիվ: Մեծաքանակ տվյալների պահուստավորման գործընթացի հետազոտության արդյունքում մշակվել է պահուստավորման մեթոդ, որի հիմքում ընկած է պահուստավորվող ֆայլերի կախվածությունների ուղղորդված գրաֆի կառուցումը և վերլուծությունը: Անկախ պահուստավորվող տվյալների տեսակից, դրանք կարող են ունենալ հետևյալ հատկությունները՝

- Համակարգում յուրաքանչյուր ֆայլ կարող է ունենալ կախվածություն այլ ֆայլերից:
- Մեկ ֆայլի փոփոխությունը կարող է հանգեցնել մեկ այլ ֆայլի կամ ֆայլերի խմբի փոփոխությանը:

Հաշվի առնելով այդ առանձնահատկությունը և այն փաստը, որ մեծաքանակ տվյալների պահուստավորման հիմնական խնդիրը փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման գործողության ծախսատար լինելն է, ապա այդ գործողությունը կարելի է կազմակերպել պահուստավորվող համակարգին պատկանող ֆայլային կապերի հայտնաբերման և այդ կապերը բնութագրող գրաֆի վերլուծության միջոցով: Փոփոխությունների ստուգման կարիք ունեցող ֆայլերի անունները պարունակող վեկտորը նշանակենք  $L_{check}$ :

Փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման ալգորիթմը հետևյալն է՝

### Քայլ 1.

Ստեղծել ֆայլերի կախվածության ուղղորդված գրաֆ  $G(U, V)$ , որտեղ  $v \in V$  գազաթը համապատասխանում է ֆայլին և  $u \in U$  կողը համապատասխանում է երկու ֆայլերի միջև կախվածությանը: Յուրաքանչյուր կող ունի քաշ, որը ցույց է տալիս այդ կողով միացված գազաթներին համապատասխանող ֆայլերի կախվածության աստիճանը, որը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$D_{v_i, v_j} = \frac{N_{F_i}}{N_{F_j}} \quad (1)$$

,որտեղ  $N_{F_i}$  -ն  $F_i$  ֆայլում առկա բոլոր էլեմենտների քանակն է, իսկ  $N_{F_j}$  -ն այդ էլեմենտներից այն քանակը, որը առկա է  $F_j$  ֆայլում:

### Քայլ 2.

Ֆայլերի կախվածության ուղղորդված  $G(U, V)$  գրաֆից փոփոխություններ պահանջող ֆայլերի ստացում:

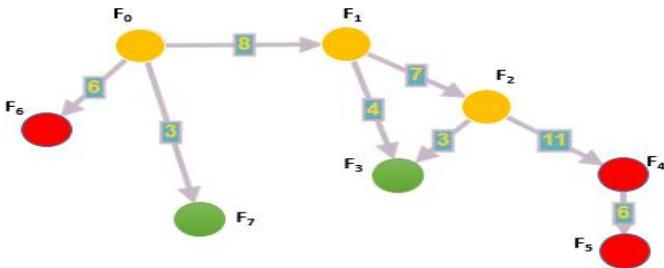
### Քայլ 3.

Ստացված ֆայլերի համար կատարել փոփոխությունների ստուգում: Վերլուծության արդյունքում ստացված  $L_{check}$  վեկտորում առկա բոլոր ֆայլերի

համար կատարվում է փոփոխությունների ստուգում, այնուհետև բոլոր պահուստավորման կարիք ունեցող ֆայլերը պահուստավորվում են:

Ֆայլերի կախվածության ուղղորդված  $G(U, V)$  գրաֆից փոփոխություններ պահանջող ֆայլերի ստացման ալգորիթմը հետևյալն է (**Քայլ 2**)`

1. Գտնել այն գագաթը, որը ունի իրենից դուրս եկող ամենաշատ կողեր: Եթե այդպիսի գագաթներ մի քանիսն են, ընտրվում է այն գագաթը, որի կողերի քաշերի գումարը նվազագույնն է:
2. Ստուգել, արդյոք գագաթին համապատասխանող ֆայլը փոփոխվել է: Եթե այո` շարունակել, հակառակ դեպքում վերացնել տվյալ գագաթը գրաֆից և վերադառնալ կետ 1:
3. Գտնված գագաթի համար հաշվարկել բոլոր դուրս եկող կողերի քաշերի միջին արժեքը: Եթե կողեր չկան, ապա վերացնել տվյալ գագաթը գրաֆից և վերադառնալ կետ 1:
4. Ընտրել այն գագաթները, որոնց հետ միացված կողերի քաշերը մեծ են հաշվարկված արժեքից և այդ կողերի քանակը  $\leq 1$ : Ավելացնել այդ գագաթներին համապատասխանող ֆայլերի անունները  $L_{check}$  վեկտորին:
5. Նվազագույն քաշ ունեցող կողերով միացված գագաթներից նրանք, որոնք այլևս կապեր չունեն վերացնել գրաֆից, իսկ մնացած գագաթների համար վերադառնալ կետ 1:



Նկ. 1. Ֆայլերի կախվածության գրաֆի օրինակ

Նկարագրենք ալգորիթմի աշխատանքի օրինակ, հիմք ընդունելով Նկ. 1-ում պատկերված կախվածությունների գրաֆը: Ենթադրենք, որ առավելագույն կողեր ունեցող գագաթներից փոփոխվել են  $F_0$  և  $F_2$  գագաթները: Այն գագաթը, որը ունի իրենից դուրս եկող ամենաշատ կողեր  $F_0$ -ն է, որը տվյալ օրինակում համապատասխանում է փոփոխված ֆայլի: Այնուհետև, գագաթի համար հաշվարկում ենք բոլոր դուրս եկող կողերի քաշերի միջին արժեքը, որը կազմում է 5.6: Այն գագաթները, որոնց հետ միացված կողերի քաշերը մեծ են հաշվարկված արժեքից  $F_6$  և  $F_1$ -ն են:  $F_6$  գագաթից դուրս եկող կողերի քանակը  $0 \leq 1$ ,

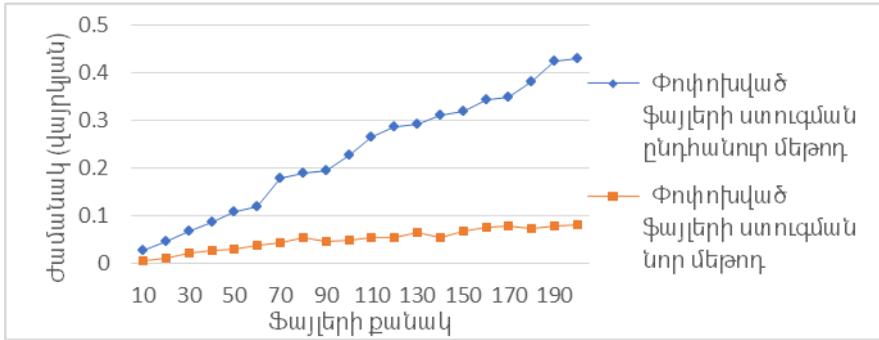
հետևաբար այդ գազաթը ավելացվում է  $L_{check}$  վեկտորին:  $F_7$  գազաթը միացած էր ամենացածր քաշ ունեցող կողով, այսինքն՝ այն անտեսվում է, ստուգման կարիք չունի: Հաջորդ իրենից դուրս եկող ամենաշատ կողեր ունեցող գազաթները  $F_1$  և  $F_2$  գազաթներն են: Տվյալ օրինակում ենթադրել էինք, որ փոփոխվել է  $F_2$ -ը, հետևաբար  $F_1$  գազաթը ստուգման կարիք ունի և ավելացվում է  $L_{check}$  վեկտորին: Նույն հաշվարկները և գործողությունները կատարելով  $F_2$  գազաթի համար, կստանանք հետևյալ  $L_{check}$  վեկտորը:

$$L_{check} = \{F_1, F_6, F_4, F_5\} \quad (2)$$

Ստացվեց, որ նկարագրված փոքր օրինակում հնարավոր եղավ խնայել երկու ֆայլի փոփոխությունների ստուգման գործողություն, որը կազմում է ընդհանուր ֆայլերի 25%-ը:

Ֆայլերի կախվածությունների ուղղորդված գրաֆի վերլուծություն արդյունքում ստացվում է տվյալ պահուստավորման գործողության ժամանակ փոփոխությունների ստուգման կարիք ունեցող ֆայլերի ցուցակ: Այնուհետև, այդ ֆայլերի համար պետք է կատարվի փոփոխությունների ստուգում և միավորված պահուստային ֆայլի ստեղծում: Պահուստավորման գործընթացի ժամանակ նպատակահարմար է կատարել տվյալների խմբավորված պահուստավորում, քանի որ տվյալների առանձին պահուստավորումը կապված է հավելյալ ժամանակային և հաշվողական ծախսերի հետ: Փորձը ցույց է տալիս, որ մեկ ֆայլի անվտանգությունը և ամբողջականությունը ապահովելը ավելի դյուրին է և, հետևաբար, քիչ ծախսատար: Քանի որ պահուստավորվող տվյալների ծավալը կարող է լինել բավականին մեծ, ապա սահմանափակ ռեսուրսների պայմաններում պահուստավորված տվյալները հարկավոր է պահպանել սեղմված կերպով, որը թույլ կտա պահուստավորման միջավայրում խնայել հիշողության տիրույթ: Տվյալների սեղմումը կարելի է իրագործել օգտագործելով որոշակի ֆայլային ձևաչափ, որը թույլ կտա կատարել ինչպես տվյալների խմբավորում, այնպես էլ տվյալների սեղմում: Հետազոտության արդյունքում մշակվեց նոր SGBP ձևաչափ, որը առավել հարմարեցված է մեծ ծավալի տվյալների պահուստավորման գործընթացում օգտագործվելու համար: Առաջարկվող ձևաչափով պահուստավորված տվյալների սեղմման համար օգտագործվում է անկորուստ սեղմման DEFLATE ալգորիթը: Պահուստավորված տվյալների պաշտպանությունը ապահովելու համար մշակված ձևաչափի գլխամասը գաղտնագրվում է սիմետրիկ գաղտնագրման ալգորիթի միջոցով: Գլխամասը պարունակում է հատուկ ռեգերվային դաշտեր, որոնք օգտագործվում են գաղտնագրային ալգորիթի և բանալու մասին տեղեկություններ պահելու համար:

Այս գլխում ներկայացված են նաև այլ փորձնական արդյունքներ, մասնավորապես մշակված մեթոդի արագագործության գնահատականը և համեմատումը ընդհանուր օգտագործվող աստիճանական պահուստավորման մեթոդի հետ:



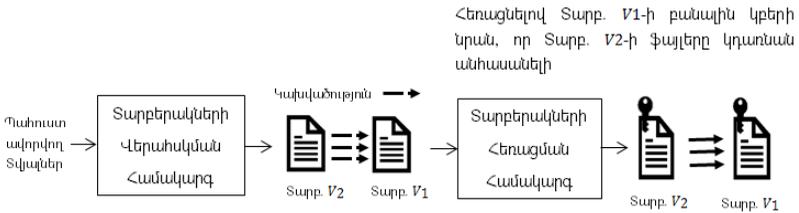
Նկ. 2. Մշակված մեթոդի և ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման մեթոդի արագագործության համեմատականը

Նկ. 2-ում պատկերված են մշակված մեթոդի և ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման մեթոդի համար փորձնական տարբերակով հաշվարկված արագությունների գրաֆիկները: Մշակված մեթոդի դեպքում պահուստավորման արագագործությունը աճել է 21.68%-ով ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման մեթոդի նկատմամբ:

**Երրորդ գլխում** նկարագրված է հանրային ամպում պահուստավորված տվյալների անվտանգության ապահովման կարևորագույն խնդիրները և դրանց վերլուծության հիման վրա հավաստի հեռացման մեթոդը: Տվյալների հավաստի հեռացումը հնարավորություն է տալիս օգտագործողներին վստահ լինելու, որ տվյալները դարձել են անհասանելի ինչպես ցանցից, այնպես էլ ֆիզիկապես: Տվյալների հավաստի հեռացման համար օգտագործվում է գաղտնագրման մոտեցումը, այսինքն՝ հեռացնելով պահուստավորված տարբերակի գաղտնագրման բանալին տվյալները հասանելի չեն լինի: Այս մոտեցումը հնարավոր է կիրառել աստիճանական պահուստավորման դեպքում, սակայն մոտեցման գլխավոր թերությունը կայանում է նրանում, որ այս կերպ ստեղծվում են կախվածություններ պահուստային տարբերակների միջև, և, ընտրված տարբերակից ավելի վաղ տարբերակի հեռացման արդյունքում ընտրված տարբերակը կարող է դառնալ անվերականգնելի: Հաշվի առնելով վերոնշյալը՝ առաջարկվում է մեթոդ, որը հնարավորություն կտա ներդնել այդ հնարավորությունը ամպային պահուստավորման աստիճանական համակարգում, դարձնելով այն ավելի անվտանգ և միևնույն ժամանակ ապահովել օգտագործողների համար արդյունավետ միջոցներ իրենց տվյալների պահուստների հետ աշխատելու համար: Աշխատանքում ներկայացված պահուստավորման ամպային համակարգը ապահովում է և՛ տարբերակների վերահսկողություն, և՛ դրանց հավաստի հեռացում, ընդ որում, ավելի վաղ տարբերակների հեռացման ժամանակ նոր տարբերակները կպահպանեն իրենց օգտագործելի վիճակը:

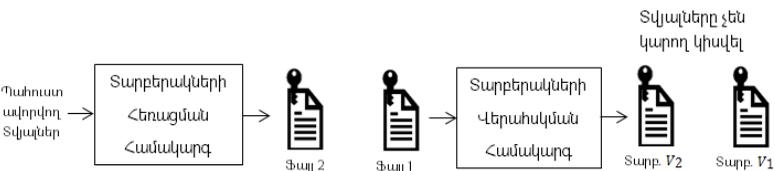
Ցուցադրելու համար տարբերակների վերահսկման համակարգերի և տվյալների հավաստի հեռացման մոտեցումների անհամատեղելիությունը,

նկարագրենք այդ երկուսի օգտագործմամբ պահուստավորման երկու տարբեր ալգորիթմ: Առաջին տարբերակում նախ օգտագործում ենք պահուստների տարբերակների վերահսկման համակարգը, այնուհետև, անհրաժեշտության դեպքում, տվյալների հավաստի հեռացման համակարգը (Նկ. 3): Ենթադրենք, սկզբում ստեղծվում է տարբերակ **V1**, այնուհետև տարբերակ **V2**:



Նկ. 3. Անհամատեղելիության տարբերակ առաջին

Եթե երկու տարբերակներում էլ կա միևնույն ֆայլի փոփոխություն, ապա կարելի է ասել, որ երկրորդ տարբերակը կախվածություն ունի առաջին տարբերակից: Արդյունքում հավաստի հեռացման համակարգը չի կարող լիարժեք գործել, քանի որ մեկ տարբերակի հեռացումը կբերի մյուսի անվերականգնելի վիճակի: Երկրորդ մոտեցման դեպքում նախ բոլոր պահուստները գաղտնագրվում են տարբեր բանալիներով (Նկ. 4): Եթե երկու նույնական ֆայլ գաղտնագրվում են տարբեր բանալիներով, ապա նրանց գաղտնագրված տարբերակները կտարբերվեն միմյանցից: Այս դեպքում տարբերակների վերահսկման համակարգը չի կարողանա հայտնաբերել, որ գաղտնագրված պահուստներում գտնվում է նույն ֆայլը, այսինքն՝ չի կարողանա գործել ինչպես նախատեսված է:



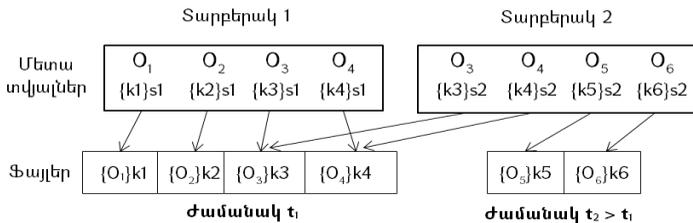
Նկ. 4. Անհամատեղելիության երկրորդ տարբերակ

Ամպային պահուստավորման համակարգում տարբերակների վերահսկման մոդուլի և հավաստի հեռացման մոդուլի համատեղելի աշխատանքի կազմակերպման համար իրագործված է երկմակարդակ գաղտնագրում, այսինքն, տարբերակների վերահսկման մոդուլին ավելացվում է գաղտնագրային պաշտպանության մի մակարդակ, որում տվյալները գաղտնագրվում են բանալիների առաջին մակարդակով (տվյալների բանալիներ), իսկ այդ բանալիները իրենց հերթին գաղտնագրվում են երկրորդ մակարդակի բանալիներով (կառավարող բանալիներ): Ենթադրենք, **F** ֆայլը հայտնվում է պահուստի մի քանի տարբերակներում: Սկզբում այն գաղտնագրվում է իր ուրույն **k** բանալիով, այնուհետև, այդ **k** բանալին իր հերթին գաղտնագրվում է տվյալ տարբերակի

համար եզակի բանալիով: Նշանակենք  $P$ -ով դիմման իրավունքի քաղաքականությունը  $O$  օբյեկտի համար,  $sP$ -ով  $P$ -ի հետ կապված կառավարող բանալին, իսկ  $\{m\}k$ -ով նշանակենք սիմետրիկ գաղտնագրման ալգորիթմով և  $k$  բանալիով գաղտնագրված  $O$  օբյեկտը: Հետևաբար, որպեսզի կիրառենք  $P1, P2, \dots, kPn$ , քաղաքականությունները  $O$  օբյեկտի վրա, կատարվում է բազմաշերտ գաղտնագրում հետևյալ կերպ՝  $\{O\}kid$ , որտեղ  $kid$  գաղտնագրվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\{ \{ \{ kid \} sP1 \} sP2 \dots \} sPn \quad (3)$$

Եթե կառավարող  $sPi$  ( $1 \leq i \leq n$ ) բանալիներից որևէ մեկը հեռացվում է, ապա  $kid$  բանալին դառնում է անվերծանելի՝  $O$  օբյեկտի հետ միասին: Այսպես, եթե մենք հեռացնենք տարբերակը, այսինքն, հեռացնենք տարբերակի եզակի բանալին, ապա հնարավոր չի լինի վերծանել այդ տարբերակում պահվող որևէ օբյեկտի բանալի, սակայն մյուս տարբերակներում հնարավոր կլինի վերծանել օբյեկտի բանալին՝ օգտագործելով տարբերակի բանալին (Նկ. 5):



Նկ. 5. Հավաստի հեռացման և տարբերակների վերահսկման համատեղ կիրառում

Որպեսզի վերականգնենք ֆայլը ընտրված տարբերակից, հարկավոր է սկզբում ստանալ տարբերակի եզակի բանալին, այնուհետև վերծանել այդ բանալիով ֆայլի բանալին և ստացված բանալիով վերծանել ֆայլը: Սակայն, նկարագրված մեթոդը ունի թերություն և չի կարող աշխատել որոշ դեպքերի համար: Դիտարկենք հետևյալ քայլերի հաջորդականությունը՝

1. Համակարգում գոյություն ունի աստիճանական պահուստի  $V1$  տարբերակ:  $F$  ֆայլը առկա չէ  $V1$  տարբերակում: Այնուհետև այն ավելանում է պահուստավորման համակարգում:
2. Համակարգում ստեղծվում է աստիճանական պահուստի  $V2$  տարբերակ, և քանի որ  $F$  ֆայլը ավելացել էր նախքան  $V2$  տարբերակի ստեղծումը, այն ներառվում է  $V2$  տարբերակում:
3. Համակարգում ստեղծվում է աստիճանական պահուստի  $V3$  տարբերակը, որում առկա են միայն մետա տվյալներ  $F$  ֆայլի մասին, քանի որ  $V3$  տարբերակի ստեղծման պահին  $F$  ֆայլը փոփոխված չի եղել:

4. Այնուհետև, օգտագործողը որոշում է հեռացնել  $V2$  տարբերակի աստիճանական պահուստը, ինչը նշանակում է, որ, բավարար մակարդակի անվտանգություն ապահովելու համար համակարգից պետք է հեռացվեն նաև  $F$  ֆայլի վերաբերյալ բոլոր նշումները: Սակայն,  $V2$  տարբերակի և այդ տարբերակի բանալին հեռացնելուց հետո, հնարավոր է դառնում վերականգնել  $F$  ֆայլի մետա տվյալները այլ տարբերակից, որը չի հեռացվել (տվյալ օրինակում դա  $V3$  տարբերակն է):

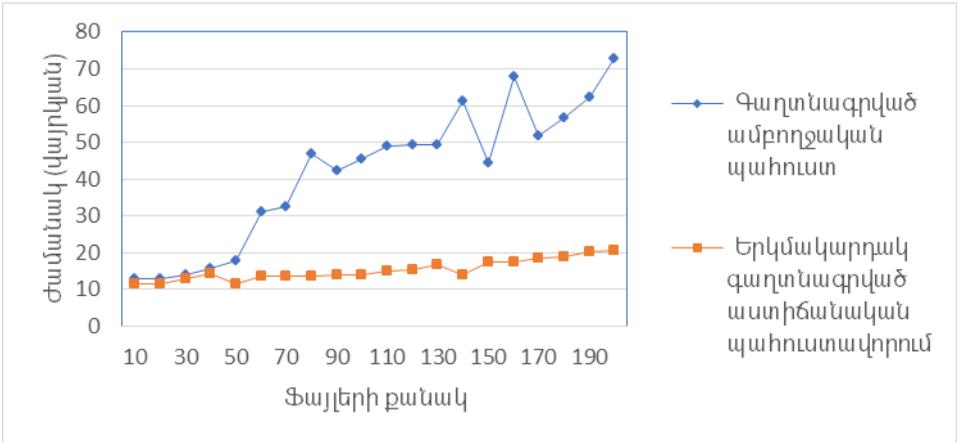
Նկարագրված խնդիրը լուծելու համար մեթոդում օգտագործվում է  $F$  ֆայլի նույն գաղտնագրման առաջին մակարդակի բանալին այդ ֆայլի բոլոր չփոփոխված տարբերակները (այսինքն,  $F$  ֆայլին վերաբերվող մետա տվյալները) պարունակող աստիճանական տարբերակներում  $F$  ֆայլին վերաբերվող մետա տվյալների գաղտնագրման համար: Այդ բանալին փոփոխվում է միայն երբ  $F$  ֆայլը ամբողջովին ընդգրկվում է աստիճանական պահուստի տարբերակում, այսինքն՝ երբ այն փոփոխվում է: Այս կերպ, եթե  $V2$  տարբերակը հեռացվում է համակարգից, ապա  $V2$  տարբերակի բանալու հեռացումը հանգեցնում է  $F$  ֆայլի բանալու հեռացմանը: Քանի որ այդ բանալին հանդիսանում է վերջինիս մետա տվյալների գաղտնագրման բանալին, ապա ստացվում է, որ գաղտնագրված մետա տվյալներով այլևս չեն կարող վերծանվել ոչ-մի տարբերակում: Աղյուսակ 1-ում ցուցադրված է օրինակում նկարագրված տարբերակների և ֆայլերի բանալիների կապը:

Աղյուսակ 1. Նկարագրված տարբերակների և ֆայլերի բանալիների կապը

$K_{V1}$	$K_{V2}$	$K_{V3}$
$\{K_{F1}\}K_{V1}$	$\{K_{F1}\}K_{V2}$	$\{K_{F1}\}K_{V3}$
$\{K_{F2}\}K_{V1}$	$\{K_{F2}\}K_{V2}$	$\{K_{F2}\}K_{V3}$
$\{K_{F3}\}K_{V1}$	$\{K_{F3}\}K_{V2}$	$\{K_{F3}\}K_{V2} *$
...	$\{K_{F3}\}K_{V2}$	$\{K_{F3}\}K_{V3}$

\* Դիցուք  $F$  ֆայլը չի փոփոխվել  $V3$ -ում, բայց փոփոխվել են  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  ֆայլերը

Առաջարկվող մեթոդի համեմատականը (Նկ. 6) կատարվել է տվյալների պահուստավորման ամբողջական գաղտնագրման և առաջարկված աստիճանական պահուստավորման միջև, քանի որ աստիճանական պահուստավորման մեկ մակարդակով գաղտնագրման դեպքում պահուստների տարբերակները կարող են դառնալ անվերականգնելի:



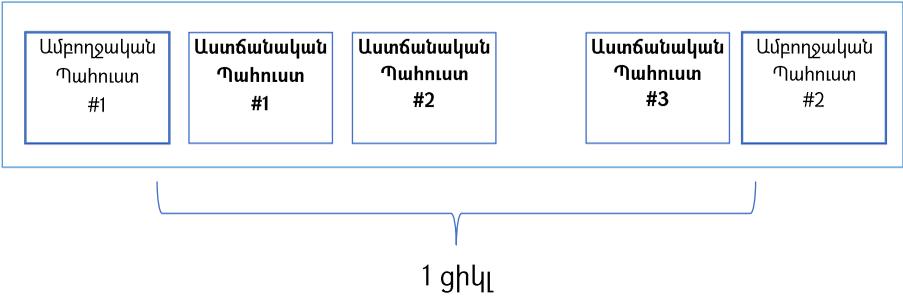
Նկ. 6. Մշակված մեթոդի և գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման արագագործությունների գրաֆիկները

Մշակված մեթոդի դեպքում պահուստավորման արագագործությունը աճել է 36.4%-ով գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման մեթոդի նկատմամբ:

**Չորրորդ գլխում** ներկայացված է աստիճանական պահուստավորման ժամանակացույցի լավարկման մեթոդը: Քանի որ աստիճանական պահուստավորման գործողության ծախսը համեմատաբար ցածր է, ապա ամպային պահուստավորման համակարգում կարելի է կատարել աստիճանական պահուստավորումներ ամբողջական պահուստավորումների միջանկյալ ժամանակահատվածում: Մեծածավալ տվյալների արդյունավետ վերապահուստավորման համար առաջարկվում է ունենալ աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման համադրված ժամանակացույց, որի օգտագործումը թույլ կտա լավարկել պահուստավորման և վերականգնման գործողությունները: Պահուստավորման և վերականգնման գործողությունների արագության համեմատականը հետևյալն է՝

- Ամենաարագ պահուստավորում՝ առանց ամբողջական պահուստավորման, միայն աստիճանական պահուստավորում:
- Ամենադանդաղ պահուստավորում՝ միայն ամբողջական պահուստավորում, առանց աստիճանական պահուստավորման:
- Ամենաարագ վերականգնում՝ միայն ամբողջական պահուստավորում, առանց աստիճանական պահուստավորման:
- Ամենադանդաղ վերականգնում՝ առանց ամբողջական պահուստավորման, միայն աստիճանական պահուստավորում:

Աշխատանքում ներկայացված է պահուստավորման լավարկված ցիկլը (Նկ. 7), որի կատարման արդյունքում ստացվում է տվյալների պահուստավորման և վերականգնման լավագույն ժամանակը:



Նկ. 7. Պահուստավորման ցիկլ

Պահուստավորման ցիկլի տևողությունը, այսինքն՝ աստիճանական պահուստավորման գործողությունների քանակը որոշելու համար, հարկավոր է որոշել պահուստավորման ցիկլի ընդհանուր արժեքը: Պահուստավորման գործողության վրա ազդում են որոշակի պատահական մուտքային փոփոխականներ.

- Փոփոխված ֆայլերի քանակի շեմային արժեք -  $K_F$ : Ցույց է տալիս փոփոխված ֆայլերի այն քանակը, որի դեպքում կատարվում է ամբողջական պահուստավորում: Օրինակ՝ պահուստում առկա ֆայլերի քանակը 1000 է,  $K_F = 900$ , եթե փոփոխված ֆայլերի քանակը գերազանցում է 900-ը, ապա կատարվում է ամբողջական պահուստավորում:
- Պահուստային սերվերի թողունակություն (upload rate) –  $K_B$ : Ցույց է տալիս պահուստային սերվերի թողունակության այն արժեքը, որից ցածր արժեք ունենալու դեպքում կատարվում է աստիճանական պահուստավորում՝ անկախ  $K_F$ -ի արժեքից: Օրինակ՝ պահուստում առկա ֆայլերի քանակը 1000, փոփոխված ֆայլերի քանակը 950,  $K_B = 528 \text{ KB/s}$ , եթե վերբեռնման արագությունը ցածր է  $528 \text{ KB/s}$ ՝ կատարել աստիճանական պահուստավորում անկախ  $K_F$ -ից: Քանի որ ամպային պահուստավորման համակարգի առաքելությունն է ընդհանուր արագագործ պահուստավորումը, ապա եթե  $j$ -րդ պահուստավորման գործողության ժամանակ թողունակության արժեքը ցածր է նախապես սահմանված  $K_B$  արժեքից, ապա կկատարվի աստիճանական պահուստավորում՝ անկախ փոփոխված ֆայլերի քանակից, հակառակ դեպքում փոփոխված ֆայլերի քանակը հաշվի կառնվի որոշումն ընդունման մեջ:

Նշանակենք  $j$ -րդ պահուստավորման գործողության ժամանակ փոփոխված ֆայլերի քանակը  $M_j$ -ով: Այդ դեպքում  $j$ -րդ պահուստավորման գործողության ժամանակ ընդհանուր փոփոխված ֆայլերի քանակը կլինի՝

$$Z_j = \sum_{i=1}^j M_j \quad (4)$$

Աստիճանական պահուստավորման գործողության արժեքը փոփոխված ֆայլերի  $x$  քանակի համար կհաշվարկվի  $c(x)$  արժեքի ֆունկցիայով, իսկ ամբողջական պահուստավորման գործողության արժեքը հաստատուն  $c_f$  է: Այս դեպքում փոփոխված ֆայլերի շեմային քանակի գաղափարից հետևում է, որ՝

$$c(K_F) = c_f \quad (5)$$

$i$ -րդ աստիճանական պահուստավորման արժեքը, երբ պահուստավորման համակարգում փոփոխված ֆայլերի քանակը չի գերազանցել նախապես սահմանված շեմային  $K_F$  արժեքը և պահուստային սերվերի թողունակությունը ավելին է քան  $K_B$  շեմային արժեքը, կարելի է հաշվել հետևյալ բանաձևով՝

$$h_i = c(Z_i), Z_i \leq K_F, B_i \geq K_B \quad (i = 1, 2, \dots, T-1) \quad (6)$$

Ամբողջական պահուստավորման գործողությունից հետո  $j$  անգամ կրկնվող աստիճանական պահուստների ընդհանուր գումարային արժեքը հետևյալն է՝

$$H = \sum_{i=1}^{j-1} h_i \quad (i = 1, 2, \dots, T-1) \quad (7)$$

Երբ  $j = T$ , այսինքն՝ երբ աստիճանական պահուստավորումների քանակը դառնում է հավասար ցիկլի աստիճանական պահուստավորումների քանակին, ապա կատարվում է ամբողջական պահուստավորում և ցիկլը ավարտվում է՝ անկախ փոփոխված ֆայլերի քանակից: Հետևյալ բանաձևի միջոցով կարելի է հաշվել ամբողջական ցիկլի ընդհանուր արժեքը՝

$$H = c_f + \sum_{j=1}^{T-1} h_j \quad (8)$$

$T$ -ի այդ արժեքը գտնելու համար պետք է լուծվի հետևյալ անհավասարությունը՝

$$\sum_{j=0}^{T-1} h_j \geq c_f$$

(9)

Առաջարկված մեթոդով կատարվել է հաշվարկ փոփոխված ֆայլերի քանակի և սերվերի թողունակության փորձնական արժեքների հիման վրա, որի արդյունքում հաշվարկվել են լավարկված ցիկլի երկարություններ՝  $K_B$  և  $K_F$  մուտքային պարամետրերի տարբեր արժեքների համար: Կատարվել է նաև առաջարկված մեթոդով կատարված ամպային պահուստավորման և ընդհանուր օգտագործվող մեթոդի համեմատություն՝ պահուստավորման ցիկլի ընթացքում

ծախսված ռեսուրսների տեսանկյունից: Արդյունքում, նկարագրված մեթոդի կիրառման շնորհիվ ստացվում է վերականգնման գործողության ~47% լավարկում:

**Հինգերորդ գլխում** ատենախոսության մեջ բերված հետազոտությունների հիման վրա ներկայացված է տվյալների ամպային պահուստավորման համակարգի ծրագրային իրականացումը: Ծրագիրը բաղկացած է 2 հիմնական մասերից՝ վեբ միջավայրից և հիմնական պահուստավորում իրականացնող համակարգից: Վեբ միջավայրը նախագծվել է PHP, MySQL, HTML, CSS, JavaScript, տեխնոլոգիաների հիման վրա, իսկ պահուստավորման համակարգը C++ ծրագրավորման լեզվի միջոցով: Բաղկացուցիչ ծրագրային մոդուլները հետևյալն են՝

- Կախվածությունների ուղղորդված գրաֆի ստացման և վերլուծման մոդուլը, որը հայտնաբերում է պահուստավորվող համակարգում փոփոխված ֆայլերը:
- Աստիճանական պահուստների հավաստի հեռացման մոդուլը, որի օգնությամբ կատարվում է պահուստավորված տվյալների տարբերակների հավաստի հեռացում պահուստավորման համակարգից:
- Պահուստավորման լավարկված ժամանակացույցի որոշման մոդուլը, որը թույլ է տալիս հաշվարկել համադրված աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման գործողությունների լավարկված ցիկլը:

Վերոնշյալ ծրագրային լուծումների հիման վրա ստեղծվել է ամպային պահուստավորման Backup Guard ծրագրային համակարգը, որը կիրառվում է ինչպես ամպային ծրագրային ապահովում, այնպես էլ որպես ծառայություն (Software-as-a-Service), և հնարավորություն է տալիս օգտագործողներին կատարել վեբ կայքերի ամպային պահուստավորում:

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

- Մշակվել է պահուստավորվող ֆայլերի կախվածությունների վրա հիմնված մեծաքանակ տվյալների ամպային աստիճանական պահուստավորման մեթոդ, որն ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, ապահովում է փոփոխված տվյալների ավելի արագ հայտնաբերումը [1, 3, 9] :
- Մշակվել է ամպային պահուստավորման համակարգում տարբերակների հավաստի հեռացման մեթոդ, որն ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, միևնույն ժամանակ ապահովում է աստիճանական պահուստավորում և գաղտնի տվյալների հավաստի հեռացում [2, 4, 5, 6]:
- Մշակվել է ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման գործողությունների համադրված ցիկլի որոշման ալգորիթմ, որն ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, ամբողջական պահուստավորման գործընթացների միջակայքի որոշման շնորհիվ թույլ է տալիս ստանալ տվյալների վերականգման գործընթացի լավարկում [7, 8, 9]:
- Ստացված գիտական արդյունքների հիման վրա մշակվել է ամպային պահուստավորման Backup Guard համակարգը, որը հնարավորություն է ընձեռնում կատարել վեբ կայքերի պահուստավորման և վերականգման գործընթացները: Պահուստավորման գործընթացը կատարվում է ինչպես ամբողջական, այնպես էլ աստիճանական մեթոդով՝ հնարավորություն տալով օպտիմալ օգտագործել պահուստավորման տարածքը և հաշվողական ռեսուրսները: Համակարգում ներդրվել է տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգ հեռացման մոդուլը, որի միջոցով կատարվում է պահուստների հավաստի հեռացումը: Համակարգում ներդրվել է նաև աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման գործողությունների համադրված ցիկլի որոշման մոդուլը: Այդ մոդուլի միջոցով կատարվում է ժամանակացուցային պահուստավորում, որը հնարավորություն է տալիս ընտրել լավագույն ժամանակահատվածը ամբողջական և աստիճանական պահուստավորման գործողությունների իրականացման համար [1, 4, 5, 7, 8] :

## ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

- [1] Աթայան Բ., "Տվյալների անկորուստ սեղմման DEFLATE ալգորիթմի վրա հիմնված ամպային պահուստավորման մեթոդի մշակումը", ՀԱՊՀ Լրաբեր, գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու, Երևան, Հայաստան, 2016, էջ 149-152:
- [2] Աթայան Բ., "Տվյալների ամպային պահուստավորման համակարգում տարբերակների երաշխավորված հեռացումը" ՀԱՊՀ Լրաբեր, գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու, Երևան, Հայաստան, 2017, էջ 122-127:
- [3] Hovsepyan V., Khemchyan A., Atayan B. "Data Security and Backup in Cloud Environment", Proceedings of the Conference World Congress on Internet security (WorldCIS206) - London, United Kingdom, 2016, pp. 101-105.
- [4] Atayan B., "Secure Incremental Cloud Backup System With Assured Deletion" // Сборник научных статей XIII международной научно-технической конференции Новые информационные технологии и системы ("НИТИС-2016") - Пенза, Россия, 2016, С. 237-239.
- [5] Атаян Б., Багдасарян Т. "Безопасность резервного копирования данных в облачной системе хранения" // Ukrainian Scientific Journal of Information Security – Kyiv, Ukraine, 2016, P. 119-122.
- [6] Атаян Б., Багдасарян Т. "Защита информации в облачной системе резервного копирования данных" // Тезисы докладов международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов - Киев, Украина, 2016, С. 214-215.
- [7] Atayan B. "Backup Optimization Method for Cloud Backup System", Proceedings of the Conference Computer Science and Information Technologies (CSIT-2017), Yerevan, Armenia, 2017, pp. 319-322.
- [8] Atayan B. "Incremental cloud backup scheduling method", East European Science Journal, Warsaw, Poland, 2018, pp 11-14.
- [9] Աթայան Բ., "Ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների պահուստավորման օպտիմալացման մեթոդ" ՀԱՊՀ Լրաբեր, գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու, Երևան, Հայաստան, 2018, էջ 78-84:

## Atayan Boris Genadi

### BIG DATA CLOUD BACKUP SYSTEM RESEARCH AND DEVELOPMENT

#### RESUME

Nowadays the number of unstructured digital data stored in computing systems is increasing rapidly day by day. Digital information being a valuable asset makes it important to create and maintain backup copies of data.

The widespread deployment of cloud computing technology brings a new solution to the problem of data backup and maintenance. The incremental backup method for is used in backup systems when data is being backed up multiple times. However, in this case, the increase in the amount of data leads to the problem of detection of modified data that needs a backup and copy that data to cloud backup server. These operations may be time consuming and may result in inconvenient usage, as well as data loss or other errors.

User's personal data security is one of the major obstacles in using cloud storage as backup environment since users are not able to fully trust the cloud storage service. The main cause of this problem is one major feature of cloud technologies that it provides users with the abstract environment, and the users are not always informed or need to be informed about on which server exactly and how the data backup copies are being saved. Thus the problem is the assured data removal from the cloud backup environment, which means making the user's data unavailable forever, regardless of the storage server and the means used.

Data recovery time is also important because it can be directly connected with the backup system user's activity, such as online store data restoration and the start of stopped work after a disaster. Since backed up data is stored in cloud, when data recovery is requested, first of all it is necessary to perform data collection. The number of incremental backups in the system has significant impact on the data collection process as the system must perform the analysis and data consolidation of all backups before the start of the recovery process.

**The goal of the work** is the research and development of big data cloud backup methods. To achieve this goal, the following problems have been defined and resolved:

- Develop a method of modified data detection in the cloud backup system,
- Develop a method of assured deletion of incremental backups in the cloud backup system,
- Develop a method of incremental backup process improvement in the cloud backup system

**The main results are:**

- The incremental backup method of large amounts of data has been developed, which is based on mutual dependencies between data, which, unlike existing ones, provides faster detection of modified data [1, 3, 9].

- Method of assured deletion of data from the cloud backup system has been developed, which, unlike existing ones, provides means for incremental backup and assured deletion of sensitive data at the same time [2, 4, 5, 6].
- Method for determining the combined cycle of incremental and full backup processes has been developed, which, in unlike existing ones, improves data restoration process by determining the range of full backup processes [7, 8, 9].
- Based on the results obtained, the Backup Guard cloud computing system has been developed for performing the backup and recovery processes of web sites. The backup process is done with full and incremental backup methods, enabling optimal use of cloud storage space and computing resources. The assured deletion module of incremental backups is implemented in the system, which allows reliable removal of data that was backed up. The system also includes a module for determining the combined cycle of incremental and full [1, 4, 5, 7, 8].

**Атаян Борис Геннадиевич**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБЛАЧНОГО РЕЗЕРВНОГО**  
**КОПИРОВАНИЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ**

**РЕЗЮМЕ**

На сегодняшний день количество не систематизированных числовых данных, хранящихся в компьютерных системах, с каждым днем увеличивается. Принимая во внимание тот факт, что в наши дни числовая информация представляет собой драгоценный актив, актуальной проблемой представляется создание и хранение резервных копий этих данных. Широкое распространение облачных технологий позволяет по новому решить проблему резервного копирования и хранения данных. В системах резервного копирования во время многократного перерезервирования данных используется метод ступенчатого резервного копирования. Однако, в этом случае при увеличении количества данных возникает проблема выявления измененных в процессе резервного копирования файлов и их загрузки в облачную среду. Для подобного действия может потребоваться довольно продолжительное время, а результатом стать неудобное использование или потеря данных, либо другие ошибки.

Безопасность данных частных пользователей является главным препятствием массового применения метода облачного хранения и резервного копирования, так как пользователи не могут всецело доверять службе, предоставляющей облачный резерв. В основе этой проблемы лежит та важная особенность облачных технологий, согласно которой облако предоставляет пользователям абстрактную среду для работы со своими данными, и не всегда пользователи в курсе или имеют необходимость быть в курсе того, на каком именно сервере и каким образом осуществляется хранение их данных, сохраняются ли копии или нет, и т.д. Из этого вытекает задача достоверного удаления файлов из систем облачного резервного копирования, то есть чтобы данные пользователя навсегда стали недоступными по запросу на удаление, независимо от среды хранения и используемых средств.

Важное значение имеет также время восстановления данных, так как оно может иметь непосредственную связь с деятельностью пользователя системы резервного копирования, например, восстановление данных онлайн-магазина и продолжение остановленных работ после какой-либо катастрофы. Так как зарезервированные данные находятся в облачном хранилище, то для восстановления данных в первую очередь необходимо осуществить сбор этих данных, на который большое воздействие оказывает количество версий ступенчатых резервов, так как система должна осуществить анализ всех предыдущих резервов и объединение данных, прежде чем начать процесс восстановления.

**Цель работы.** Целью диссертации является изучение и разработка средств облачного резервного копирования большого объема данных. Для реализации цели были определены и решены следующие задачи:

- Разработать метод выявления данных, измененных в процессе ступенчатого резервного копирования в системе облачного резервного копирования;
- Разработать метод безопасного удаления ступенчатых резервов данных в системе облачного резервного копирования;
- Разработать метод улучшения процесса ступенчатого перерезервирования в системе облачного резервного копирования;

Основные результаты диссертационной работы следующие:

- Был разработан метод облачного ступенчатого резервного копирования большого объема данных, основанный на зависимостях резервируемых файлов, который в отличие от существующих методов, обеспечивает более быстрое выявление измененных данных [1, 3, 9].
- Был разработан метод достоверного удаления версий в системе облачного резервного копирования, который в отличие от существующих методов, одновременно обеспечивает ступенчатое резервное копирование и достоверное удаление персональных данных [2, 4, 5, 6].
- Был разработан алгоритм определения сочетаемого цикла действий ступенчатого и целостного резервного копирования в системе облачного резервного копирования, который, в отличие от существующих, благодаря определению промежутка между процессами целостного резервного копирования, позволяет улучшить процесс восстановления данных [7, 8, 9].
- На основе полученных научных данных была разработана система облачного резервного копирования Backup Guard, которая позволяет осуществить процессы резервного копирования и восстановления веб-сайтов. Процесс резервного копирования осуществляется как целостным, так и ступенчатым методами, позволяя оптимальным образом использовать пространство резервного копирования и расчетные ресурсы. В систему внедрен модуль безопасного удаления ступенчатых резервов данных, посредством которого осуществляется достоверное удаление резервов. В систему также внедрен модуль определения сочетаемого цикла действий ступенчатого и целостного резервного копирования. Посредством данного модуля осуществляется резервное копирование по расписанию, что позволяет выбрать наилучшее время для осуществления действий целостного или ступенчатого резервного копирования [1, 4, 5, 7, 8].