

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ**

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Աթայան Բորիս Գենադիի

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

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

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

Գիտական ղեկավար՝

տ.գ.թ., պրոֆ. Գ. Ի. Մարգարով

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ներածություն.....	5
ԳԼՈՒԽ 1.	10
Մեծածավալ տվյալների պահուստային պահպանման հետ կապված հիմնական խնդիրները	10
1.1. Մեծածավալ տվյալների պահուստավորումը.....	10
1.2. Ամպային տեխնոլոգիաների օգտագործումը տվյալների պահուստավորման համար.....	18
1.3. Մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման գործընթացի վերլուծություն	24
1.4. Վեբ կայքերի պահուստավորման առանձնահատկությունները.....	29
1.5. Ամպային պահուստավորման պայմաններում տվյալների անվտանգության ապահովումը	31
1.6. Տվյալների բազմակի վերապահուստավորման խնդիր.....	36
1.7. Խնդրի դրվածքը.....	39
1.8. Գլուխ 1-ի եզրակացություն	40
ԳԼՈՒԽ 2.....	41
Մեծաքանակ տվյալների ամպային պահուստավորման մեթոդի մշակումը.....	41
2.1. Մեծաքանակ տվյալների ամպային պահուստավորման մեթոդ.....	41
2.2. Ֆայլերի կախվածությունների ուղղորդված գրաֆ.....	43
2.2. Տվյալների ամպային պահուստավորման ֆայլային ձևաչափի մշակում.....	47
2.3. Պահուստավորվող տվյալների փոփոխությունների ստուգում	52
2.4. Մշակված մեթոդի արդյունավետության գնահատականը.....	57
2.4. Գլուխ 2-ի ամփոփում	61
ԳԼՈՒԽ 3.....	62

Տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգ հեռացման մեթոդի մշակումը .	62
3.1. Ամպային միջավայրում պահուստների անվտանգ հեռացումը	62
3.2. Տարբերակների կառավարման համակարգի և գաղտնագրության համատեղ օգտագործումը.....	64
3.3. Պահուստների անվտանգ հեռացման մեթոդի նկարագրությունը.....	66
3.4. Գաղտնագրված աստիճանական պահուստների բանալիների կառավարման նկարագրությունը	69
3.5. Առաջարկվող սխեմայի համեմատականը	74
3.6. Գլուխ 3-ի ամփոփում	77
ԳԼՈՒԽ 4.....	78
Պահուստավորման ամպային համակարգում արդյունավետ վերապահուստավորման ընթացակարգերի մշակումը	78
4.1. Ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական պահուստավորում	78
4.2. Աստիճանական պահուստավորման ցիկլ.....	81
4.3. Աստիճանական պահուստավորման ժամանակացույցի լավարկման մեթոդ...	83
4.4. Առաջարկվող աստիճանական պահուստավորման մեթոդի և ընդհանուր մեթոդի համեմատականը	88
4.5. Գլուխ 4-ի ամփոփում	92
ԳԼՈՒԽ 5.....	93
Մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման համակարգի ծրագրային համակարգի իրականացումը	93
5.1. Մշակված ծրագրային համակարգի իրականացման ընդհանուր բնութագիրը	93
5.2. Backup Guard համակարգի աշխատանքը.....	95
5.3. Գլուխ 5-ի եզրակացություն.....	107

Եզրակացություն	108
Օգտագործված գրականության ցանկ	109
Նկարների ցանկ	116
Աղյուսակների ցուցակ	118
Հավելված 1	119
Հավելված 2	120

Ներածություն

Աշխատանքի արդիականությունը: Ներկայումս քոմփյութերային 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 աբստրակտ 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 դադարված 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 բոլոր նախորդ պահուստների վերլուծություն և տվյալների միավորում՝ նախքան վերականգնման գործընթացի սկիզբը:

Աշխատանքի նպատակը: Ատենախոսության նպատակն է մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման միջոցների հետազոտումը և մշակումը: 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 վերականգման 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՝ միևնույն ժամանակ ապահովելով համատեղելիություն 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, որն 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 գեկուցվել են.

ՀԱՊՀ տարեկան գիտաժողովում (2015-2017թ., ք. Երևան), "XIII միջազգային գիտական և տեխնիկական կոնֆերանսում - նոր ինֆորմացիոն տեխնոլոգիաներ և համակարգեր" (NITaS, 2016թ. ք. Պենզա, 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), «Քոմիյութերային 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:

Հրատարակումներ: Ատենախոսության հիմնական արդյունքները տպագրված են 8 գիտական աշխատություններում, որոնք թվարկված են սեղմագրի վերջում:

Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը 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:

ԳԼՈՒԽ 1.

Մեծածավալ տվյալների պահուստային պահպանման հետ կապված հիմնական խնդիրները

1.1. Մեծածավալ տվյալների պահուստավորումը

Թվային տվյալների աշխարհում պահուստավորումը, կամ պահուստավորման գործընթացը, դա տվյալների պատճենման և պահպանման գործընթացն է, որի արդյունքում ստացված պահուստը կարող է օգտագործվել հետագայում տվյալների կորստի կամ վնասման դեպքում սկզբնական օրիգինալ տվյալի վերականգնման համար: Տվյալների պահուստավորումը ունի երկու առանձին կիրառություն: Հիմնական կիրառությունն է տվյալի վերականգնումը տվյալի կորստից հետո՝ լինի դա տվյալի հեռացում կամ վնասում: Տվյալների կորուստը շատ տարածված երևույթ է օգտագործողների մոտ [1]: Պահուստավորման երկրորդ կիրառությունը ավելի վաղ ժամանակի տվյալի վերականգնում է, այսինքն՝ տվյալի հին տարբերակի վերականգնումը, ընդ որում այն ժամանակը կամ այն տարբերակների քանակը, որոնց համար պահվում է պահուստավորման պատմությունը, կարգավորվում է պահուստավորման համակարգի օգտագործողի կողմից: Աղետների զգալի մասը տեղի է ունենում ոչ միայն մարդկային գործոնի, ծրագրային ապահովման կամ սարքավորումների խափանման հետևանքով, այլ նաև արտակարգ իրավիճակների պատճառով [2]: Ստորև ներկայացված աղյուսակը ցույց է տալիս 5 տարիների ընթացքում տվյալների կորուստի հիմնական պատճառները:

Աղյուսակ 1. Վերջին հինգ տարիների ընթացքում տվյալների կորուստի հիմնական պատճառները

Պատճառը	Տոկոսային հարաբերությունը
Համակարգի թարմացումները	72%
Էլեկտրաէներգիայի անջատում/ձախողում	70%
Կոնֆիգուրացիոն փոփոխություններ	69%
Կիբեր հարձակումներ	64%
Չարամիտ աշխատողներ	63%
Տվյալների արտահոսք/կորուստ	63%
Ջրհեղեղ	48%
Փոթորիկ	47%
Երկրաշարժ	46%
Տորնադո	46%
Ահաբեկչություն	45%
Ցունամի	44%
Հրաբուխ	42%
Պատերազմ	42%
Այլ	1%

Չնայած պահուստավորումը հանդիսանում է աղետներից վերականգնման պարզագույն միջոց և պետք է լինի ցանկացած աղետից վերականգնման պլանի մաս, պահուստավորումը ինքնին չպետք է համարվի ամբողջական պլան աղետից վերականգնման համար, քանի որ ոչ բոլոր պահուստավորման համակարգերն են կարող ամբողջովին վերականգնել և կարգաբերել այնպիսի բարդ համալիր կոնֆիգուրացիաներ ինչպիսին են համակարգիչների կլաստերը, active directory server, կամ տվյալների հենքի բազմամաս սերվերներ [3]: Քանի որ պահուստավորման համակարգում պահվում է պահուստավորվող տվյալների առնվազն մեկ պատճեն, տվյալները պահպանող կրիչի նկատմամբ պահանջները կարող են լինել էական: Պահուստավորման կրիչի և պահուստավորման գործընթացի կառավարումը կարող է

լինել բավականին բարդ խնդիր: Կրիչի վրա պահպանման կառուցվածք ապահովելու համար կարող է օգտագործվել տվյալների շտեմարանի մոդելը:

Այսօրվա դրությամբ կան կրիչների մի քանի տեսակներ, որոնք օգտագործվում են տվյալների պահուստավորման համար: Պահուստավորման գործընթացում մինչ կրիչի վրա ուղարկվել և պահպանվելը կատարվում է տվյալների նախնական մշակում, որի որակից էականորեն կախված է ամբողջ պահուստավորման համակարգի աշխատանքը: Ներկայումս առաջարկվել են պահուստավորման գործընթացի լավարկման որոշակի մեթոդներ [4, 5, 6]: Այս լավարկումները հիմնականում գործ ունեն տվյալների սեղմման, գաղտնագրման, դեդուպլիկացիայի և այլ մեթոդների հետ:

Տվյալների պահուստավորման ցանկացած ստրատեգիա սկսում է տվյալների շտեմարանի (data repository) գաղափարից, քանի որ պահուստավորվող տվյալը պետք է կարգավորված կերպով գրվի և պահպանվի կրիչի վրա: Կրիչի վրա պահվող պահուստների կազմակերպումը կարող է լինել բավականին պարզ, օրինակ՝ պահուստի ստեղծման օր, ժամ և անուն: Սակայն հաճախ պահուստի վերաբերյալ ինֆորմացիան կարող է լինել ավելի ընդգրկուն՝ պարունակել ֆայլերի ինդեքս, գաղտնագրային բանալիներ, տվյալների ռեյսցիոն հենք և այլն: Տվյալների պահուստների շտեմարանները բաժանվում են հետևյալ հիմնական տեսակների՝

- Չկարգավորված: Չկարգավորված շտեմարան կարող է հանդիսանալ հասարակ CD-R կամ DVD-R սկավառակների խումբը, որոնք պարունակում են նվազագույն ինֆորմացիա, թե ինչ է պահուստավորվել և երբ: Այս մոտեցումը ամենադյուրինն է իրագործելու տեսանկյունից, սակայն չի կարող տրամադրել վերականգնման բարձր մակարդակ, քանի որ ավտոմատացված չէ:
- Ամբողջական համակարգի պատճենում (system imaging): Այս, տեսակի շտեմարանում պահվում է համակարգի ամբողջական պատճեն, որը կատարվում է ժամանակի կոնկրետ պահերին: Այս տեսակի պահուստավորումը հաճախ օգտագործվում է համակարգային ադմինիստրատորների կողմից, որպեսզի պահպանվի համակարգի վիճակը ընտրված կոնֆիգուրացիայով:

- Աստիճանական պահուստավորման շտեմարան: Աստիճանական տիպի շտեմարան, որը թույլ է տալիս պահուստավորել տվյալների փոփոխությունները տարբեր ժամանակահատվածների միջև:
- Դիֆերենցիալ պահուստավորման շտեմարան: Յուրաքանչյուր դիֆերենցիալ պահուստավորման պահուստ պահում է իր մեջ տվյալների բոլոր փոփոխությունները՝ սկսած վերջին ամբողջական պահուստից:

Անկախ օգտագործվող շտեմարանի մոդելից, տվյալները պետք է պահպանվեն որևիցե տվյալների պահպանման կրիչի վրա, որոնք կարող են լինել բազմազան տեսակների: Պահուստավորման գործընթացում օգտագործվող կրիչների հիմնական տեսակները հետևյալն են՝

- Մագնիսական ժապավեն: Մագնիսական ժապավենը երկար ժամանակ եղել է ամենատարածված կրիչը՝ զանգվածային տվյալների պահուստավորման, պահեստավորման, արխիվացման եւ փոխանակման համար: Ժապավենը հաջորդական դիմման տեսակի կրիչ է, ինչի պատճառով դիմման ժամանակը կարող է երկար լինել: Այսինքն, կոնկրետ տվյալը գտնելու համար պետք է ժապավենով այնքան առաջ գնալ, մինչև չհանդիպի նախընտրած տվյալը [7]:
- Կոշտ սկավառակ: Կոշտ սկավառակի վրա կատարվող պահուստավորման գործընթացի հիմնական թերությունը կայանում է կոշտ սկավառակների վնասման դյուրինությունը (հատկապես, երբ կատարվում է պահուստները պարունակող կոշտ սկավառակների ֆիզիկական տեղափոխում՝ օրինակ՝ հեռահար (off-site) պահուստների դեպքում): Բացի այդ, կոշտ սկավառակների կայունությունը տարիների ընթացքում հարաբերականորեն անհայտ է [8]:
- Օպտիկական կրիչներ: CD, DVD, և Blu-ray սկավառակները սովորաբար օգտագործվում են անհատական համակարգիչներում և հիմնականում ունեն ցածր գին: Այնուամենայնիվ, այս եւ այլ օպտիկական սկավառակների հնարավորությունները եւ արագությունները սովորաբար մի քանի կարգ ավելի ցածր են, քան կոշտ սկավառակների և մագնիսական ժապավենների արագությունները:

- Solid state կրիչներ: Solid state կրիչները հայտնի են նաև որպես flash memory հիշողություն, thumb կրիչներ, USB flash կրիչներ և այլն: Այս սարքերը համեմատաբար ավելի թանկ են, քան կոշտ կրիչները՝ իրենց տրամադրած ցածր կարողության պայմաններում [9]:

Սակայն, ոչ բոլոր կրիչներն են հավասարազոր տվյալների պահուստավորման համար: Տվյալների պահուստավորումը և տվյալների արխիվացումը կարող են թվալ նմանատիպ գործառույթներ, քանի որ դրանք երկուսն էլ ներառում են տվյալների պատճենների ստեղծում և պահպանում, սակայն այդ երկու գործառույթները ստեղծվել են տարբեր նպատակների համար: Շատ կարևոր է հասկանալ տվյալների պահուստավորման և արխիվացման տարբերությունները, ինչպես նաև ուսումնասիրել ինչ է անհրաժեշտ տվյալների օպտիմալ մշակման համար:

Տվյալների պահուստավորում տերմինը նկարագրվում է որպես «ֆայլերի կամ տվյալների բազայի պատճենման գործունեություն, որպեսզի դրանք պահպանվեն սարքավորումների ձախողման կամ այլ աղետի դեպքում»: Ինչպես նշվեց վերևում՝ տվյալների պահուստավորումը օգտագործվում է որպես տվյալների անվտանգության ապահովման միջոց՝ տվյալների վնասման, օգտագործողի սխալների կամ ծանր աղետներից վերականգնման համար: Պահուստավորումը հանդիսանում է backup and disaster recovery (BDR) գործընթացի կարևորագույն մասը, բայց այն բաժանվում է BDR-ից պրոակտիվության ավելացված մակարդակով [10, 11]: Երբ օգտագործողի տվյալները վնասվում են կամ ընդհանրապես կորչում են, հարկավոր է ունենալ պլան, թե ինչպես կարելի է վերականգնել այդ տվյալները և այդ տվյալները օգտագործող համակարգը և դա կատարել մինիմալ դադար ունենալով: Այստեղ է երևում տվյալների պահուստավորման և արխիվացման տարբերություններից մեկը՝ ընդամենը ունենալով տվյալների պատճեն որևիցե այլ տեղում հնարավոր չէ ապահովել տվյալների որակյալ վերականգնման գործընթաց:

Տվյալների պահուստավորման համակարգում տվյալների որակյալ պահուստավորում և վերականգնում կատարելու համար հարկավոր է արագ վերականգնում: Այսինքն, միայն ռեգերվային կրկնօրինակների ստեղծումը բավարար

չէ, հարկավոր են նաև միջոցներ այդ տվյալները ժամանակին արագորեն վերականգնելու համար: Օրինակ, կատարելով ամբողջական պահուստավորում որևիցե սերվերային համակարգի համար, անհրաժեշտ է միանգամից վերականգնել սերվեր աշխատող վիճակը և ոչ թե ձեռքով տեղադրել սերվերային օպերացիոն համակարգը, նորից կարգավորել այն և պատճենել տվյալները պահուստից: Սակայն, որակյալ վերականգնում կատարելու համար միայն արագ վերականգնումը բավարար չէ: Հարկավոր է ունենալ հնարավորություն վերականգնելու տվյալների պահուստի ցանկացած տարբերակից, օրինակ՝ ամենաթարմ պահուստից: Արդյունավետ վերականգնման գործընթաց ապահովելու համար պետք է ունենալ փոքր պահուստավորման պատուհան, այսինքն՝ պահուստավորվող տվյալների շատ տարբերակներ, որոնցից օգտագործողը կարող է գտնել այն տարբերակը, որը ցանկանում է վերականգնել:

Երբ խոսքը գնում է տվյալների արխիվացման մասին, ենթադրվում է, որ արխիվացված տվյալները պահպանվում են անորոշ ժամանակով՝ հետագայում օգտագործվելու համար: ComputerWeekly-ի համաձայն [12], տվյալների արխիվների նպատակն է պահպանել տվյալները որոշակի ժամանակահատվածով, որը կարող է ընդլայնվել մինչև տասնամյակների: Ի տարբերություն տվյալների պահուստավորմանը, այստեղ չկա իրական հրատապության զգացում կամ կարիք արագորեն դիմելու պահպանված տվյալներին: Արդյունավետ արխիվացումը պետք է ապահովի մեկ կարևոր հնարավորություն՝ փնտրելու միջոցներ: Քանի որ տվյալների արխիվները նախատեսված են տվյալների երկարատև պահպանման համար և չունեն որևիցե տեղեկատվություն վերականգման ժամկետի մասին, թե երբ պետք է այդ տվյալները օգտագործվեն, տվյալները ունեն միտում կուտակվելու այդ արխիվներում: Այդպիսի ամբողջության մեջ ինչ-որ բան փնտրելը կարող է լինել բավականին երկարատև և ռեսուրսատար գործողություն, և, ըստ այդմ, արխիվը ստեղծող համակարգը պետք է տրամադրի տվյալների փնտրման օպտիմիզացված միջոցներ, որոնց միջոցով օգտագործողները կարող են փնտրել տվյալները տարբեր չափանիշների: Տվյալների արխիվի օգտագործման օրինակ կարող է հանդիսանալ էլեկտրոնային փոստում նամակների արխիվը և դրա մեջ նամակների փնտրումը, օրինակ՝ ըստ ուղարկողի

անվան, ամսաթվի կամ ինչ-որ այլ հատկության: Ակնհայտ է, որ ըստ հատկության փնտրումը գերադասելի է քան բոլոր նամակները թերթելը:

Ամփոփելով վերը նշվածը, տվյալների պահուստավորման և արխիվացման տարբերությունը դրանց օգտագործման մեջ է: Տվյալների պահուստավորումը կատարվում է ներկա պահին օգտագործվող տվյալների վնասումից, կորստից և այլնից պաշտպանության համար, իսկ արխիվացումը կատարվում է հին տվյալների համար, որոնք կարող են պահպանվել անորոշ ժամանակով ինչ-որ մի պահին օգտագործվելու համար, օրինակ՝ վիճակագրական տվյալներ, փոփոխությունների պատմություն և այլն:

Թվային աշխարհի զարգացումը բերում է տվյալների գերարագ ավելացմանը, որոնք կառավարելով կարելի է ստանալ ավելի շատ գիտելիք և կատարելագործված որոշում ընդունելու ունակություն: Տվյալների գիտությունը (Data science)՝ բիզնեսի վերլուծության, համակարգչային գիտության եւ մաթեմատիկայի համատեղ օգտագործումն է: Այս գիտությունը իր մեջ ներառում է մեծ քանակությամբ տվյալների ավտոմատացված հավաքագրում և այդ տվյալների միջոցով գիտելիքներ ստանալով կատարել նոր բացահայտումներ: Տվյալների գիտության զարգացման սկզբում մեծ ծավալի տվյալների հետ կապված հիմնական խնդիրն էր այդ տվյալների հավաքագրումը: Այժմ ակտուալ խնդիր է այդ տվյալներից օգտակար ինֆորմացիա քաղելը և նոր հզոր արդյունքներ ստանալը: Չկարգավորված տվյալների արագ աճը և դրանց մշակման անհրաժեշտությունը բերեց այդ ամբողջ տվյալների պահպանման խնդրին: Մեծ քանակությամբ տվյալների մշակման և պահպանման հիմնական մարտահրավերներն են՝

- Տվյալների ծավալ: Ամեն օր ստեղծվող և տարածվող տեղեկատվության ծավալը հսկայական է, որը շարունակում է ռեկորդային կերպով աճել: Առանց այդ տվյալները պահպանելու, դասակարգելու և մշակելու պատշաճ համակարգի, տվյալների օգտագործողները չեն կարող լավագույն կերպով օգտագործել դրանք տվյալների գիտության համար և չեն կարող օգուտ քաղել իրենց կողմից հավաքագրված տվյալներից:

- Տվյալների արագություն: Հաճախորդի տեղեկատվության եւ կարիքների անընդհատ փոփոխությունը կարող է նշանակել, որ պետք է լինի կառուցվածքային գործընթաց, որը տվյալները վերածում է անհրաժեշտ տեղեկատվության, որը բավարարում է արագության և արդյունավետության չափանիշներին: Կազմակերպությունները պետք է պատրաստ լինեն այսպիսի խնդիրներին, որպեսզի կարողանան պահել իրենց օգտագործողներին:
- Տվյալների բազմազանություն: Բազմազանությունը կյանքի լավագույն դրսևորումներից է, բայց ոչ տեղեկատվական ոլորտի կազմակերպությունների համար, ովքեր ստիպված են վերամշակել ահռելի քանակությամբ և տեսակների տվյալներ օրական: Տվյալների հենքերը լինում են՝ հիերարխիկ տվյալներ, կարգավորված և չկարգավորված տվյալներ, տրանզակցիաներ, որոնք բոլորը պետք է վերլուծվեն, դասակարգվեն և ճիշտ օգտագործվեն ընկերության կողմից:
- Տվյալների կառավարում: Քանի որ, ժամանակի ընթացքում հավաքագրվում է հսկայական ծավալի տվյալներ, այդ պատճառով կարող են առաջանալ հավաքագրման և հավաքված տվյալների օգտագործման և կառավարման օպտիմալացման խնդիրներ:

Երբ հաշվի ենք առնում, որ առաջիկա տարիների ընթացքում հավաքագրված տվյալների չափը կարող է բավականին մեծ աճ ունենալ, ապա ակնհայտ է դառնում, որ պետք է լինեն մեծածավալ և մեծաքանակ տվյալների կառավարման գործընթացների և նոր մոտեցումների նախաձեռնություններ՝ տվյալների արդյունավետ պահպանման համար: Այս տեսակ մոտեցումը թույլ կտա SS ընկերություններին կառավարելու իրենց տվյալները անկախ տվյալների ծավալից և չափերից:

1.2. Ամպային տեխնոլոգիաների օգտագործումը տվյալների պահուստավորման համար

Ամպային տեխնոլոգիաները մեր օրերում հանդիսանում են տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ոլորտի առաջատար ճյուղերից մեկը: Ամպային տեխնոլոգիաները լայն կիրառում են գտնում գիտության տարբեր ոլորտներում օրինակ՝ բժշկության, մեքենաշինության, ինտերնետ իրերի և այլն: Այս երևույթը բացատրվում է ամպային տեխնոլոգիաների տրամադրված ծառայությունների հասանելիությամբ, բազմազանությամբ և մատչելիությամբ, որը հնարավորություն է տալիս SS ընկերություններին զգալիորեն նվազեցնել իրենց ծախսերը՝ սարքավորումների ներդրման և նրանց սպասարկման հետ կապված: Ամպային հաշվարկների հիմնական գաղափարը ընկած է տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ռեսուրսների կրկին օգտագործման վրա[13]: Այս մոտեցման շնորհիվ հնարավոր է կառուցել ձեռնարկությունների ենթակառուցվածքներ, որոնք կունենան հետևյալ առավելությունները ի տարբերություն ավանդական լուծումների՝

- **Ճկունություն:** Ռեսուրսների օգտագործումը բաշխվում է ամպային ծառայություններից օգտվողների միջև և որպես կանոն, հեշտացնում է կառավարումը եւ ավելացնում ճկունություն, քանի որ հաշվարկային ռեսուրսները հարկավոր չէ ֆիզիկապես տեղափոխել եւ վերամիավորել մեկ սերվերի վրա:
- **Ընդլայնելիություն:** Ամպային ենթակառուցվածքը հնարավորություն ունի ընդլայնելու տրամադրված հաշվողական ռեսուրսները կոշտ սկավառակների քանակի քեշ հիշողության ծավալի ավելացմամբ, առկա տվյալների պահպանման համակարգի ապարատային վերազինման, ծրագրային ապահովման միջոցով ֆունկցիոնալության բարձրացմամբ՝ առանց այլ կորուստների: Այսպիսով, հնարավորություն է ընձեռնվում զգալիորեն խնայելու եւ ավելի ճկուն դարձնելու ամպային ենթակառուցվածքը:
- **Վճարում միայն օգտագործված ռեսուրսների համար:** Ամպային ծառայությունից օգտվողները հնարավորություն ունեն վճարելու միայն ռեսուրսների այն քանակի

համար, որը օգտագործել են իրենց խնդիրները լուծելու համար: Սա հնարավոր է դառնում ամպային ծառայություններ մատուցող ընկերությունների տրամադրված կառավարման համակարգերի շնորհիվ:

- Բարձր հուսալիություն և կայունություն անճշտությունների նկատմամբ: Իրականացվում է բոլոր համակարգային բաղադրիչների լրիվ կամ մասնակի պահուստավորմամբ և կրկնօրինակմամբ (էլեկտրամատակարարում, մուտքի ուղիներ, պրոցեսորային մոդուլներ, սկավառակներ, քեշ հիշողություն եւ այլն), ինչպես նաև հնարավոր խնդիրների հզոր մոնիտորինգի եւ ահազանգման համակարգերի կիրառմամբ:

Forrester Research-ը ամպային տեխնոլոգիաների համար տալիս է հետևյալ սահմանումը՝ արստրակտ, բարձր ընդլայնելիություն ունեցող և կառավարվող հաշվարկային ենթակառուցվածք, որը հնարավորություն ունի տեղակայել օգտագործողների հավելվածները և տրամադրել օգտագործողներին օգտագործված ռեսուրսների չափով վճարելու հնարավորություն [14]:

Ամպի հիմնական բնորոշիչներից մեկը վիրտուալ ենթակառուցվածքն է, որը անտեսանելի է վերջնական օգտագործողների կողմում, կարող է տեղակայվել աշխարհի ցանկացած վայրում եւ որի համար հատուկ սարքավորումների և ծրագրային ապահովման կարիք չկա: Ամպի մեջ առկա է անհրաժեշտ ենթակառուցվածքը, որը հասանելիություն է տալիս օգտագործողներին ամպում տեղակայված ռեսուրսների եւ ծրագրերի շահագործման՝ առանց լրացուցիչ սարքավորումների օգտագործման, այս ամենը ամպային ծառայություն մատուցող ընկերության պատասխանատվությունն է [15, 16]: Այսօրվա առաջարկվող ամպային պլատֆորմներն ու ծառայությունները տարբերվում են ինչպես ֆունկցիոնալությամբ, այնպես էլ արժեքով: Կախված առաջադրանքներից, անհրաժեշտ է ընտրել ճիշտ մատակարար եւ որոշել օպտիմալ օգտագործման պլանը:

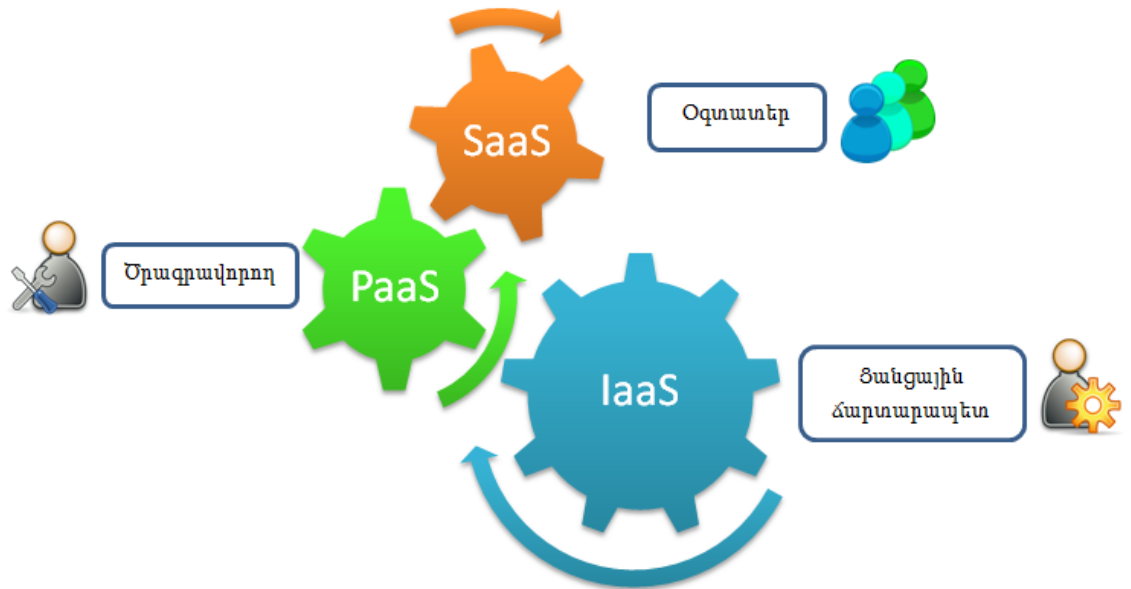
Ամպային ծառայություններ մատուցող ընկերությունները տրամադրում են բազմաթիվ ծառայությունների տարբերակներ, որոնցից օգտագործողները հնարավորություն ունեն ընտրելու իրենց համար ամենահարմարավետը: Ամպային

ծառայություններ տրամադրող գեր հսկա ընկերություններից են՝ IBM-ը, Amazon-ը, Google-ը, Microsoft-ը, Salesforce.com-ը, Sun-ը և այլն [17]: Ամպային տեխնոլոգիաների ծառայությունները կարելի է բաժանել հետևյալ երեք հիմնական մակարդակի (Նկ.1)՝

- Ամպային ծրագրային ապահովումը, որպես ծառայություն (Software-as-a-Service (SaaS)): Այս մակարդակում ծառայության տրամադրող ընկերությունը տեղադրում է ծրագրային ապահովումը ամպում ապահովելով ծրագրային փաթեթի հասանելիությունը օգտագործողին: Նման ծառայությունները հասանելի են ինտերնետ զննարկչի միջոցով [18]: Այս դեպքում SaaS մոդելի հիմնական առավելությունը հաճախորդի համար այն է, որ այն աշխատում է առանց լրացուցիչ սարքավորումների, ծրագրերի տեղադրման, և որի թարմացման և սպասարկման հետ կապված ծախսերը բացակայում են: Թիրախային լսարանը վերջնական օգտագործողներն են: Ծրագրային ապահովման մշակողների տեսանկյունից, SaaS մոդելը արդյունավետ միջոց է պայքարելու ծրագրային ապահովման անօրինական օգտագործման դեմ, քանի որ հաճախորդը չի կարող պատճենել, տեղադրել կամ փոփոխել ծրագրային ապահովումը իր անձնական համակարգչում: Մեծ պահանջարկ են վայելում հետևյալ SaaS ծրագրային ապահովման միջոցները՝
 - Էլեկտրոնային փոստ,
 - Հաղորդակցություն (VoIP),
 - Հակավիրուսային միջոցներ,
 - Օգտագործողների օգնություն,
 - Նախագծերի կառավարում,
 - Հեռահար ուսուցում,
 - Տվյալների պահուստավորում:
- Ամպային հիմնահարթակը (պլատֆորմը) որպես ծառայություն (Platform-as-a-Service (PaaS)): Սա ծրագրային հավելվածների մշակման, փորձարկման, տեղակայման և աջակցման միասնական հիմնահարթակի տրամադրումն է որպես ծառայություն: Այն ծրագրերի ստեղծման և նրանց գործարկման հնարավորություն է տալիս՝ առանց որևէ լրացուցիչ տեխնիկական կամ

ծրագրային միջոցների [18]: Օրինակ՝ վեբ հավելվածների տեղադրման համար, մշակողը կարիք չունի ձեռք բերել ապարատային եւ ծրագրային ապահովում, կարիք չկա նաև կազմակերպելու դրանց աջակցությունը: Առավել հայտնի օրինակներից է Google-ի AppEngine-ը [19, 20], որը առաջարկում է հոսթինգ վեբ կայքերի համար: Այն նաև թույլ է տալիս ցանկացած պահին ընդլայնելու տրամադրված հաշվողական ռեսուրսները հավելյալ վճարի դիմաց: Yahoo-ի վեբ որոնման եւ բովանդակային գովազդային համակարգերը օգտագործում են Hadoop պլատֆորմը, որն օգտագործվում է ցանցային սերվերների միջև մեծ քանակությամբ տվյալների փոխանցման համար: Hadoop- ի հիման վրա կառուցվել է HBase-ը (համարժեքը՝ Google BigTable), ինչպես նաև HDFS-ը (Hadoop-ի տարածված ֆայլային համակարգը, Google- ի ֆայլային համակարգի համարժեքը)[21]:

- Ամպային ենթակառուցվածքը, որպես ծառայություն (Infrastructure-as-a-Service (IaaS)): Հիմնված է վիրտուալացման տեխնոլոգիայի վրա, որը թույլ է տալիս օգտագործողին բաժանելու հաշվողական ռեսուրսները մասերի, և դրանք կիրառել ըստ պահանջարկի դրանով իսկ մեծացնելով հասանելի հաշվարկային հզորությունները և օգտագործման արդյունավետությունը: Օգտագործողը (ընկերությունը կամ ծրագրային ապահովման մշակողը) այս դեպքում կվճարի միայն սերվերի ժամանակի, կոշտ սկավառակի տարածության, ցանցի թողունակության եւ այլ ռեսուրսների համար, որոնք օգտագործվել են տվյալ խնդիրը լուծելու համար, բացի այդ, IaaS-ն ապահովում է կառավարման միասնական գործառույթների ամբողջական փաթեթ մեկ հարթակում: Այս ծառայությունը տրամադրող մեծ ընկերությունից է Amazon-ը, Rackspace-ը, Savvis-ը, HP-ն, IBM-ը, Sun-ը և Google-ը [17]:



Նկ. 1. Ամպային ծառայությունների հիմնական մակարդակները

Ամպային տեխնոլոգիաների զարգացման հետ մեկտեղ թվային տվյալները աճում են էքսպոնենցիալ կերպով և հաշվի առնելով այն փաստը, որ թվային տեղեկատվությունը մեր օրերում բավականին թանկարժեք է, ապա արդիական խնդիր է դառնում այդ տվյալների պահուստային օրինակների ստեղծումը և պահպանումը: Գոյություն ունեն ֆայլերի պահուստավորման բազմաթիվ եղանակներ: Եթե նախկինում տվյալների պահպանման համար օգտագործվում էին միայն ֆիզիկական լուկալ կրիչներ (CD/DVD, USB memory, HDD memory և այլն), ապա ներկայումս յուրաքանչյուր ոք հնարավորություն ունի իր տվյալները պահպանել ամպում: Տրամաբանական է, որ ամպային տեխնոլոգիաների տրամադրած հնարավորությունները կարելի է արդյունավետ օգտագործել տվյալների պահուստավորման համար: Ամպային տեխնոլոգիաների զարգացման շնորհիվ ներկայումս այդ ոլորտում գործող ամպային ծառայությունները տրամադրում են հարմարավետ գործիքներ ֆիզիկական անձանց եւ կազմակերպություններին ծախսելով քիչ գումարներ պահպանել իրենց տվյալների պահուստային օրինակները ամպում:

Ամպային պահուստավորումը դա ամպային տեխնոլոգիաների վրա հիմնված ծրագիր է, որը հնարավորություն է տալիս պահուստավորելու ֆայլերը, ծրագրերը,

վիրտուալ մեքենաները կամ սերվերները ամպային միջավայրում: Պահպանված տվյալները հասանելի են լինում ցանկացած վայրից, որտեղ կա Ինտերնետ կապ, որն էլ երաշխավորում է տվյալների վերականգնումը աղետների և այլ գործոնների դեպքում:

Տեղեկատվության պահուստավորման համար սովորաբար օգտագործողի համակարգչում տեղադրվում է համապատասխան ծրագրային ապահովում, որը ժամանակ առ ժամանակ կատարում է ֆայլային համակարգի սկանավորում և ֆայլերի փոփոխման դեպքում կատարում է փոփոխված ֆայլերի հավաքագրում լրկալ համակարգչում, ապա տվյալները փոխանցում է ամպային ծառայությանը պահուստավորման համար: Սովորաբար նման ծրագրային ապահովումները գործարկվում են ամեն օր մի քանի անգամ և կատարում են տվյալների պահուստավորում: Նման մոտեցումը թույլ է տալիս օգտագործողին պահպանելու վերջին ժամանակներում փոփոխված տվյալները, որն էլ թույլ կտա ցանկացած խափանման դեպքում վերականգնելու վերջին թարմ տարբերակը:

1.3. Մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման գործընթացի վերլուծություն

Տվյալների պահուստավորումը SS ընկերությունների կարևորագույն գործառույթներից մեկն է, սակայն ոչ բոլոր ընկերություններն են դիտարկում այս փաստը և որպես արդյունք շատ SS ընկերություններ կորցնում են իրենց համար թանկարժեք տվյալները, որի արդյունքում ընկերությունը սնանկանում է: Ըստ վիճակագրական տվյալների 30%-ը SS ընկերություններից ստիպված են եղել դադարեցնելու իրենց բիզնես գործունեությունը, քանի որ տվյալները վնասվել էին հրդեհի պատճառով: 60%-ը այն ընկերություններից, որոնք կորցրել են իրենց տվյալները աղետի պատճառով դուրս են մնում բիզնեսից 6 ամսվա ընթացքում [22]: Սակայն շատ ընկերություններ և անհատներ մտածում են տվյալների պահուստավորման մասին միայն այն ժամանակ, երբ տվյալները արդեն վնասվել են: Տվյալների պահուստավորումը միշտ մարտահրավեր է: Տվյալների ծավալը, սահմանափակ համակարգչային հզորությունը, կոշտ սկավառակների տարողունակություն և տվյալների կրկնօրինակման եւ վերականգնման ժամանակի անբավարարությունը արդի խնդիրներից են: Այսօր, երբ տվյալների աճը տեղի ունենում է քսպոնենցիալ կերպով, ավելի է բարդացել պահուստավորման արդյունավետության ապահովումը: Օրինակ, որոշ տվյալներ մշտապես ստացվում են բջջային սարքերի եւ ինտերնետ կապակցված գործառույթներից: Այս տվյալները պետք է հաճախակի պահուստավորվեն, վերականգնվեն արագ: Մեկ այլ կարևորագույն խնդիր է պահուստավորված տվյալների անվտանգությունը: Բարձրորակ գրաֆիկայի եւ բարձրակարգ մեդիա տեսանյութերը պահանջում են ավելի մեծ պահուստավորման հզորություն: Տվյալների բազաները պահպանում են ավելի շատ տվյալներ, քան երբևէ: Կախված տվյալների տիպից, որոշ տվյալների պահուստավորման օրինակները պետք է պահպանվեն ավելի երկար գործնական, իրավական կամ կարգավորող պահանջները բավարարելու համար: Այս պահուստավորման մարտահրավերները, հատկապես շոշափելի են փոքր եւ միջին բիզնեսի համար (ՓՄԲ): Արդյունքում փորձի պակասը կամ բացակայություն դժվարացնում են ՓՄԲ-ների արդյունավետ պահուստավորման

կառավարումը: Արդյունքում, տվյալների պահուստավորումը կատարվում է թերի կամ ընդհանրապես չի կատարվում:

Կախված տվյալների չափից պահուստավորումը կարող է չափազանց երկար ժամանակ պահանջել, ինչն էլ իր հերթին ազդում է վերականգնման գործընթացի վրա: Իրականում, տվյալների վերականգնման ժամանակը սովորաբար չափվում է ժամերով, երբեմն նաև օրերով, ինչը զգալիորեն ավելացնում է ծախսերը, քանի-որ SS ընկերությունը չի կարողանում մատակարարել իր առաջարկված ծառայությունը և կարող է կորցնել է իր հաճախորդներին: Արդյունքում, ԲՄԿ-ների մեծ մասը բյուջետային միջոցների պակասի արդյունքում չի կարողանում ներդնել պահուստային ենթակառուցվածքներ, իրականացնել և կառավարել պահուստավորման ռազմավարություն:

Քանի որ պահուստավորումը նույնքան կարևոր է, որքան պահանջում է ծախսեր իրագործման համար, շատ ՓՄԲ-ներ փորձում են կառուցել իրենց պահուստային ենթակառուցվածքը, սակայն այս դեպում ևս իհայտ են գալիս բազում խնդիրներ: Ո՞րքան հաճախ պետք է պահուստավորվեն տվյալները: Ինչպիսի՞ տվյալները պետք է պահուստավորվեն: Ո՞րքան արագ պետք է վերականգնել տվյալները: Արդյո՞ք համակարգը հասանելի կլինի վերականգնումից հետո: Ո՞րքան ժամանակ պետք է պահվեն տարատեսակ տիպի տվյալները: Այս եւ այլ պահուստավորման հետ կապված հարցերին կարող են պատասխանել ամպային ծրագրային ապահովումը, որպես ծառայություն տրամադրող ընկերությունները, որոնց գործունեությունը ուղղված է տվյալների պահուստավորման և վերականգնմանը: Սա կտպաստի ՓՄԲ -ների բիզնեսի առաջ խաղացման վրա կենտրոնանալուն:

Մեծաքանակ և մեծածավալ տվյալների պահուստավորման դեպքում ռեսուրսների օգտագործումը դառնում է ավելի բացահայտ: Տվյալների պահուստավորման ժամանակ անհրաժեշտություն է դառնում ստուգելու բոլոր ֆայլերի փոփոխությունները՝ օրինակ կատարելով ֆայլի պարունակության ստուգիչ արժեքի հաշվարկ, որից հետո համեմատելու այդ արժեքները սերվերում պահուստավորված տվյալների ստուգիչ արժեքների հետ, և միայն դրանից հետո որոշում է ընդունվում պահուստավորում կատարելու մասին: Անդրադառնալով մեծաքանակ տվյալների պահուստավորմանը,

միարժեքորեն կարելի է նշել, որ այդ գործընթացի ամենաժամանակատար գործողություններից մեկը փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերումն է: Փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման համար պետք է կազմակերպվի ցիկլ, որը կստուգի համակարգում յուրաքանչյուր ֆայլի փոփոխության առկայությունը: Մեծաքանակ տվյալներ ցայտուն օրինակ է վեն կայքերի պատրաստման ամենահայտնի համակարգը՝ WordPress-ը, որը պարունակում է ավելի քան 1542 ֆայլ: Այս դեպքում, փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման համար պետք է համեմատվի և ստուգվի 1542 ֆայլ, ինչը կարող է լինել բավական ժամանակատար:

Մյուս ժամանակատար գործընթացը ֆայլի պարունակության ստուգիչ արժեքի (օրինակ հեշ արժեք) հաշվումն է: Կախված օգտագործվող ալգորիթմից և ֆայլի չափերից այդ ժամանակը կարող է աճել կամ նվազել: Ստուգիչ արժեքի հաշվարկման համար կարելի է օգտագործել արագագործ հեշավորման ալգորիթմ, ինչպիսին է, օրինակ, CRC32-ը [23], սակայն այս տեսակի ալգորիթմներն ունեն թերություն, որը կոլիզիայի (տարբեր ֆայլերի համար նույն հեշ արժեքի ստացում) բարձր հավանականությունն է: Այսպիսով, գործնականորեն ավելի նպատակահարմար է օգտագործել կոլիզիայի ցածր հավանականություն ունեցող ալգորիթմներ:

Այժմ մանրամասն նկարագրենք ամպային պահուստավորման գործընթացը: Ամպային պահուստավորման ժամանակ հաջորդականորեն կատարվում են հետևյալ հիմնական քայլերը՝

- Օգտագործողը ներբեռնում և տեղադրում է ամպային պահուստավորում տրամադրող ծառայության ծրագրային ապահովումը:
- Ընտրվում են այն ֆայլերը կամ թղթապանակները, որոնք պետք է պահուստավորվեն:
- Պահուստավորում կատարող ծրագրային ապահովումը հարցում է ուղարկում ամպային պահուստավորման սերվեր պահուստավորում կատարելու համար:
- Առաջին պահուստի դեպքում բոլոր ֆայլերը սեղմվում են և ավելանում են պահուստային ֆայլին (օրինակ՝ SGBP արխիվին [24]):
 - Եթե օգտագործողն արդեն ունի որոշակի կրկնօրինակ պահուստավորման համակարգում, ապա կատարվում է աստիճանական

պահուստավորում, որի արդյունքում պահուստավորվում են միայն փոփոխված ֆայլերը:

- Կատարվում է պահուստային ֆայլի վերբեռնում ամպային պահուստավորման սերվեր:

Վերականգնման գործողությունը կատարվում է հետևյալ կերպ՝

- Օգտագործողը ամպային պահուստավորում տրամադրող ծառայության ծրագրային ապահովման միջոցով ֆայլերի վերականգնման հարցում է ուղարկում ամպային պահուստավորման սերվեր:
- Ընտրվում է այն պահուստը, որը անհրաժեշտ է վերականգնել:
- Ամպային պահուստավորման սերվերը մշակում է հարցումը պատրաստում է արխիվը վերականգնման համար:
- Կատարվում է վերականգնման գործողությունը, հայտնաբերելով օգտագործողի համակարգչում փոփոխված ֆայլերը և փոխարինելով դրանք պահուստավորված ֆայլերով:

Ամպային պահուստավորման գործընթացի հիմնական բնութագրերը հետևյալն են՝

- Թողունակությունը: Տվյալները պահվում են ամպում հիշողության սկավառակների վրա և փոխանցվում են պահուստավորման կառավարման սերվերի վրա գտնվող սկավառակներ: Թողունակությունը չափվում է ՄԲ/վ-ով: Երբ տվյալները տեղափոխվում են սերվերից դեպի նպատակակետ, սերվերից տվյալների ստանալու արագության և նպատակակետ տեղակայելու արագությունը վերցված միասին նկարագրվում են որպես թողունակություն:
- Անխափան աշխատանքի տևողությունը: Ամպային պահուստավորման ողջ նպատակն այն է, որպեսզի տվյալները միշտ լինեն հասանելի օգտագործողին ըստ պահանջի: Ամպային պահուստավորում տրամադրող ծառայությունները բաժանվում են ըստ անխափան աշխատանքի տևողություն աստիճանի: Այդ պատճառով բարձր հուսալիություն ունեցող ամպային պահուստավորման ընկերությունները իրենց ամպային ենթակառուցվածքը կազմակերպում են բարձր մակարդակով, այսինքն, սերվերները գտնվում են հատուկ նախատեսված սերվերային սենյակներում, որտեղ

պահպանվում է թե՛ ջերմաստիճանը, թե՛ երկրորդային հոսանքի մատակարարումը և համացանցի հասանելիությունը ժամանակի ցանկացած պահին: Այս տեսակ ամպային պահուստավորում տրամադրող ընկերությունները երաշխավորում են իրենց անխափան աշխատանքը 99%-ով:

- Անվտանգությունը: Խնդիրն այն է, որ երրորդ կողմի ամպային պահուստավորման ծառայություններից օգտվելիս տվյալները սովորաբար դուրս են բերվում (վերբեռնվում են) SS ընկերության միջավայրից դուրս, և դա նշանակում է, որ տվյալների գաղտնիության կարգավորումները դուրս են գալիս ձեռնարկության վերահսկողությունից: Եվ քանի որ շատ ամպային պահուստավորման ծառայություններ խրախուսում են օգտվողներին իրենց տվյալների պահուստավորումը կատարել իրական ժամանակում, շատ գաղտնի տվյալներ կարող են հասանելի դառնալ ոչ իրավասու օգտագործողներին: Նման ռիսկից խուսափելու լավագույն միջոցը կայանում է տվյալների գաղտնագրումը:
- Արագ վերականգնում: Ամպային պահուստավորման համակարգը պետք է հնարավորություն ունենա կատարելու հնարավորինս արագ վերականգնում: Եթե պատկերացնենք, որ SS ընկերությունը զբաղվում է առցանց առևտուրով և ժամանակի t պահին մարդկային գործոնի պատճառով կայքը խափանվում է, ապա ակնհայտ է, որ այս պարագայում ընկերությունը կարող է կորցնել բավական մեծ գումար մինչև կայքի վերականգնումը: Այդ պատճառով ամպային պահուստավորման համակարգը պետք է բավական արագ նախապատրաստի պահուստը և կատարի վերականգնում ծախսելով հնարավորինս կարճ ժամանակ:

Հաշվի առնելով նկարագրվածը, անհրաժեշտ է մշակել ամպային պահուստավորման համակարգում պահուստավորման գործընթացի բնութագրերի լավարկման ուղղված միջոցներ:

1.4. Վեբ կայքերի պահուստավորման առանձնահատկությունները

Վեբ կայքերը հանդիսանում են ներկայումս համացանցում պահվող և մշակվող տվյալների մեծ զանգված՝

- Համացանցում առկա վեբ կայքերի քանակը 1,734,290,608՝ 2017 թվականի Դեկտեմբեր ամսվա դրությամբ [25]:
- PHP լեզուն օգտագործվում է բոլոր վեբ կայքերի 83.1% -ում, որոնց սերվերային մասում օգտագործվող տեխնոլոգիան հայտնի է [26]:
- Օրեկան կտրվածքով բազմաթիվ վեբ կայքեր ենթարկվում են հաքերային հարձակման կամ հասանելի չեն լինում այլ պատճառներով:

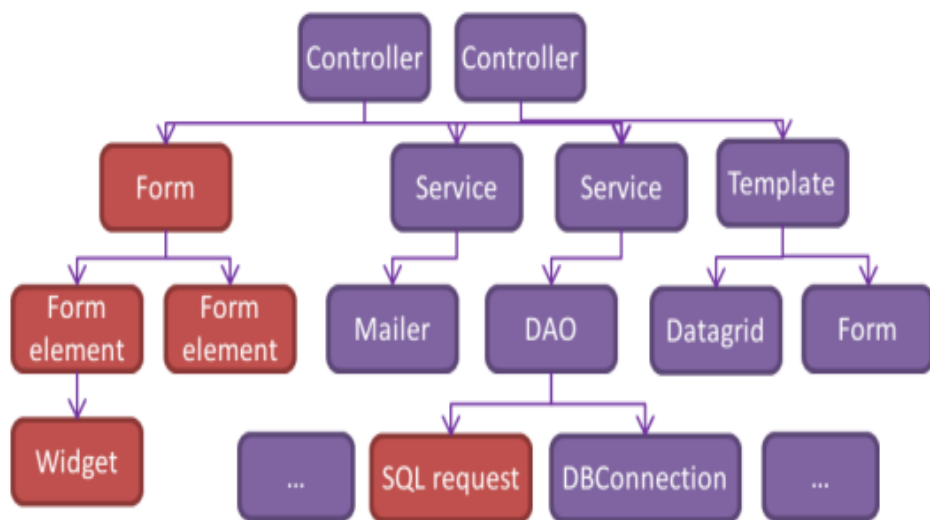
Վեբ կայքերը ստեղծվում են տարբեր նպատակներով ամենապարզից մինչև առցանց բանկ կամ էլեկտրոնային առևտուր: Մեր օրերում դժվար է պատկերացնել բիզնես, որը չունի վեբ կայք: Կայքը կարող է օգտագործվել բիզնեսի աճին նպաստելու համար, ինչպես նաև տարբեր մարքեթինգային ռազմավարությունների իրականացման համար:

Վեբ կայքերի ստեղծման և մշակման համար ստեղծվել են բազում հարթակներ, որոնք թույլ են տալիս օգտագործողներին ստեղծելու իրենց կայքը վայրկյաների ընթացքում: Այդ ոլորտում ամենահայտնի հիմնահարթակներից է WordPress-ը, որի օգտագործումը կազմում է համացանցում գործող բոլոր կայքերի 27.5%-ը, դա կազմում է մոտավորապես 10 միլիոն վեբ կայք [27]: WordPress-ը անվճար և բաց կոդով կայքի բովանդակության կառավարման համակարգ է (CMS), հիմնված PHP և MySQL տեխնոլոգիաների վրա [28]: Մեկ այլ հայտնի հիմնահարթակներից է Magento-ն, որը տրամադրում է էլեկտրոնային առևտրի համար նախատեսված գործիքամիջոցներ [29]: Այն նույնպես հիմնված PHP և MySQL տեխնոլոգիաների վրա:

Վեբ կայքերի պահուստավորումը արդիական խնդիր է, որը, հաշվի առնելով ոլորտի առանձնահատկությունները, կարելի է լուծել ամպային ծառայությունների տրամադրած միջոցների օգնությամբ: Վեբ կայքերում գոյություն ունեն որոշակի

նմանություններ և տարբերություններ: Անկախ օգտագործված տեխնոլոգիաներից պատրաստման հարթակից վեբ կայքերին բնորոշ հիմնական պարունակության տեսակը դա կայքի ծրագրային կոդն է, որը ունի հետևյալ առանձնահատկությունները՝

- Կայքում յուրաքանչյուր ֆայլ կարող է ունենալ կախվածություն այլ կոդային ֆայլերից:
- Մեկ ֆայլի փոփոխությունը կարող է հանգեցնել մեկ այլ ֆայլի(երի) փոփոխությանը:
- Փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերումը կարելի է կազմակերպել ֆայլային կապերի հայտնաբերման և վերլուծության միջոցով:



Նկ. 2 Ծրագրային կոդերի կապերի օրինակ

Նկ. 2-ում նկարագրված է, թե ինչպիսի կապ կարող են ունենալ ծրագրային կոդերը մեկը մյուսից: Այս դեպքում կայքի մեկ աշխատանքային մասի կոդի փոփոխությունը կարող է բերել շղթայական փոփոխությունների կայքի կոդի այլ հատվածներում: Տվյալ առանձնահատկությունը կարելի է արդյունավետ օգտագործել մեծաքանակ ֆայլեր պարունակող վեբ կայքերի ամպային պահուստավորման գործընթացի լավարկման համար:

1.5. Ամպային պահուստավորման պայմաններում տվյալների անվտանգության ապահովումը

Ներկայումս տվյալների անվտանգության ապահովումը բարձր տեղ ունի տվյալների պահուստավորման հետ կապված կարևորագույն խնդիրների ցանկում: Հիմնական չորս ոլորտները, որտեղ տվյալների անվտանգության ապահովումը հատվում է տվյալների պահուստավորման հետ՝

- մագնիսական ժապավենների գաղտնագրում,
- ամպային պահուստավորման անվտանգություն,
- գաղտնագրային բանալիների կառավարում,
- տվյալների հեռացում կամ վերացում:

Շատ SS կազմակերպություններ նշում են, որ մագնիսական ժապավենների գաղտնագրման համակարգերի ներդրման ծախսերը իրենց համար զգալի են: Այլ կազմակերպություններ դիտարկում են տվյալների անվտանգությունը, որպես ապահովագրական քաղաքականության մի մաս, որը շատ բարձր դիրք չունի իրենց առաջնահերթության ցուցակում, կամ, դժվարանում են կազմակերպել տվյալների պահուստավորման և անվտանգության ապահովման միջոցների միջև կապը:

Տվյալների ամպային պահպանման միջոցների օգտագործումը սովորաբար ուղեկցվում է տվյալների անվտանգության ապահովման խնդիրների առաջադրմամբ: Օգտագործողների անձնական տվյալների անվտանգությունը հանդիսանում է ամպային պահպանման և պահուստավորման համատարած օգտագործման գլխավոր խոչընդոտներից մեկը: Ընդհանուր առմամբ, անհատական օգտագործողները և կազմակերպությունները զգուշանում են իրենց գաղտնի տեղեկատվությունը երրորդ կողմին վստահելու հարցում: Տվյալների ամպային պահպանման ծառայությունների մեծ մասը գաղտնագրում են օգտագործողի տվյալները օգտագործողի կողմից պահպանման սերվեր փոխանցման պահին, ինչպես նաև պահպանման ժամանակ: Նաեւ ընդունված պրակտիկա է ամպային պահպանման ծառայությունների համար տրամադրել օգտագործողներին իրենց ամպային տվյալների վերահսկման եւ

կառավարման ինքնասպասարկման վեբ կայք՝ հիմնված անվտանգ SSL կապի վրա: Որոշ կազմակերպությունների համար ամպային ծառայության տրամադրած կենտրոնացված պահուստում տվյալների պահպանումը կարող է իրականում բարելավել կազմակերպության տվյալների անվտանգության մակարդակը՝ համեմատած այն մակարդակին, որը կարող էր կազմակերպությունը ինքնուրույն ապահովել: Օրինակ, եթե կազմակերպությունը փոքր եւ միջին ձեռնարկություն է, եւ նրա սերվերները գտնվում են վարձով տրված գրասենյակում, ապա արդյո՞ք այդ միջավայրը ավելի ապահով է, քան ամպային ծառայության կենտրոնացված տվյալների կենտրոնը՝ հագեցած տվյալների ֆիզիկական պաշտպանության համար կազմակերպված բոլոր միջոցներով: Սակայն, SSL կապը և գաղտնագրումը միշտ չէ, որ կարող են ապահովել անվտանգության ցանկալի մակարդակ: Ցանկացած ոք, ով կարող է ստանալ դիմման հնարավորություն տվյալների գաղտնագրման բանալիներին, կարող է նաև վերծանել օգտագործողի տվյալները: Այս դեպքում ակնհայտ է, որ չնայած օգտագործողների տվյալների գաղտնագրման մասին ամպային պահպանման ծառայությունների բոլոր պնդումներին, լիարժեքորեն վստահել ամպային ծառայությանը հնարավոր չէ:

Բանալիների կառավարման միջոցների ամբողջ բազմազանության առկայության դեպքում այդ ոլորտի հիմնական խնդիրն է այդ միջոցների և գաղտնագրային տարբեր միջոցների մինչև համատեղելիության կազմակերպումը, ինչպես նաև դրանց համատեղման և միաձուլման համար արդյունաբերական չափանիշների (industrial standards) պակասը:

Գոյություն ունի գաղտնի տվյալների կենսաշրջանի վերջում դրանց անվտանգ ոչնչացման կամ ջնջման մի քանի տարբերակներ՝ սկսած հատուկ մասնագիտացված ծառայություններից, որոնք ֆիզիկապես ոչնչացնում են տվյալների պահպանման կրիչները: Սակայն այդ մեթոդը կիրառելի չէ, եթե գաղտնի տվյալներ պարունակող կրիչը պետք է բազմակի օգտագործվի կամ վերանորոգվի: Այս պատճառով, որոշ կազմակերպություններ առաջարկում են տվյալների հեռացման այլ մեթոդներ, օրինակ՝ մագնիսական սկավառակների «մաքրում»՝ բազմակի անգամ մեկեր ու զրոներ գրելով սկավառակի վրա գրված տվյալների վրայից: Կրիչի ապամագնիսավորումը ևս մեկ

միջոց է, որը թույլ է տալիս ֆիզիկապես չվնասել կրիչը: Գաղտնագրված տվյալների անվտանգ հեռացման միջոց է նաև գաղտնագրային բանալիների հեռացումը՝ այդ դեպքում տվյալների վերծանումը հնարավոր չի լինի, իհարկե, եթե օգտագործվել է բավարար մակարդակի գաղտնագրային ալգորիթմ:

Տվյալների ամպային պահուստավորումը տրամադրում է հարմարավետ միջոցներ օգտագործողներին իրենց տվյալների պահուստային կրկնօրինակների ստեղծման և պահպանման համար, սակայն այդ ոլորտում կան որոշակի թերություններ, որոնք պետք է հաշվի առնել.

- Օգտագործողը պետք է վստահ լինի, որ բոլոր կարևոր տվյալները պահուստավորվում են, քանի որ կազմակերպությունների ներքին ցանցերում, ինչպես նաև կազմակերպության աշխատակիցների լոկալ համակարգիչներում կարող են լինել չկարգավորված, կարևոր տվյալներ, որոնք անհրաժեշտ է պահուստավորել: Արդյո՞ք բոլոր տվյալներն են պահուստավորվում, պահուստավորվում են արդյո՞ք տվյալները, օրինակ Linux համակարգերից: Բացի այդ, պետք է հաշվի առնել արդյո՞ք ամպային պահուստավորման ծառայությունը թույլ է տալիս պահուստավորել օպերացիոն համակարգը, պահուստավորման գործընթացի պահին համակարգերում բաց կամ օգտագործվող ֆայլերը և այլն: Տվյալների վերականգնման արագությունը ևս պետք է հաշվի առնվի, արդյո՞ք հնարավոր է սպասված ժամանակում վերականգնել տվյալները համակարգային սխալից հետո, քանի որ պահուստային օրինակի ներբեռնումը ամպային միջավայրից պահանջելու է որոշակի ժամանակ:
- Ամպային ծառայության տրամադրած տարածքի չափսի պլանավորում: Օգտագործողը՝ պետք է պլանավորի, թե ինչքան տարածք է հարկավոր լինելու իր տվյալների պահուստային օրինակների պահպանման համար:
- Այն դեպքում, երբ անհրավասու օգտագործողը կամ հակառակորդը ամպային պահուստավորման ծառայության առցանց մուտքի արտոնագրման միջավայրում

ստանում է մուտքի իրավունք, ինչ է տեղի ունենում, եթե նա փորձում է առանց իրավունքի տվյալները վերականգնել իր համակարգում:

- Եթե տվյալների պահուստավորման ամպային համակարգում պահպանվում են մեծածավալ տվյալներ, ապա կարող են առաջանալ խնդիրներ կապված ցանցի թողունակության հետ: Պահուստավորման այս գործընթացը, հատկապես սկզբնական ամբողջական պահուստավորման փուլում, կարող է հանգեցնել լրկալ ցանցից դեպի համացանց թողունակության կտրուկ նվազեցման եւ վնասել համակարգի առցանց ներկայությանը, օրինակ՝ առցանց խանութի դեպքում խոչընդոտել հաճախորդների մուտքը վեբ կայք կամ խափանել աշխատակիցների հեռակա աշխատանքը:
- Երբ տվյալները հեռացվում են ամպային պահուստավորման համակարգից, լինի դա միայն մեկ ֆայլ կամ ամբողջական պահուստավորման արդյունքում ստեղծված պահուստային օրինակ, խնդիր է առաջանում վստահ լինելու, որ այն իրականում հեռացվում է անվտանգ ձևով, այլ ոչ ընդամենը դառնում անհասանելի առցանց: Սա կարող է ստեղծել տվյալների անցանկալի վերականգնման եւ գաղտնի տվյալների բացահայտման խնդիրներ:
- Օգտագործողը պետք է համոզված լինի, որ իր տվյալների պահուստային օրինակները պահպանվում են պահուստավորման ամպային սերվերում գաղտնագրված կերպով: Սա հատկապես կարևոր է այն դեպքում, երբ օգտագործողի կողմում տվյալների գաղտնագրում չի կատարվում և միևնույն սերվերի վրա կարող են պահվել տարբեր օգտագործողների տվյալների պահուստային օրինակներ:
- Օգտագործողը պետք է համոզված լինի, որ իր տվյալների պահուստային օրինակները վերբեռնվում են պահուստավորման ամպային սերվեր գաղտնագրված կապուղով: Ամպային պահուստավորման համակարգերից օգտվելու դեպքում, օգտագործողի տվյալները պահուստավորման սերվեր վերբեռնվելուց անցնելու են համացանցի հանրային սերվերներով և չպաշտպանված ցանցերով, այդ իսկ պատճառով հարկավոր է ունենալ բավարար մակարդակի գաղտնագրություն տվյալների փոխանցման կապուղու

համար: Transport Layer Security (TLS) տեխնոլոգիան տարածված լուծում է նման խնդրի համար [30]: Այս դեպքում բանալիների արդյունավետ կառավարումը հիմք է հանդիսանում փոխանցման ընթացքում պահուստային օրինակների գաղտնիությունը ապահովելու համար:

- Կարևորագույն խնդիր է ամպային պահուստավորման համակարգի տրամադրած պահուստային օրինակների կառավարման վեբ ինտերֆեյսի անվտանգությունը: Այսպիսի առցանց համակարգի անվտանգության բավարարմակարգակը չի կարող ապահովվել միայն գաղտնագրված կապուղու օգտագործման միջոցով: Բոլոր վեբ կայքերը, նույնիսկ եթե նրանց տրամադրում են օգտագործողի կողմում աշխատող հատուկ ազենտային վերահսկող ծրագիր, կարող են ունենալ այնպիսի թերություններ, որոնք նվազեցնեն կայքի անվտանգության մակարդակը՝ թույլ համակարգի մուտքի մեխանիզմները, որոնք օրինակ՝ չեն փակում օգտագործողի էջը բազմակի սխալ մուտքերից հետո, օգտագործողների ծածկագրերի նվազագույն պահանջները, URL-ները, որոնք կարող են օգտագործվել համակարգային հրամանների կանչի (command execution) և թղթապանակների անցման (directory traversal) գրոհների և այլն: Կայքերում առկա այսպիսի խոցելիությունները կարող են շահագործվել հակառակորդի կողմից, նույնիսկ եթե կայքի հետ կապը կազմակերպված է գաղտնագրված կապուղու միջոցով, իսկ խոցելիության հաջողված շահագործման արդյունքում հակառակորդը նաև կստանա գաղտնագրված կապուղի իր գործողությունների իրականացման համար:

Այսպիսով, հաշվի առնելով վերոնշյալը, ամպային պահուստավորման համակարգում կարևորագույն խնդիր է հանդիսանում տվյալների պահուստների գաղտնիության ապահովումը:

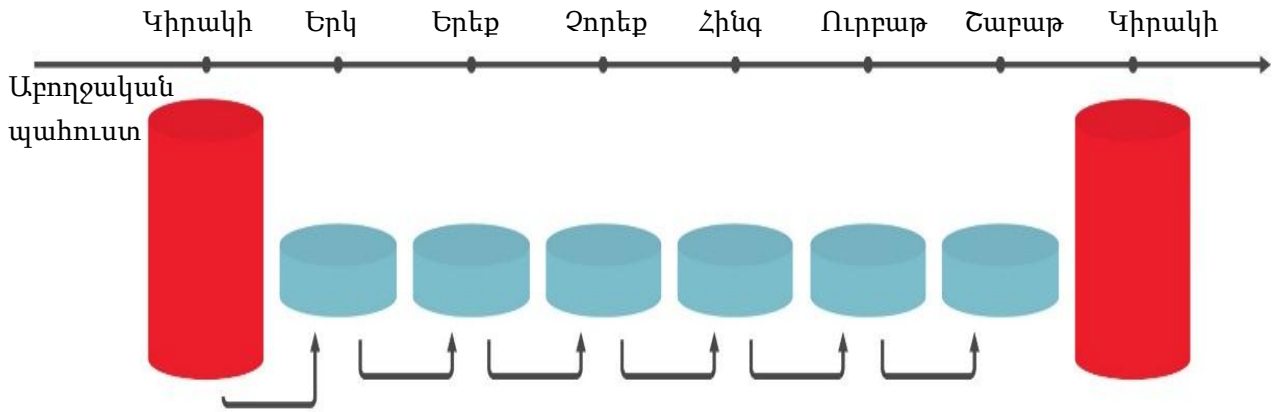
1.6. Տվյալների բազմակի վերապահուստավորման խնդիր

Ամպային տեխնոլոգիաների զարգացումը նպաստում է ամպային պահուստավորման ոլորտի արագ զարգացմանը: Իհարկե, ինչպես և տեղեկատվական տեխնոլոգիաների այլ ոլորտներում, այստեղ ևս կան որոշակի խնդիրներ: Չփոփոխված միևնույն տվյալների բազմակի պահուստավորումը այս ոլորտի կարևորագույն խնդիրներից է, որի հիմնական պատճառը տվյալների պահուստների վերաբերյալ տեղեկատվություն պահպանող տվյալների հենքերի մակարդակում հատուկ ստուգումների մակարդակի բացակայությունն է: Ակնհայտ է, որ նկարագրված խնդիրը առավել արդիական է մեծածավալ տվյալների պահուստավորման ժամանակ:

Գոյություն ունի ամպային պահուստավորման գործընթացի կազմակերպման երկու հիմնական մոտեցում՝

- Ամբողջական պահուստավորում,
- Աստիճանական պահուստավորում:

Ամբողջական պահուստավորումը, ինչպես բխում է անունից, պահուստավորվող տվյալների ամբողջական պատճենի պահուստային կրկնօրինակի ստեղծումն է, որը իր մեջ ներառում է համակարգում առկա բոլոր ֆայլերը, ներառյալ տվյալների հենքերը: Ամբողջական պահուստավորման կարևորագույն թերությունը այդ գործառույթի ռեսուրսային ծախսատարությունն է: Բավականին շատ ժամանակ և ռեսուրս է ծախսվում պահուստային օրինակը ստեղծելու, ամպային պահուստային սերվեր վերբեռնելու, ինչպես նաև այնտեղ պահպանելու համար: Այս հիմնական թերությունը վերացնելու համար տվյալ աշխատանքում առաջարկվում է օգտագործել աստիճանական պահուստավորում, որի առավելությունը պահուստային օրինակների արագ ստեղծման մեջ է, քանի որ աստիճանական պահուստավորման ժամանակ պահուստային օրինակում ընդգրկվում են միայն այդ օրինակի ստեղծման պահին փոփոխված ֆայլերը:



Նկ. 3. Աստիճանական պահուստավորման սխեմա

Աստիճանական պահուստավորումը ապահովում է ավելի արագ պահուստավորում, քան մի քանի անգամ կրկնվող ամբողջական պահուստավորումներ: Սակայն այս մեթոդը ևս ունի թերությունը, որը տվյալների ավելի դանդաղ վերականգնումն է պահուստից: Նկարագրված մեթոդները կարող են օգտագործվել նաև համատեղ, օրինակ, ինչպես Նկ.3-ում պատկերված օրինակում: Ենթադրենք, հինգշաբթի օրվա աստիճանական պահուստը պետք է վերականգնվի: Սկզբում, երկուշաբթի օրվա ամբողջական պահուստը պետք է վերականգնվի, այնուհետև՝ երեքշաբթի և չորեքշաբթի աստիճանական պահուստները: Կարող է պատահել նաև, որ ինչ-որ պատճառով այդ պահուստներից որևէ մեկը հասանելի չլինի վերականգնման պահին (օրինակ՝ պահուստը պահպանող սերվերը հասանելի չլինի տեխնիկական խափանման պատճառով): Այս դեպքում ամբողջական վերականգնման գործընթացը կխափանվի: Կարելի է նկատել, որ պահուստային օրինակի վերականգնման գործընթացի տևողությունը կախված է ամբողջական և աստիճանական պահուստավորվման գործողությունների քանակից: Օրինակ, եթե ամբողջական պահուստավորումը կատարվում է մեկ անգամ հինգ օրվա ընթացքում, ապա վերականգնման գործողության ժամանակ կարելի օգտագործել մոտակա հինգ օրվա ընթացքում ստեղծված ամբողջական պահուստը: Ակնհայտ է, որ ամպային պահուստավորման համակարգում կատարվող ամբողջական և աստիճանական պահուստավորման գործողությունների կատարման ժամանակային ինտերվալը մեծ

դեր ունի և այդ ինտերվալի արժեքի ստացումը կբերի ընդհանուր պահուստավորման գործընթացի լավացմանը:

1.7. Խնդրի դրվածքը

Թվային տեղեկատվությունը մեր օրերում հանդիսանում է թանկարժեք ակտիվ, ապա արդիական խնդիր է դառնում այդ տվյալների պահուստային օրինակների ստեղծումը և պահպանումը: Այդ խնդիրը առավել արդիական է ներկայումս ստեղծվող և մշակվող տվյալների մեծ ծավալների համար, որոնք պահվում են ֆայլային սերվերներում, լոկալ կրիչներում և այլն:

Ամպային տեխնոլոգիաների լայնածավալ տարածումը թույլ է տալիս նորովի լուծել պահուստավորված տվյալների պահպանման խնդիրը: Եթե նախկինում տվյալների պահպանման համար օգտագործվում էին միայն ֆիզիկական լոկալ կրիչներ (CD/DVD, USB, HDD և այլն), ապա ներկայումս յուրաքանչյուր ոք հնարավորություն ունի իր տվյալները պահպանել ամպում: Ամպային տեխնոլոգիաների տրամադրած ծառայությունները կարելի է արդյունավետ օգտագործել տվյալների պահուստավորման համար: Հաշվի առնելով վերոնշյալը և պահուստավորման առկա միջոցների վերաբերյալ կատարված հետազոտությունը՝ ատենախոսության նպատակն է մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման միջոցների հետազոտումը և մշակումը: Այդ նպատակին հասնելու համար անհրաժեշտ է լուծել հետևյալ խնդիրները՝

- մշակել մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման բնութագրերի՝ մասնավորապես աստիճանական պահուստավորման ժամանակ փոփոխված տվյալների փնտրման գործընթացի լավարկման մեթոդ ու համապատասխան համակարգ,
- մշակել ամպային համակարգում պահուստավորված տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգությունն ապահովող մեթոդներ և միջոցներ,
- մշակել պահուստավորման ամպային համակարգում արդյունավետ վերապահուստավորման ընթացակարգեր և ծրագրային գործիքներ:

1.8. Գլուխ 1-ի եզրակացություն

- Հետազոտվել են մեծածավալ տվյալների պահուստավորման հիմնախնդիրները:
- Հետազոտվել է ամպային տեխնոլոգիաների օգտագործումը տվյալների պահուստավորման համար և նկարագրվել են ամպային պահուստավորման համակարգում, առկա կարևորագույն խնդիրները:
- Կատարվել է մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման գործընթացի վերլուծություն, որի արդյունքում ձևակերպվել են ամպային պահուստավորման գործընթացի հիմնական բնութագրերը, որոնք ունեն լավարկման կարիք:
- Ուսումնասիրվել են վեբ կայքերի հիմնական բնութագրերը, ինչպես նաև վեբ կայքերի պահուստավորման առկա մոտեցումները:
- Հետազոտվել են Ամպային պահուստավորման պայմաններում տվյալների անվտանգության ապահովման հիմնախնդիրները:
- Ուսումնասիրվել է ամպային պահուստավորման պայմաններում տվյալների բազմակի վերապահուստավորման խնդիրը և առկա լուծումները:
- Եզրահանգվել է, որ մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման արդյունավետ և անվտանգ միջոցների ստեղծման համար անհրաժեշտ է մշակել համակարգ, որը կապահովի ամպային միջավայրում տվյալների աստիճանական պահուստավորման կատարելագործված, արագագործ և պաշտպանված միջոցներ:

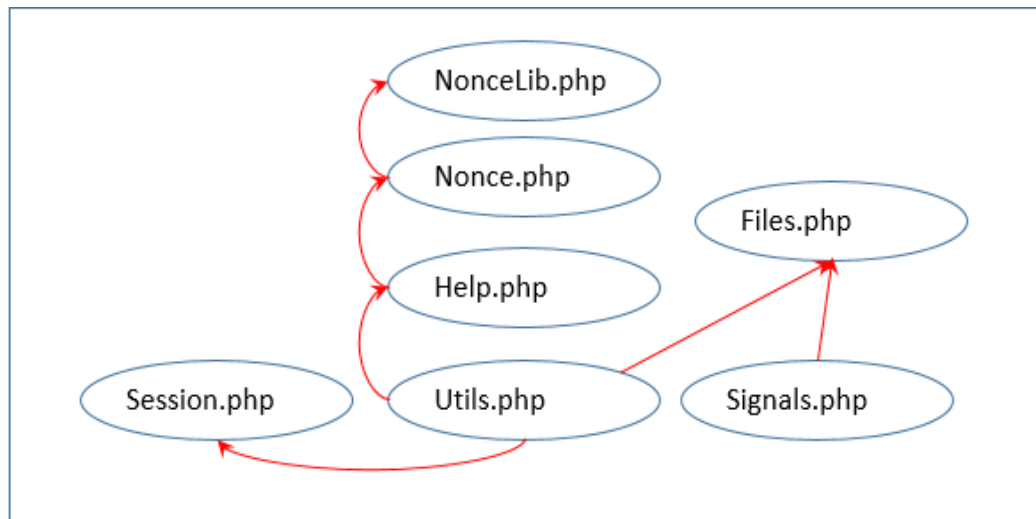
ԳԼՈՒԽ 2.

Մեծաքանակ տվյալների ամպային պահուստավորման մեթոդի մշակումը

2.1. Մեծաքանակ տվյալների ամպային պահուստավորման մեթոդ

Պահուստավորվող տվյալները անկախ տեսակից կարող են ունենալ հետևյալ առանձնահատկությունները՝

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



Նկ. 4 Ֆայլերի կախվածությունների օրինակ

Մեծաքանակ տվյալների լավագույն օրինակներից են վեբ կայքերը: Ինչպես նշվեց 1.4 բաժնում, վեբ կայքերին բնորոշ հիմնական պարունակության տեսակը դա կայքի ծրագրային կոդն [31] է, որի կախվածությունների օրինակը պատկերված է Նկ.4-ում:

Հաշվի առնելով վերոնշյալը և այն փաստը, որ մեծաքանակ տվյալների պահուստավորման հիմնական խնդիրը փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման գործողության ծախսատար լինելն է, ապա փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերումը կարելի է կազմակերպել պահուստավորվող կայքին պատկանող ֆայլային կապերի հայտնաբերման և այդ կապերը բնութագրող գրաֆի վերլուծության միջոցով [32, 33]: Տվյալների պահուստավորման առաջարկվող մեթոդը հետևյալն է.

Եթե համակարգում առկա ֆայլերի ընդհանուր քանակը նշանակենք՝ N , իսկ փոփոխված ֆայլերի քանակը i -րդ պահուստավորման ժամանակ՝ K_i , $K_i \leq N$, ապա այն ֆայլերի քանակը, որոնց փոփոխությունները անհրաժեշտ է ստուգել կլինի M , և քանի որ այդ բոլոր ֆայլերը ստուգման կարիք ունեն, ապա $M = N$:

F_j -րդ ֆայլի ստուգման գործողության արժեքը կարելի է հաշվել՝

$$c_j = C(F_j), \quad j \in N \quad (2.1)$$

որտեղ C -ն ստուգման գործողության արժեքի կախվածության ֆունկցիան է ֆայլից:

i -րդ պահուստավորման ժամանակ բոլոր փոփոխված ֆայլերի ստուգման արժեքը՝

$$c_i = \sum_j^M c_j \quad (2.2)$$

Խնդիրը M արժեքի մինիմիզացիան է, այնպես որ $M \leq K_i$, որի արդյունքում կնվազի c_i -ն:

2.2. Ֆայլերի կախվածությունների ուղղորդված գրաֆ

Փոփոխությունների ստուգման կարիք ունեցող ֆայլերի հայտնաբերման համար անհրաժեշտ տեղեկատվությունը կարելի է ստանալ կախվածությունների գրաֆի վերլուծության միջոցով: Փոփոխությունների ստուգման կարիք ունեցող ֆայլերի անունները պարունակող վեկտորը նշանակենք L_{check} :

Վերլուծության 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՝

$$D_{v_i v_j} = \frac{N_{F_i}}{N_{F_{ij}}} \quad (2.3)$$

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

Ֆայլային կողի էլեմենտները, որոնք հաշվի են առնվում կախվածության որոշման մեջ հետևյալն են՝

- Դասեր (classes),
- Ստատիկ փոփոխականներ (static variables),
- Գլոբալ փոփոխականներ (global variables),
- Ֆունկցիաներ (functions),
- Պրեպրոցեսորի հրահանգներ (#if defined):

Քայլ 2.

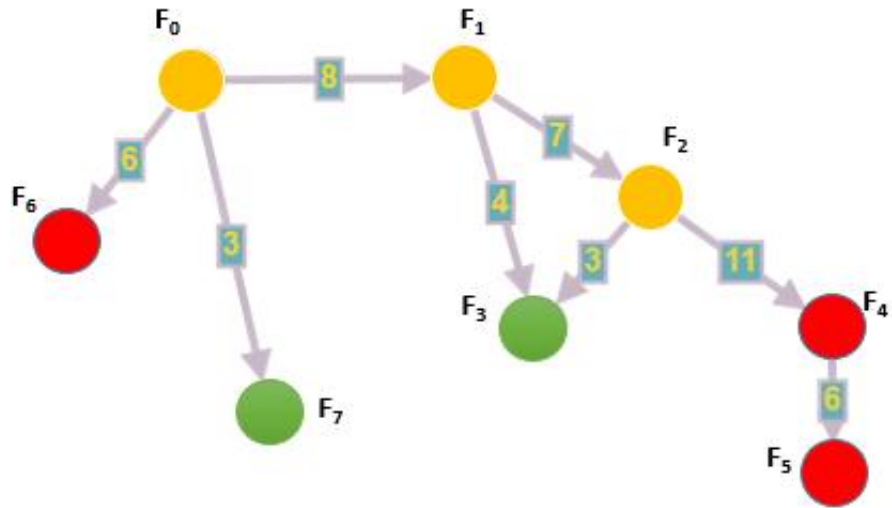
Ֆայլերի կախվածության ուղղորդված $G(U, V)$ գրաֆից փոփոխություններ պահանջող ֆայլերի ստացում:

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 ≤ 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. 5 Ֆայլերի կախվածության գրաֆ

Նկարագրենք ալգորիթմի աշխատանքի օրինակ, հիմք ընդունելով Նկ. 5-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 գագաթը ավելացվում է L_{check} վեկտորին: F_7 գագաթը միացած էր ամենացածր քաշ ունեցող կողով, այսինքն՝ այն անտեսվում է, ստուգման կարիք չունի: Հաջորդ իրենից դուրս եկող ամենաշատ կողեր ունեցող գագաթները F_1 և F_2 գագաթներն են: Տվյալ օրինակում ենթադրել էինք, որ փոփոխվել է F_2 -ը, հետևաբար F_1 գագաթը ստուգման կարիք ունի և ավելացվում է L_{check} վեկտորին: Նույն հաշվարկները և գործողությունները կատարելով F_2 գագաթի համար, կստանանք հետևյալ L_{check} վեկտորը:

$$L_{check} = \{F_1, F_6, F_4, F_5\} \quad (2.4)$$

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

Այսպիսով, փոփոխությունների հայտնաբերման փուլում առաջարկվում է կատարել ֆայլերի կախվածությունների ուղղորդված գրաֆի վերլուծություն, որի 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: Պահուստային ֆայլը պետք է պարունակի ոչ միայն պահուստավորվող ֆայլերը, այլ նաև որոշակի մետա տվյալներ դրանց մասին: Միավորված պահուստային ֆայլերի օգտագործումը առավել արդիական է ամպային պահուստավորման ժամանակ, քանի որ այդ կերպով պահուստավորված տվյալները հավաքվում են մեկ ֆայլում, այսինքն՝ կատարել պահուստների ավելի դյուրին կառավարում, պահպանում և փոխանցում ամպային սերվերներում:

2.2. Տվյալների ամպային պահուստավորման ֆայլային ձևաչափի մշակում

Պահուստավորման գործընթացի ժամանակ նպատակահարմար է կատարել տվյալների խմբավորված արխիվացում (օրինակ՝ TAR ձևաչափ [34]), 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: Այդ խմբավորված տվյալների պահպանումը դժվար է պատկերացնել առանց սեղմման [35, 36]: Քանի որ պահուստավորվող տվյալների ծավալը կարող է լինել բավականին մեծ, ապա սահմանափակ ռեսուրսների պայմաններում ակնհայտ է, որ պահուստավորված տվյալները հարկավոր է պահպանել սեղմված կերպով [37]: Այս կերպ նաև հնարավոր է ամպային պահուստավորման միջավայրում խնայել հիշողության տիրույթ, որը կապված է հավելյալ գումարների ներդրման հետ: Տվյալների սեղմումը կարելի է իրագործել օգտագործելով որոշակի ֆայլային ձևաչափ, որը թույլ կտա կատարել ինչպես տվյալների խմբավորում, այնպես էլ տվյալների սեղմում:

Ներկայումս առավել հայտնի և շատ օգտագործվող սեղմում ապահովող ձևաչափներից են օրինակ՝ ZIP, RAR, 7ZIP, GZIP և այլն: Աշխատանքի ընթացքում հետազոտվել է, մասնավորապես ZIP ձևաչափը իր կիրառություններով: Այդ ընտրությունը պայմանավորված է լայնածավալ օգտագործվող ծրագրավորման լեզուներով գրված ZIP ձևաչափի հետ աշխատելու միջոցներ տրամադրող գրադարանների (օրինակ՝ zlib [38, 39], System.IO.Compression և այլն [40]) հասանելիությամբ: Ինչպես հայտնի է, սեղմման համար գոյություն ունեցող ալգորիթմները բաժանվում են երկու հիմնական տեսակի՝ կորուստներով և անկորուստ սեղմում: ZIP ձևաչափի հիմքում ընկած է անկորուստ սեղմման DEFLATE [41, 42, 43] ալգորիթմը, ինչը հանդիսանում է ZIP ձևաչափի ընտրության երկրորդ պատճառը, քանի որ պահուստավորման ընթացքում տվյալների ամբողջականությունը հանդիսանում է բարձր կարևորություն ունեցող նախապայման:

ZIP ֆայլերը իրենից ներկայացնում են արխիվներ, որոնք կարող են պարունակել բազմաթիվ ֆայլեր: Այս ձևաչափը թույլ է տալիս արխիվում պարունակվող ֆայլերը սեղմել տարբեր սեղմման ձևաչափերով, ինչպես նաև պահպանել առանց սեղմման: Արխիվում պահվող տվյալները սեղմվում են մեկ առ մեկ, այդ պատճառով հնարավոր է արխիվից հանել միայն ընտրված քանակի ֆայլեր, կամ ավելացնել նոր ֆայլեր՝ առանց ամբողջ արխիվի սեղմման և ապասեղմման (compression and decompression): Սա հակասում է տվյալների սեղմման TAR ձևաչափի օգտագործման մոդելին, որի դեպքում ֆայլերին պատահական դիման հնարավորություն ապահովման խնդիր կա: ZIP արխիվում պահվող ֆայլերի ցուցակը պահվում է արխիվի վերջում, ինչը թույլ է տալիս ZIP արխիվ կարդացող ծրագրերին սկզբում կարդալ արխիվում առկա ֆայլերի ցուցակը և ցուցադրել այն՝ խնայելով ժամանակ ամբողջ արխիվը կարդալու ժամանակը: ZIP արխիվներում կարող է պահվել նաև հավելյալ տեղեկատվություն, որի միջոցով արխիվը կարող է դառնալ ինքնուրույն բացվող (self-extracting) արխիվ: Դա կատարվում է հատուկ ծրագրային կոդի ներմուծմամբ արխիվ և այդ արխիվին գործունակության իրավունք տալով (executable):

Ինչպես նշվեց ZIP ֆայլը ստույգ ճանաչվում է որպես արխիվ այդ ֆայլի վերջում գրված ֆայլերի ցուցակի միջոցով, որը կոչվում է կենտրոնական գրացուցակ (central directory record CDS): Եթե CDS-ը ցույց է տալիս ոչ դատարկ արխիվ, ապա արխիվում պարունակվող բոլոր ֆայլերի և թղթապանակների անունները, գրառման մետա տվյալները, ինչպես նաև արխիվում տվյալի հասցեի շեղումը գրվում է CDS-ում: CDS-ում գրված տեղեկատվության շնորհիվ արխիվը կարդացող ծրագիրը կարող է արագորեն ցուցադրել ամբողջ տեղեկատվությունը այդ արխիվում պահպանվող տվյալների մասին: CDS գրառումը նաև կրկնվում է արխիվի գլխամասում՝ պատահական վնասումներից պաշտպանվելու համար:

ZIP ձևաչափը տալիս է նաև արխիվի սիմետրիկ գաղտնագրման հնարավորություն, որը ներկայացված է ZIP ձևաչափի դոկումենտացիայում: Սակայն այս գաղտնագրային բանալու վրա հիմնված պարզագույն գաղտնագրումը հայտնի է որպես խոցելի պաշտպանության միջոց, մասնավորապես, այն խոցելի է սկզբնական տեքստի իմացության գրոհներին (known-plaintext attacks), որը որոշ դեպքերում ավելի է

վատթարացվում կեղծ պատահական թվերի գեներատորների վատ իրականացումների պատճառով [44]: Արխիվում պարունակվող ֆայլերի անունների գաղտնագրումը ավելացել է ZIP ձևաչափի 6.2 սպեցիֆիկացիայում: Դա իրագործված է կենտրոնական գրացուցակում պարունակվող մետա տվյալների գաղտնագրման միջոցով, սակայն մեթոդի թերությունը այն է, որ արխիվի գլխամասում պահվող կրկնօրինակված գրացուցակի տվյալները չեն գաղտնագրվում:

ZIP արխիվի նվազագույն չափսը կազմում է 22 բայթ: Այսպիսի դատարկ արխիվը պարունակում է միայն վերջում գտնվող կենտրոնական գրացուցակ, որի պարունակությունը հետևյալն է՝

[0x50,0x4B,0x05,0x06,0x00]

ZIP արխիվի առավելագույն չափսը արխիվի և արխիվում պարունակվող ֆայլերի համար կազմում է 4,294,967,295 բայթ (2^{32-1} բայթ, կամ 4 ԳԲ հանած 1 բայթ) ստանդարտ ZIP ձևաչափի համար:

ZIP ձևաչափը ունի օգտագործման 2 տարբերակ՝ ZIP32 և ZIP64 [45]: Առաջին օգտագործվող տարբերակը եղել է ZIP32 ձևաչափը, որը, սակայն, սկսեց չհամապատասխանել արդիական խնդիրների լուծման համար, մասնավորապես, ZIP32 ձևաչափի գլխամասային գրառումների ֆիքսված չափսերի պատճառով մեկ պահուստում պահպանվող ֆայլերի քանակը խիստ սահմանափակ էր: Այնուհետև, որոշվեց ZIP32 ձևաչափը փոխարինել ZIP64-ով: Քանի որ ZIP32-ը հայտնի էր և լայնորեն օգտագործվող, նոր ZIP64-ը պետք է ապահովեր հետադարձ համատեղելիություն իրեն նախորդող ձևաչափի հետ: Այդ պատճառով ZIP64 ձևաչափի գլխամասը իր մեջ ներառեց ZIP32 ձևաչափում ներառված գրառումները, և այդ կրկնօրինակման արդյունքում գլխամասի չափսը մեծացավ:

ZIP ձևաչափի հետազոտության արդյունքում ձևավորվեցին որոշակի խնդիրներ՝

- Մեկ պահուստում պահվող ֆայլերի քանակի սահմանափակում
- Ձևաչափի գլխամասի չափսի մեծացում

Ներկայացված խնդիրները առավել արդիական են մեծ տվյալների պահուստավորման պայմաններում, երբ պահուստավորվող տվյալների ծավալը կարող է հասնել տերաբայթերի, պետաբայթերի, իսկ քանակը՝ միլիոնների և միլիարդների: Եվ քանի որ ZIP ձևաչափը նպատակահարմար չէ մեր առջև դրված խնդիրները լուծելու համար, աշխատանքի արդյունքում մշակվել է նոր ձևաչափ, որը առավել հարմարեցված է մեծ ծավալի տվյալների պահուստավորման գործընթացում օգտագործվելու համար:

Պահուստի ֆայլի հիմնական կառուցվածքը հետևյալն է (Նկ. 6).

- Files - պահուստավորված ֆայլերի ամբողջությունը՝ սեղմված վիճակում,
- Footer-վերջնամաս, նախատեսված CDR-ի մասին, ինչպես նաև որոշ այլ տեղեկություններ պահելու համար,
- CDR, որը պարունակում է տեղեկություններ պահուստավորված ֆայլերի մասին:

Files			Footer				CDR						Offset to footer	
Extra size	Extra	Compressed file	Version	Extra size	Extra	CDR size	CRC	Filename length	Filename	Offset to file	Compressed file length	Uncompressed file length	...	
4 byte	'''	'''	1 byte	4 byte		4 byte	4 byte	2 byte	'''	8 byte	8 byte	8 byte	'''	4 byte

Նկ. 6 SGBP ձևաչափի կառուցվածքը

Footer գլխամասի գրառումը իր հերթին պարունակում է հետևյալ դաշտերը՝

- Version - պարունակում է ձևաչափի ընթացիկ տարբերակի համարը,
- Extra size - ռեզերվային դաշտի գրառման ընդհանուր չափս,
- Extra - ռեզերվային դաշտ,
- CDR size - CDR դաշտի գրառման ընդհանուր չափս:

CDR գրառումը պարունակում է հետևյալ դաշտերը՝

- CRC - Cyclic Redundancy Check, ֆայլի ամբողջականության ստուգման համար նախատեսված հսկիչ արժեք,

- Filename length - պահուստավորված ֆայլերի անվանումների չափս,
- Filename - պահուստավորված ֆայլերի անվանումներ,
- Offset to the start of file - պահուստավորված ֆայլի սկզբի վրա ցուցիչ,
- Compressed file length - սեղմված ֆայլի երկարություն,
- Uncompressed file length - օրիգինալ ֆայլի երկարություն:

Առաջարկվող ձևաչափով պահուստավորված տվյալների սեղմման համար առաջարկվում է օգտագործել անկորուստ սեղմման DEFLATE ալգորիթը, որը հաջողությամբ օգտագործվում է նաև համեմատվող ZIP ձևաչափում: Եթե գրառման դաշտի չափսը L բայթ է, ապա պահուստում պահվող ֆայլի առավելագույն չափսը կարելի է հաշվել հետևյալ կերպ.

$$N = 2^{L*8} \quad (2.5)$$

,որտեղ N -ը պահուստում պահվող ֆայլի առավելագույն չափսն է: Առաջարկվող ձևաչափում այս չափսը հավասար է 2^{64} : Իսկ պահուստում պահվող ֆայլերի քանակը, ինչպես երևում է գլխամասի CDR գրառումից, անսահմանափակ է, սակայն ֆայլերի քանակի մեծացման հետ աճում է CDR գրառման չափսը, և, հետևաբար դրա մշակման համար ծախսվող ժամանակը: Այս հատկություններով մշակված նոր ձևաչափը առավել հարմար է մեծ ծավալի տվյալների պահպանման համար, քան ZIP ձևաչափը: Բացի այդ, մշակված ձևաչափը իր գլխամասում չի պահում ավելցուկային կամ կրկնօրինակվող տվյալներ, այդ պատճառով մեծ պահուստների դեպքում ավելի արագագործ է քան ZIP ձևաչափը:

Պահուստավորված տվյալների պաշտպանությունը ապահովելու համար մշակված ձևաչափի գլխամասը գաղտնագրվում է սիմետրիկ գաղտնագրման ալգորիթմի միջոցով: Գլխամասը պարունակում է հատուկ ռեգերվային դաշտեր, որոնք օգտագործվում են օգտագործվող գաղտնագրային ալգորիթմի և բանալիի մասին տեղեկություններ պահելու համար:

2.3. Պահուստավորվող տվյալների փոփոխությունների ստուգում

Գլուխ 2.1-ում նկարագրվեց ֆայլերի կախվածությունների ուղղորդված գրաֆի վերլուծության ալգորիթմ, որի միջոցով հայտնաբերվում են տվյալ պահուստավորման գործողության ժամանակ փոփոխությունների ստուգման [46] կարիք ունեցող ֆայլերը, և այդ ստուգման գործընթացում և, հետևաբար, տվյալների պահուստավորման ժամանակ մեծ դեր են խաղում ստուգիչ տվյալները, որոնք պահուստավորման գործընթացի ժամանակ տեղեկություն են տրամադրում ֆայլի կարգավիճակի մասին: Պահուստավորման համակարգը մինչ պահուստավորման գործընթացի սկիզբը կատարում է ինֆորմացիայի հավաքագրման գործընթաց պահուստավորվող համակարգում ֆայլերի կարգավիճակների վերաբերյալ, որի շնորհիվ կարողանում է տարանջատել փոփոխված կամ նոր ավելացված ֆայլերը: Ստուգիչ տվյալները տեղեկատվություն են պարունակում հետևյալի մասին՝

- Ֆայլի անունը:
- Ֆայլի՝ կոշտ սկավառակում գտնվելու ուղին:
- Ֆայլի վերջին դիմման ժամանակը:
- Ֆայլի չափը:
- Ֆայլի ստուգիչ արժեքը (հեշ տվյալը):
- Ֆայլի իրավասությունները:
- Ֆայլի կարգավիճակը:

Այսպիսով, համակարգը պահուստավորում կատարելուց առաջ կատարում է ֆայլերի փոփոխությունների ստուգում հսկիչ հեշ գումարների համեմատման միջոցով, որն էլ թույլ կտա հայտնաբերել փոփոխված ֆայլերը նախկին պահուստավորումից հետո:

Գործողությունների կատարման հերթականությունը հետևյալն է՝

1. Ստուգել, արդյոք տվյալների արդեն ստեղծված պահուստ առկա է պահուստավորման սերվերում:

(1) Եթե պատրաստի պահուստ առկա չէ, ապա կկատարվի ամբողջական պահուստավորում:

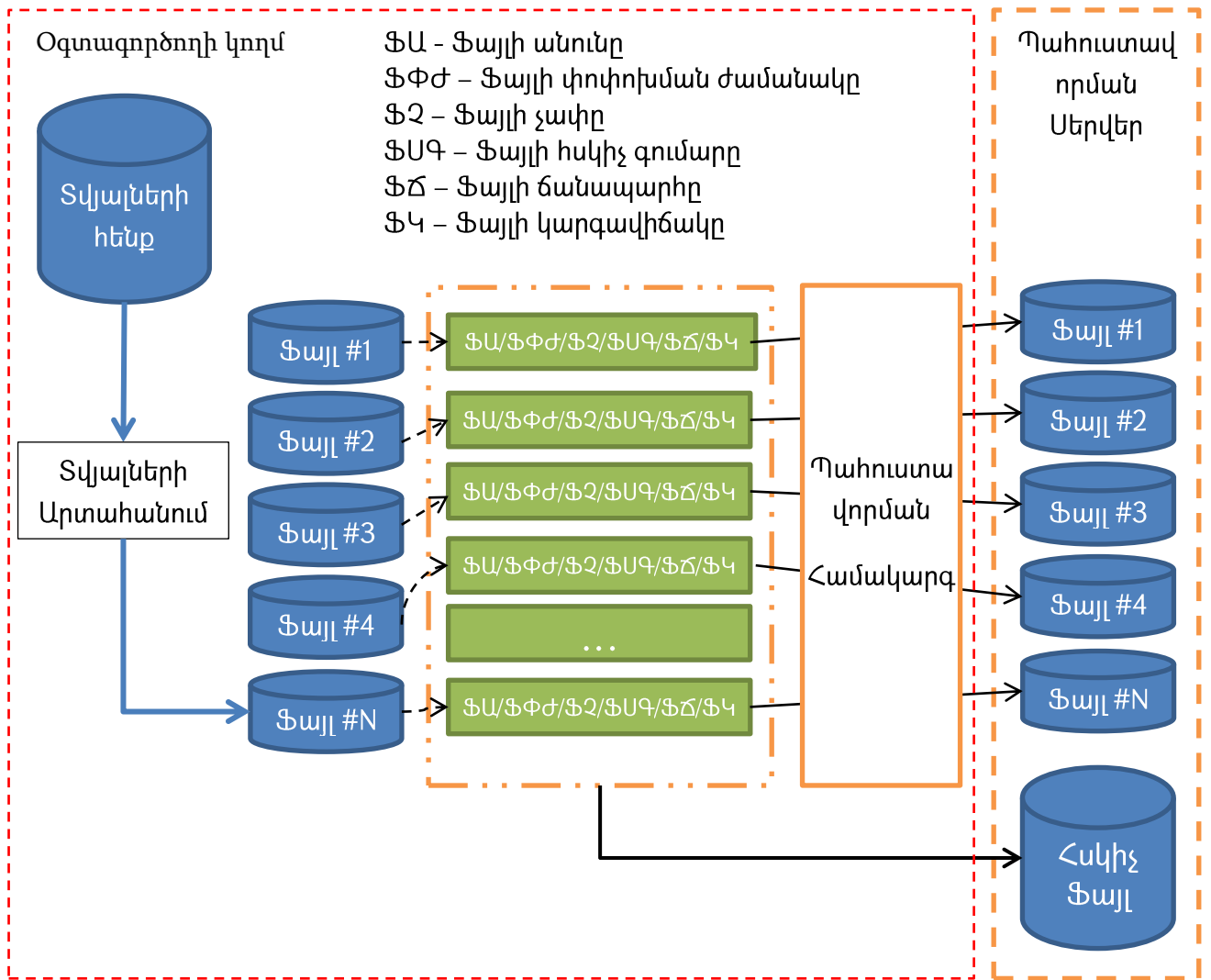
(2) Եթե պատրաստի պահուստ առկա է, ապա կատարվում է այդ տվյալների ստուգիչ արժեքներ պարունակող ֆայլի հարցում պահուստավորման սերվերից:

2. Ստուգիչ արժեքներ պարունակող ֆայլի ստեղծում: Սկզբում հավաքագրվում է տեղեկատվություն պահուստավորվող տվյալների ամբողջական հասցեի, վերջին դիմման ժամանակի և չափսի մասին: Այնուհետև, երկու ստուգիչ արժեքների ֆայլերը համեմատվում են:

(1) Եթե պահուստավորվող տվյալների վերջին դիմման ժամանակը և չափսը նույնն են երկու ստուգիչ արժեքներ պարունակող ֆայլում, ապա դա նշանակում է, որ տվյալը չի փոփոխվել վերջին պահուստավորման գործողությունից հետո, հետևաբար, այն նորից պահուստավորելու կարիք չկա: Տվյալի մասին տեղեկատվությունը հեռացվում է օգտագործողի կողմում ստեղծված ստուգիչ արժեքների ֆայլից:

(2) Եթե ստուգվող տեղեկատվությունը տաբեր է, ապա, կախված փոփոխության տեսակից, տվյալը պետք է վերապահուստավորվի, կամ հեռացվի պահուստավորման սերվերից: Եթե տվյալի մասին տեղեկատվությունը պարունակվում է միայն պահուստավորման սերվերից ստացված ստուգիչ արժեքների ֆայլում, ապա այդ ֆայլում տվյալի դիմաց կատարվում է ջնջելու նշում 0-ից 1:

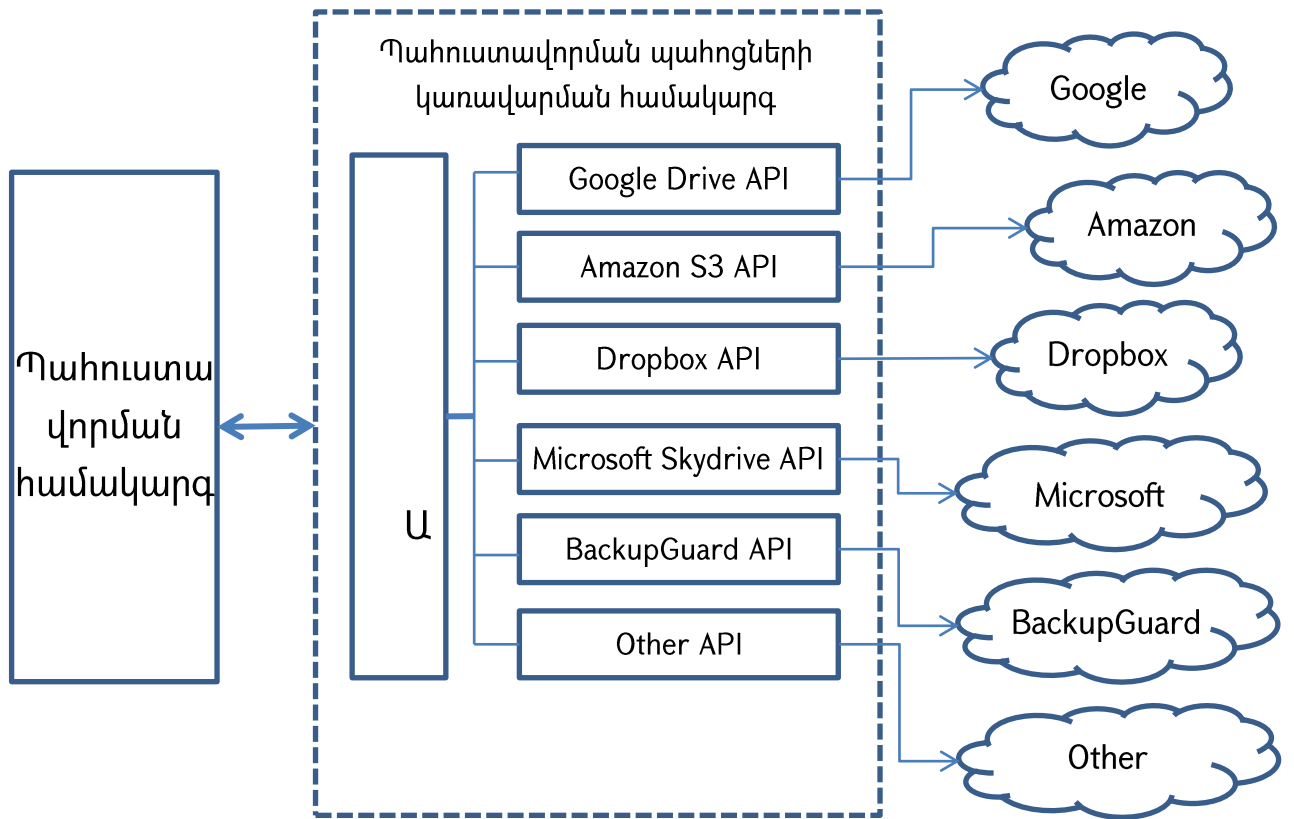
3. Կատարվում է տվյալների ստուգիչ արժեքների հաշվարկ, որոնք ավելացվում են օգտագործողի կողմում ստեղծված ստուգիչ արժեքների ֆայլին [47]:



Նկ. 7. Ստուգիչ արժեքների օգտագործումը պահուստավորման համակարգում

Հիմնական գաղափարը կայանում է նրանում, որ տվյալը ջնջելու նշումը 0-ից 1 պետք է փոխվի միայն այն ժամանակ, երբ տվյալ գոյություն ունի միայն պահուստավորման սերվերից ստացված ստուգիչ արժեքների ֆայլում: Իրականում, տվյալների փոփոխությունների ստուգման գործընթացը պահուստավորման համակարգի կարևորագույն մասն է, որը նաև ամենառեսուրսատար գործընթացներից մեկն է: Կան բազմաթիվ սցենարներ, որոնք պահուստավորման համակարգի ստեղծողները պետք է հաշվի առնեն և ճիշտ իրագործեն, այլապես կարևոր տվյալներ կարող են պատահականորեն չպահուստավորվել կամ հեռացվել: Նկ. 7-ում պատկերված է ստուգիչ արժեքների օգտագործման մեթոդը ամպային պահուստավորման համակարգում:

Պահուստավորման համակարգում նաև նախատեսված է պահուստավորման սերվերների կոմուտացիոն մոդուլ, որը թույլ կտա օգտագործողին պահուստավորված տվյալները պահպանելու իր նախընտրած սերվերում: ԵՎ հաշվի առնելով, որ ամպային պահոցները դարձել են ավելի տարածված (Amazon S3 [48], Dropbox [49], Microsoft Skydrive եւ Google Drive [50, 51]) այս մոդուլը և յուրաքանչյուր օգտագործող կարող է ունենալ իր նախասիրությունները ամպային պահոցների ընտրության հարցում, ապա այս մոդուլի միջոցով նա կկարողանա հեշտությամբ օգտագործել այն պահոցը, որը այդ պահին նպատակահարմար է: Օգտագործողը կարող է կատարել պահուստավորում և տվյալների վերականգնում օգտագործելով իր նախընտրած ամպային պահոցներից որևէ մեկը: Այս ծառայություն մատուցող ընկերությունները առաջարկում են ոչ միայն կիրառական ծրագրեր, որոնք կարող են տեղադրվել համակարգիչներում կամ բջջային սարքերում, այլ նաև տալիս են կիրառական ծրագրերի ինտերֆեյս (API) [52]: Օգտագործելով տրամադրված կիրառական ծրագրերի ինտերֆեյսը պահուստավորման համակարգը հնարավորություն է ստանում միանալու ամպային պահոցների և կատարելու պահուստավորման և վերականգնման գործողությունները: Այս ներդրման մեկ այլ առանձնահատկություններից է, որ օգտագործողը կարող է տարբեր պահուստավորման տարբերակներ պահպանել տարբեր ամպային պահոցներում: Այդ պատճառով նախագծվել է ծրագրային փաթեթ, որը միավորում է ամպային պահոցների տրամադրված կիրառական ծրագրերի ինտերֆեյսը (API) մեկ համակարգում: Կախված օգտագործողի ընտրությունից, համակարգը կապվում է համապատասխան կիրառական ծրագրերի ինտերֆեյսի հետ (Նկ. 8), որից հետո կարող է կատարվել պահուստավորման գործընթացը:



Նկ. 8. Համակարգի կապը կիրառական ծրագրերի ինտերֆեյսների հետ

2.4. Մշակված մեթոդի արդյունավետության գնահատականը

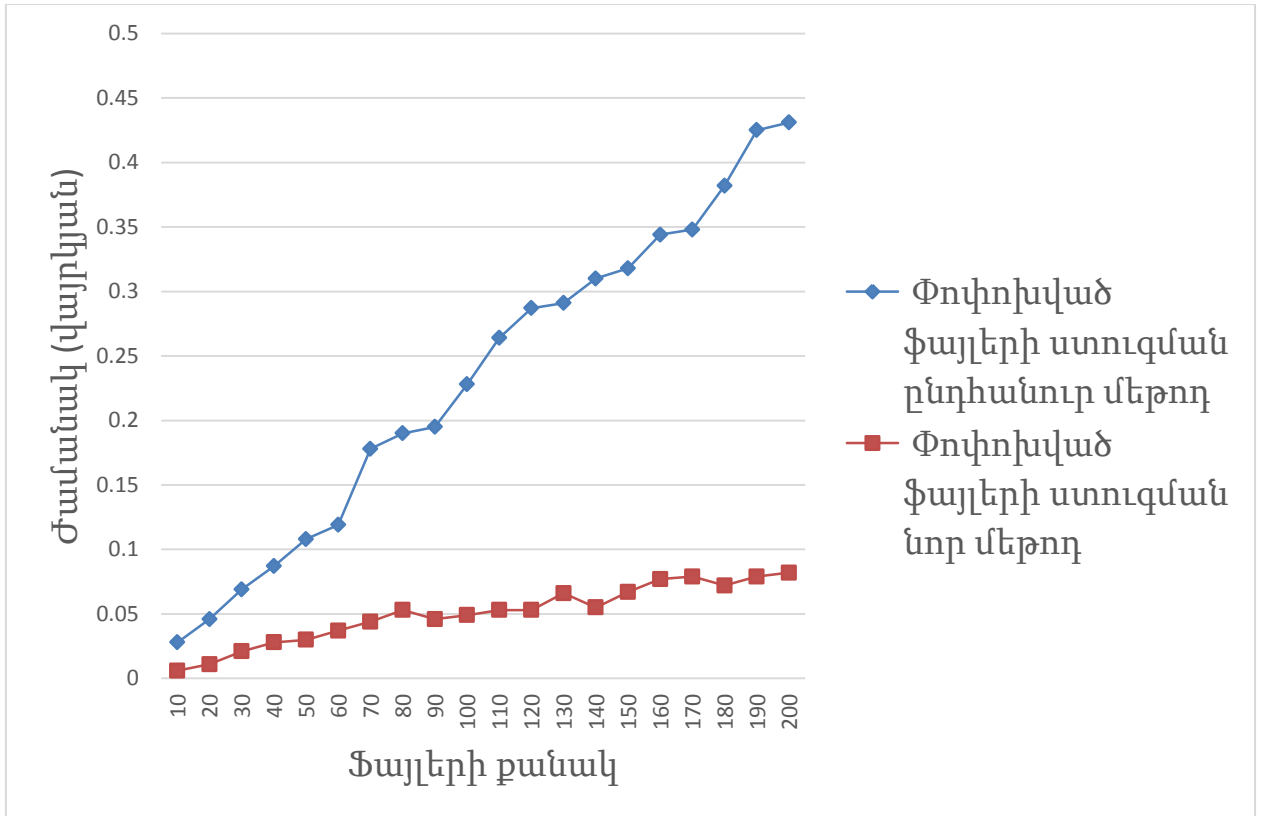
Ինչպես նշվել էր, աստիճանական պահուստավորման դեպքում կարևորագույն խնդիրներից է հանդիսանում փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերումը: Ակնհայտ է, որ մեծաքանակ ֆայլերի դեպքում շատ մեծ ժամանակ կարող է ծախսվել պահուստավորվող համակարգի բոլոր փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման համար, քանի որ պետք է անցնել բոլոր թղթապանակներով այնուհետև յուրաքանչյուր թղթապանակի ֆայլերի համար կատարել ստուգում և միայն դրանից հետո ստանալ տեղեկատվություն, արդյոք ֆայլը փոփոխվել է թե ոչ: Տվյալ ենթագլխում նկարագրված է մշակված մեթոդի արագագործության գնահատականը և համեմատումը ընդհանուր օգտագործվող աստիճանական պահուստավորման հետ:

Նկ. 9-ում պատկերված են մշակված մեթոդի և ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման համար փորձնական տարբերակով հաշվարկված արագությունների գրաֆիկները: Գրաֆիկում երևում է ժամանակի կախվածությունը պահուստավորվող ֆայլերի քանակից: Փորձերի կատարման համար ընտրվել են ֆայլեր, որոնց ծավալը ընկած է 1մբ-ից մինչև 5մբ, ֆայլերը ընտրվել են պատահական սկզբունքով: Փոփոխված ֆայլերի քանակը նույնպես ընտրվել է պատահական սկզբունքով, այդ արժեքները կարելի է տեսնել Աղյուսակ 2-ում: Քանի որ աստիճանական պահուստավորման դեպքում փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման համար անհրաժեշտ է կատարել հարցում ամպային պահուստավորման սերվեր, ապա հարկավոր է հաշվի առնել նաև ցանցի վերբեռնման և ներբեռնման արագությունները: Փորձերի ընթացքում, որպես համացանցին մուտքի տրամադրող ընտրվել է Ucom ընկերությունը՝ մինչև 30 ՄԲ/վ վերբեռնման արագությամբ և մինչև 15 ՄԲ/վ ներբեռնման արագությամբ:

Փորձերը կատարվել են հետևյալ պարամետրեր ունեցող համակարգչով՝

- CPU - Intel Core i5 1.3 GHz,
- RAM - 8GB DDR3 SDRAM 1,600MHz
- L2 Cache (per Core) - 256 KB

- L3 Cache - 3 MB
- HDD - 256GB SSD
- Wi-Fi - 802.11ac Wi-Fi wireless networking; IEEE 802.11a/b/g/n compatible



Նկ. 9. Մշակված մեթոդի և ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման արագագործության համեմատականը

Գրաֆիկներից երևում է, որ ֆայլերի քանակի և ծավալի աճի հետ միասին արագագործությունը կտրուկ նվազում է (այսինքն, պահուստավորման գործողության վրա ծախսված ժամանակը կտրուկ աճում է), իսկ մշակված մեթոդի դեպքում արագագործության նվազումը կտրուկ չէ: Այս միտումը պայմանավորված է նրանով, որ ֆայլերի քանակի և ծավալի աճի հետ միասին աճում է փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերման ժամանակը (դրանց հեշ արժեքների ստացումը և սերվերի հետ տվյալների փոխանակման ժամանակը): Առաջարկված մեթոդի դեպքում ֆայլերի հայտնաբերումը կատարվում է ֆայլերի կախվածությունների ուղղորդված գրաֆի վերլուծության միջոցով: Այս միջոցով փոփոխված ֆայլերի հայտնաբերումը

կատարվում է ավելի արագ, և անհրաժեշտություն չի առաջանում ավելորդ ֆայլերի պարունակության հեշ արժեքի հաշվարկման, ինչպես նաև պահուստավորման սերվերի հետ այդ հեշ արժեքի փոխանակման մեջ: Գրաֆիկից հնարավոր է նաև տեսնել արագագործության ժամանակի որոշակի տատանումներ ժամանակի որոշ t պահերին: Այդ տատանումը պայմանավորված է տվյալ պահին վերբեռնման արագության և ամպային պահուստավորման սերվերի թողունակության տատանումների հետ: Նման տատանումները սպասելի են, և ինչպես երևում է գրաֆիկից, նման տատանումները ընդհանուր պատկերում մեծ դեր չեն խաղում:

Աղյուսակ 2. Մշակված մեթոդի և ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման ժամանակները

Ֆայլերի քանակ	Փոփոխված ֆայլերի քանակը	Ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման ժամանակը (վ)	Մշակված աստիճանական պահուստավորման ժամանակը (վ)
10	3	0.028	0.006
20	7	0.046	0.011
30	13	0.069	0.021
40	15	0.087	0.028
50	19	0.108	0.03
60	22	0.119	0.037
70	23	0.178	0.044
80	27	0.19	0.053
90	27	0.195	0.046
100	28	0.228	0.049
110	32	0.264	0.053
120	33	0.287	0.053
130	36	0.291	0.066
140	36	0.31	0.055

150	39	0.318	0.067
160	40	0.344	0.077
170	42	0.348	0.079
180	43	0.382	0.072
190	44	0.425	0.079
200	46	0.431	0.082

Աղյուսակ 2-ից երևում է, որ մշակված մեթոդի դեպքում պահուստավորման արագագործությունը աճել է 21.68%-ով ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման մեթոդի նկատմամբ:

2.4. Գլուխ 2-ի ամփոփում

- Մշակվել է մեծաքանակ տվյալների, մասնավորապես վեբ կայքերի, ամպային պահուստավորման արդյունավետ մեթոդ՝ հիմնված պահուստավորվող ֆայլերի կախվածությունների վրա:
- Կատարվել է մշակված մեթոդի հիմքում ընկած ֆայլերի կախվածությունների ուղղորդված գրաֆի վերլուծություն և մշակվել է համապատասխան ալգորիթմ:
- Կատարվել է մեծաքանակ ֆայլերի ամպային պահուստավորման առաջարկվող մեթոդի և ընդհանուր մեթոդի համեմատական: Փորձերի արդյունքում առաջարկվող մեթոդի դեպքում ստացվել է ~22% արագության աճ պահուստավորման գործողության համար:
- Եզրահանգվել է, որ մեծաքանակ տվյալների ամպային պահուստավորման մշակված մեթոդը, ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, թույլ է տալիս կատարել մեծ ծավալի տվյալների ավելի արդյունավետ և արագագործ պահուստավորում՝ աստիճանական պահուստավորման ժամանակ փոփոխված տվյալների խելացի հայտնաբերման ալգորիթմի օգտագործման շնորհիվ:

ԳԼՈՒԽ 3

Տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգ հեռացման մեթոդի մշակումը

3.1. Ամպային միջավայրում պահուստների անվտանգ հեռացումը

Ամպում պահպանվող տվյալների անվտանգության ապահովման կարևորագույն խնդիր է տվյալների հավաստի հեռացման խնդիրը [53], այսինքն, որպեսզի օգտագործողի տվյալները ընդմիջտ անհասանելի դառնան ըստ հեռացման պահանջի: Պարզ է, որ պահուստային տվյալների ընդմիջտ պահպանումը ցանկալի չէ, քանի որ գաղտնի տեղեկատվությունը կարող է բացահայտվել, օրինակ՝ ամպային ծառայության օպերատորների սխալի, հաքերային հարձակման և այլ պատճառներով: Տվյալների հավաստի հեռացումը տալիս է ամպային պահուստավորման համակարգի օգտագործողներին հնարավորություն հուսալիորեն հեռացնել [54] իրենց պահուստային տվյալները՝ ըստ իրենց հարցման և առանց վերականգնելու հնարավորության: Ներկայացված իրավիճակը համարվում է հետընթացային հարձակման մոդել՝ այսինքն՝ երբ հարձակվողը ցանկանում է վերականգնել կոնկրետ ֆայլ կամ ֆայլեր, որոնք ջնջված են ամպային համակարգից: Այս տեսակ հարձակումը կարող է տեղի ունենալ, եթե ամպային միջավայրում կա անվտանգության ապահովման խնդիրներ՝ տվյալների պահպանման սերվերներում կամ շղղոքորթման և խաբեբայության միջոցով տվյալների ստացումը ամպային ծառայություններ տրամադրող կազմակերպությունից: Մենք ենթադրում ենք, որ հարձակվողը ամենազոր է, այսինքն, նա կարող է ձեռք բերել ցանկացած գաղտնագրված տվյալներ, ինչպես նաև ցանկացած տեղեկություններ ցանկացած մեքենաների մասին: Այս խնդրի լուծման համար մենք օգտագործում ենք գաղտնագրման մոտեցումը [55, 56] այսինքն, հեռացնելով պահուստավորված տարբերակի գաղտնագրման բանալին տվյալները հասանելի չեն լինի:

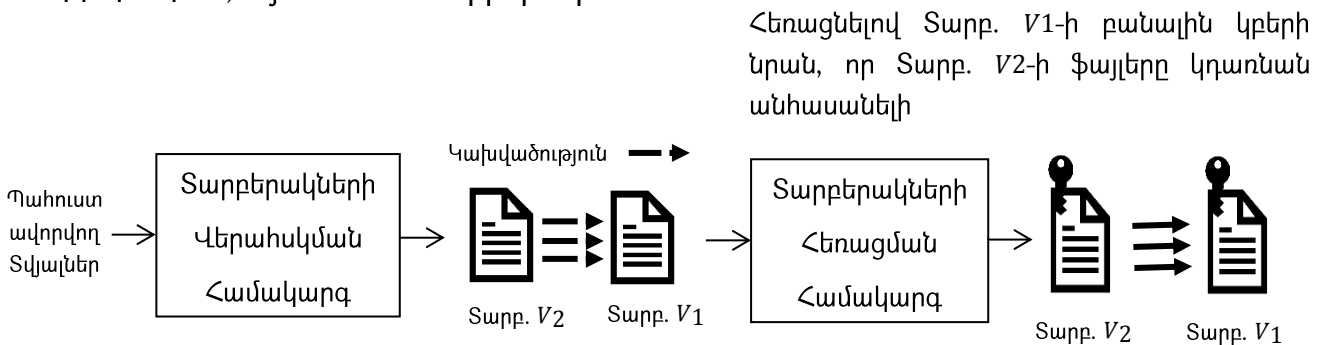
Աշխատանքի նպատակն է ներդնել այդ հնարավորությունը ամպային պահուստավորման համակարգում, դարձնելով այն ավելի անվտանգ և միևնույն ժամանակ ապահովել օգտագործողների համար արդյունավետ միջոցներ իրենց տվյալների պահուստների հետ աշխատելու համար:

Համակարգի կարևորագույն մաս է կազմում տվյալների աստիճանական պահուստների տարբերակների վերահսկողության մոդուլը, որի միջոցով օգտագործողները կարող են իրենց տվյալները ետ վերադարձնել (rollback) տվյալի ավելի վաղ տարբերակի, այսինքն՝ չեղարկել ֆայլի վրա կատարված փոփոխությունները: Այս մոտեցումը առավել արդյունավետ է միևնույն տվյալների բազմակի վերապահուստավորման ժամանակ, երբ փոփոխված տարբերակը կցելով ավելի վաղ տարբերակին հնարավոր է շահել թե՛ պահուստների պահպանման կրիչների օգտագործվող ծավալի մեջ, թե՛ պահուստավորման գործողության և ընտրված տարբերակի վերականգնման ժամանակի մեջ: Ամպային պահուստավորման համակարգում իրագործված է աստիճանական վերապահուստավորում, այսինքն՝ երբ պահուստի մեկ ինքնուրույն մասնիկը (ֆայլը) հայտնվում է մի քանի տարբեր պահուստային օրինակների մեջ, իսկ մնացած տվյալները մնում են անփոփոխ, ապա վերապահուստավորվում է միայն փոփոխված ֆայլը և ստեղծվում է պահուստի համապատասխան տարբերակ, որը պարունակում է տեղեկատվություն փոփոխված ֆայլի մասին: 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 [57]: Տվյալ աշխատանքի նպատակն է լուծել նկարագրված խնդիրը և ներդնել տարբերակների հավաստի հեռացման միջոցներ: Աշխատանքում ներկայացված տվյալների անվտանգ 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: Այս հնարավորությունը ապահովելու համար համակարգում օգտագործվում է բազմաշերտ գաղտնագրման մոտեցում, որը կնկարագրվի հաջորդ բաժնում:

3.2. Տարբերակների կառավարման համակարգի և գաղտնագրության համատեղ օգտագործումը

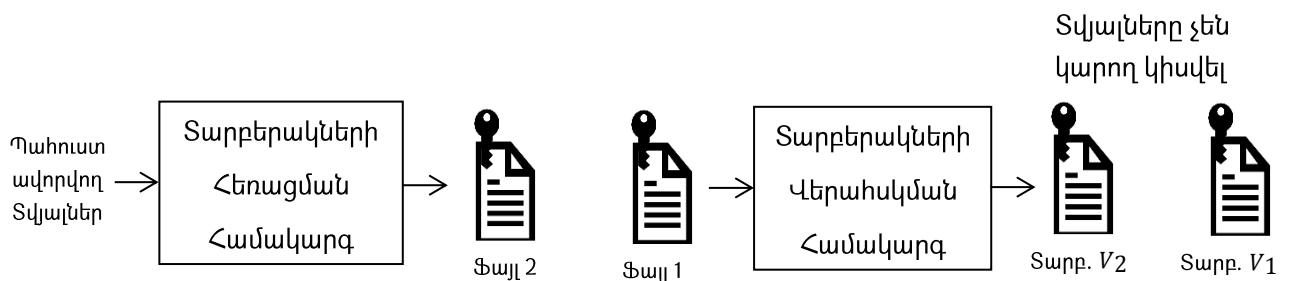
Տվյալների հավաստի հեռացում ապահովելու համար ներկայումս նկարագրված է մի քանի եղանակ: Մեկ հնարավոր տարբերակն է անվտանգ վերագրումը (*secure overwriting*) [58], երբ ֆիզիկական կրիչի վրա նոր տվյալը գրվում է սկզբնական տվյալի տարածքում, ինչի արդյունքում վերջինս դառնում է անվերականգնելի: Սակայն, այսպիսի մոտեցումը ենթադրում է ֆայլային համակարգի փոփոխություններ, և, քանի որ, պահուստի սերվերները սովորաբար սպասարկվում են երրորդ անձանց կողմից, ապա չկան երաշխիքներ, որ տվյալի ֆիզիկական տեղի վրա երբևիցե կարող է ուրիշ տվյալ գրվել: Մեկ ուրիշ տարբերակ է տվյալի գաղտնագրումը, պատահական բանալիով, ինչից հետո բանալին հեռացվում է, և տվյալը դառնում է անվերծանելի [59, 60, 61]: Սակայն նկարագրված մոտեցումները համատեղելի չեն ներկայումս օգտագործվող տարբերակների վերահսկման համակարգերի հետ, քանի որ տարբերակների վերահսկման համակարգերը հիմնված են կրկնօրինակումից խուսափման (*deduplication*) սկզբունքի վրա [62]:

Ցուցադրելու համար տարբերակների վերահսկման համակարգերի և տվյալների հավաստի հեռացման մոտեցումների անհամատեղելիությունը, նկարագրենք այդ երկուսի օգտագործմամբ պահուստավորման երկու տարբեր ալգորիթմ: Առաջին տարբերակում սկզբում օգտագործում ենք պահուստների տարբերակների վերահսկման համակարգը, այնուհետև, անհրաժեշտության դեպքում, տվյալների հավաստի հեռացման համակարգը (Նկ. 10): Ենթադրենք, սկզբում ստեղծվում է տարբերակ V1, այնուհետև տարբերակ V2:



Նկ.10. Անհամատեղելիության տարբերակ առաջին

Եթե երկու տարբերակում պարունակվում է նույն 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 վիճակին: Երկրորդ մոտեցման դեպքում սկզբում բոլոր պահուստները գաղտնագրվում են տարբեր բանալիներով (Նկ. 11): Եթե երկու նույն պարունակություն ունեցող ֆայլ գաղտնագրվում են տարբեր բանալիներով, ապա նրանց գաղտնագրված տարբերակները կտարբերվեն միմյանցից: Այս դեպքում տարբերակների վերահսկման համակարգը չի կարող հայտնաբերել, որ գաղտնագրված պահուստում է գտնվում նույն ֆայլը, այսինքն՝ չի կարողանա գործել ինչպես նախատեսված է:



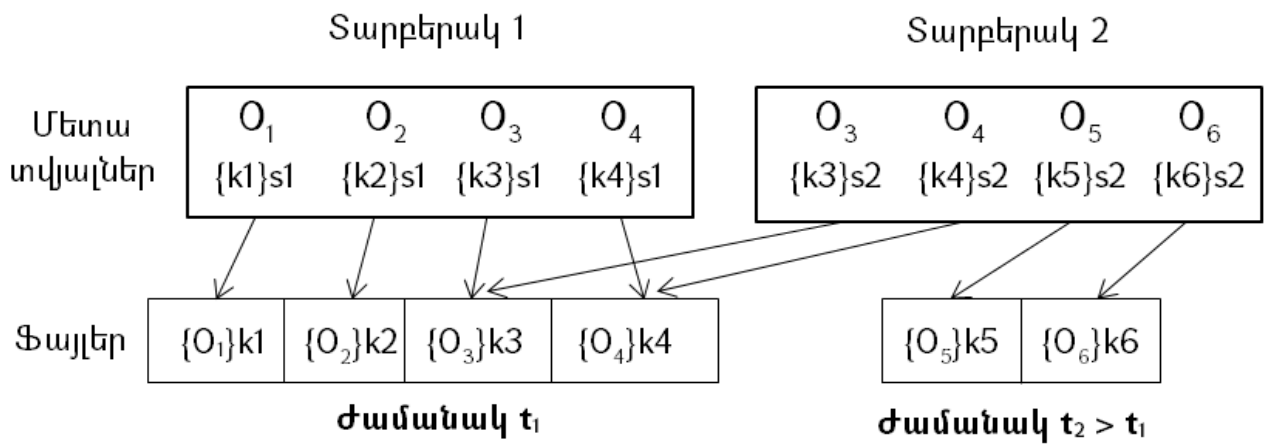
Նկ.11. Անհամատեղելիության երկրորդ տարբերակ

3.3. Պահուստների անվտանգ հեռացման մեթոդի նկարագրությունը

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 P_1, P_2, \dots, P_n , քաղաքականությունները O օբյեկտի վրա, կատարվում է բազմաշերտ գաղտնագրում հետևյալ կերպ՝ $\{O\}kid$, որտեղ kid գաղտնագրվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\{\{\{kid\}sP_1\}sP_2\dots\}sP_n \quad (3.1)$$

Եթե կառավարող sP_i ($1 \leq i \leq n$) 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. 12):



Նկ.12. 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 դեպքի 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 3-ում ցուցադրված է օրինակում նկարագրված տարբերակների և ֆայլերի բանալիների կապը:

Աղյուսակ 3. Նկարագրված տարբերակների և ֆայլերի բանալիների կապը

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

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

3.4. Գաղտնագրված աստիճանական պահուստների բանալիների կառավարման նկարագրությունը

Ենթադրվում է, որ գաղտնագրված աստիճանական պահուստների բանալիների պահպանման համար գոյություն ունի պաշտպանված պահոց կամ բանալիների կառավարման սերվեր, որը ապահովում է բանալիների կառավարումը՝ այդ թվում հեռացումը համակարգից՝ ապահովելով աստիճանական պահուստների անվտանգ հեռացումը ամպային պահուստավորման միջավայրից: Այս կոնտեքստում կարող ենք քննարկել 2 տարբերակ, որոնք միտված են բանալիների կառավարման համակարգի կայունությանը:

1. Առաջին տարբերակը դա յուրաքանչյուր աստիճանական պահուստների գաղտնագրված բանալիների գաղտնագրումն է առանձին ընդհանրական բանալիով (master key), որը օգտագործողը կարող է պահպանվել անվտանգ ապարատային միջոցներում [63]: Այս դեպքում ակնհայտ է, որ մեկ բանալու անվտանգության ապահովումը ավելի դյուրին է, քան մի քանի բանալիների կառավարումը և պաշտպանությունը: Այնուամենայնիվ, եթե ընդհանրական բանալին պահող սարքավորումները ինչ-որ պատճառով ձախողվեն կամ վնասվեն, ապա պահպանվող բանալիների կորուստը կրերի պահուստավորված տվյալների անհասանելիությանը:
2. Երկրորդ մոտեցումը հիմնված է գաղտնիքի բաշխման մեթոդների վրա [64, 65]: Եթե յուրաքանչյուր աստիճանական պահուստների գաղտնագրված բանալիները գաղտնագրվեն 1-ում նշված ընդհանրական բանալիով, ապա այդ բանալին հնարավոր է բաշխել M մասնակիցների միջև, որտեղ կամայական N -ը կարող են վերականգնել ընդհանրական բանալին: Այս դեպքում, որպես M մասնակից կարող են ընտրվել կամայական ամպային պահոցներ, որոնց միջև կբաշխվի բանալին: Առաջարկվող բանալիների կառավարման բաշխված համակարգը, հիմնված լինելով տարբեր ամպային ծառայությունների (Google Drive, Dropbox, Sky Drive, Amazon և այլն) վրա, ապահովում է տվյալների անվտանգությունը բաշխված գաղտնիքի (secret sharing) ալգորիթմի կիրառման միջոցով:

Գաղտնիքի բաշխման սխեմաները պարտադիր պիտի բավարարեն հետևյալ պայմաններին՝

- Ի սկզբանե տրված քանակով մասնակիցները կարող են միարժեք վերականգնել սկզբնական ընդհանուր գաղտնիքը:
- Այդ տրված քանակից քիչ քանակությամբ ցանկացած մասնակիցների խումբ չի կարող վերականգնել սկզբնական ընդհանուր գաղտնիքը: Բացի այդ, մասնակիցներից ոչ մեկի առանձին բաղադրամաս ոչ մի տեղեկություն չի կարող տալ ընդհանուր գաղտնիքի մասին:

(M, N) S գաղտնիքի բաշխման շեմային սխեմա է կոչվում այն սխեման, երբ գաղտնիքը բաժանվում է N բաղադրամասի, որտեղ $M \leq N$, այնպես, որ միայն M քանակի բաղադրամաս կարող են վերականգնել S գաղտնիքը, իսկ ցանկացած $M - 1$ քանակի բաղադրամաս ոչ մի տեղեկություն չեն տալիս S -ի մասին:

Եթե գաղտնիքի բաշխման սխեմայի N մասնակիցների մեջ կարողացել է հայտնվել հակառակորդ, ապա նա կարող է փորձել իրականացնել հետևյալ սպառնալիքները.

- Չարագործը կարող է դիտավորյալ օգտագործել սխալ բաղադրամաս: Այդ դեպքում խումբը չի կարող վերականգնել գաղտնիքը, սակայն ով է տրամադրել սխալ բաղադրամաս հնարավոր չէ բացահայտել: Տվյալ համակարգում այսպիսի ներգործության դեմ նախատեսված է բաղադրամասերի ստուգման սխեմա:
- Չարագործը կարող է հրահրել գաղտնիքի բաշխման սեսիայի սկիզբ: Եթե նրան հաջողվի համոզել մասնակիցներին, որ նա իրավասու մասնակից է, ապա նա կարող է ստանալ որոշ քանակությամբ բաղադրամասեր:
- (M, N) սխեմայով բաշխելուց հետո չարագործը կարող է փորձել համոզել մասնակիցներին, որ գաղտնիքը իրականում բաժանվել է $(M + 1, N)$ մասի, և եթե դա նրան հաջողվի, ապա նա կստանա գաղտնիքը վերականգնելու համար բավարար քանակությամբ բաղադրամասեր:

Փաստորեն, շեմային սխեմայի կայունությունը հիմնվում է Լագրանժի ինտերպոլյացիայի, P մոդուլի, ինչպես նաև գաղտնիքի S_i մասերի երկարության վրա: Շեմային սխեմայի վրա գրոհի հիմնական նպատակն է գտնել բազմանդամի ազատ անդամը, այսինքն՝ գաղտնիքը: Եթե հատարկման (brute force) եղանակով 1 բայթի արժեքը գտնելու համար պետք է ստուգել 255 արժեք, ապա L երկարությամբ ֆայլի համար հնարավոր տարբերակների N քանակը՝

$$N = 255^L \quad (3.2)$$

Համապատասխանաբար հավանականությունը, որ հակառակորդը կարող է «գուշակել» L երկարությամբ բանալիի բոլոր բայտերի արժեքները հավասար է $1/255^L$:

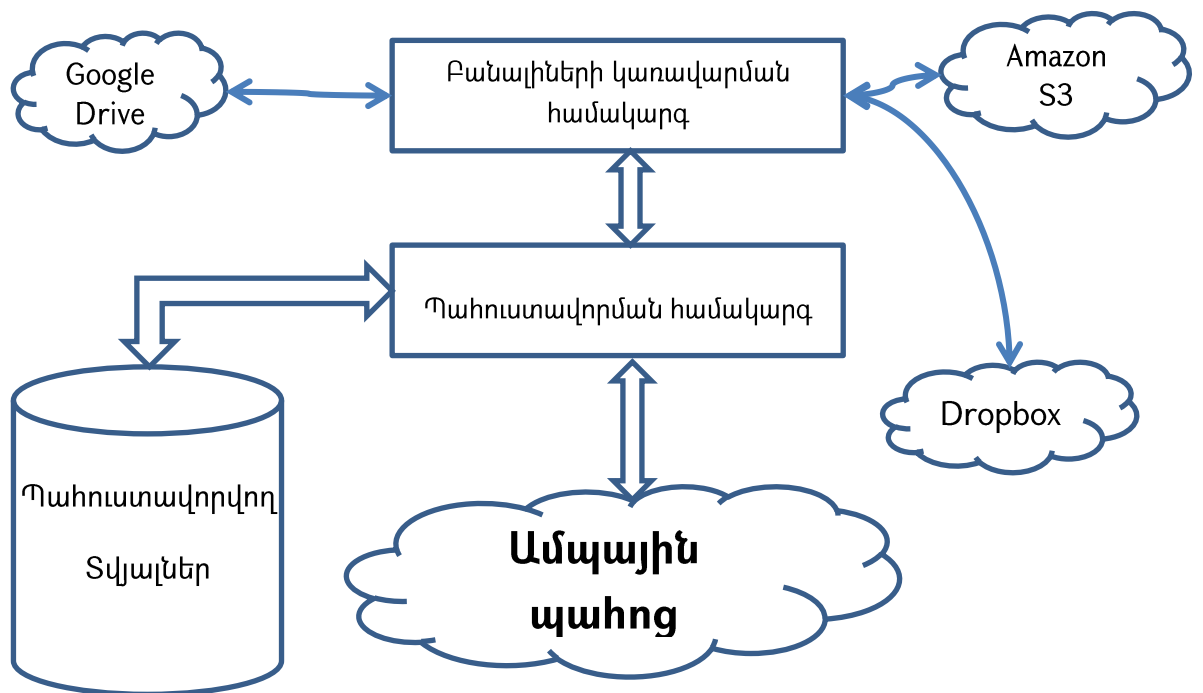
Այսինքն ենթադրենք հակառակորդը ունի պահանջվող M հատ բաղադրամասերից k հատը, որտեղ $0 \leq k < M$ և ամեն S_i բաղադրամասի երկարությունը $L_i = L + 1$: Մնացած $M - k$ հատ բաղադրամասերը հատարկման միջոցով ստանալու համար նրան անհրաժեշտ է ստուգել՝

$$N = ((255)^{L+1})^{M-k} \quad (3.3)$$

քանակությամբ տարբերակներ: Ստացված արտահայտությունը ցույց է տալիս, որ հակառակորդին շատ ավելի ձեռնտու է միանգամից փորձել հատարկման միջոցով ստանալ բուն գաղտնիքը [66], քան նրա նույնիսկ մեկ պակասող բաղադրամասը: Այս ամենից հետևում է, որ ինչքան մեծ է բանալիի չափսը, այնքան երկար ժամանակ և համապատասխան հզոր հաշվողական միջոցներ են հարկավոր հակառակորդին հատարկման միջոցով գաղտնիքը բացահայտելու համար:

Այժմ նկարագրենք ամպային տեխնոլոգիաների [67] հիման վրա տեղեկատվության բաշխված ապահով պահպանման համակարգի կառուցվածքը: Ինչպես նշվեց, առաջարկվող բաշխված ֆայլային համակարգը, հիմնված է տարբեր ամպային ծառայությունների (Google Drive, Dropbox, Sky Drive, Amazon և այլն) վրա որոնք հանդիսանում են հանրային ամպային

պահուստներ: Բացի դրանից համակարգը ապահովում է նաև հնարավորություն օգտագործվող պահուստների ցուցակին ավելացնել նաև այլ ամպային պահուստներ, այդ թվում նաև համայնքային և հիբրիդ ամպային պահուստներ կամ սեփական պահուստային սերվերներ, օրինակ՝ FTP սերվերներ: Համակարգը կարևորագույն առավելությունը կայանում է նրանում, որ այն համատեղելի է ցանկացած տեսակի ամպային պահուստների հետ և կարող է նաև կարգավորվել աշխատելու միայն մասնավոր ամպի պայմաններում (օրինակ՝ ապահովել կազմակերպության ներքին բաշխված ապահով ֆայլային համակարգ, կցվել հոսթինգային համակարգերին և կազմակերպել բազմաթիվ օգտագործողների կայքերի ֆայլային համակարգ և այլն): Նկ. 13 – ում պատկերված է համակարգի կիրառության դասական օրինակ՝ օգտագործողի տվյալների բաշխված պահպանումը հանրային ամպում: Տվյալ օրինակում որպես ամպային պահուստներ օգտագործվում են Google Drive, Dropbox, Amazon, iCloud և Microsoft OneDrive ծառայությունների տրամադրած սերվերները:



Նկ. 13. (M, N) շեմային սխեմայի կիրառությունը ամպային պահուստավորման համակարգում

Նկարագրված օրինակում իրագործված է Շամիրի բաշխման շեմային (M, N) սխեմա, որի կիրառման արդյունքում ստացված բաղադրամասերի բաշխումը հետևյալն է՝

- 1-ին բաղադրամասը պահվում է GoogleDrive սերվերում,
- 2-րդ բաղադրամասը պահվում է OneDrive սերվերում,
- 3-րդ բաղադրամասը պահվում է iCloud սերվերում,
- ...
- k -րդ բաղադրամասը պահվում է Amazon սերվերում,
- N -րդ բաղադրամասը պահվում է Dropbox սերվերում:

Ըստ տվյալ բաշխման սխեմայի, սկզբնական տեղեկատվությունը կարելի է վերականգնել ունենալով ցանկացած M բաղադրամաս, իսկ դա նշանակում է, որ ցանկացած պահին հասանելի ունենալով M ամպային ծառայություն ապահովվում է գաղտնի բանալիի հասանելիությունը:

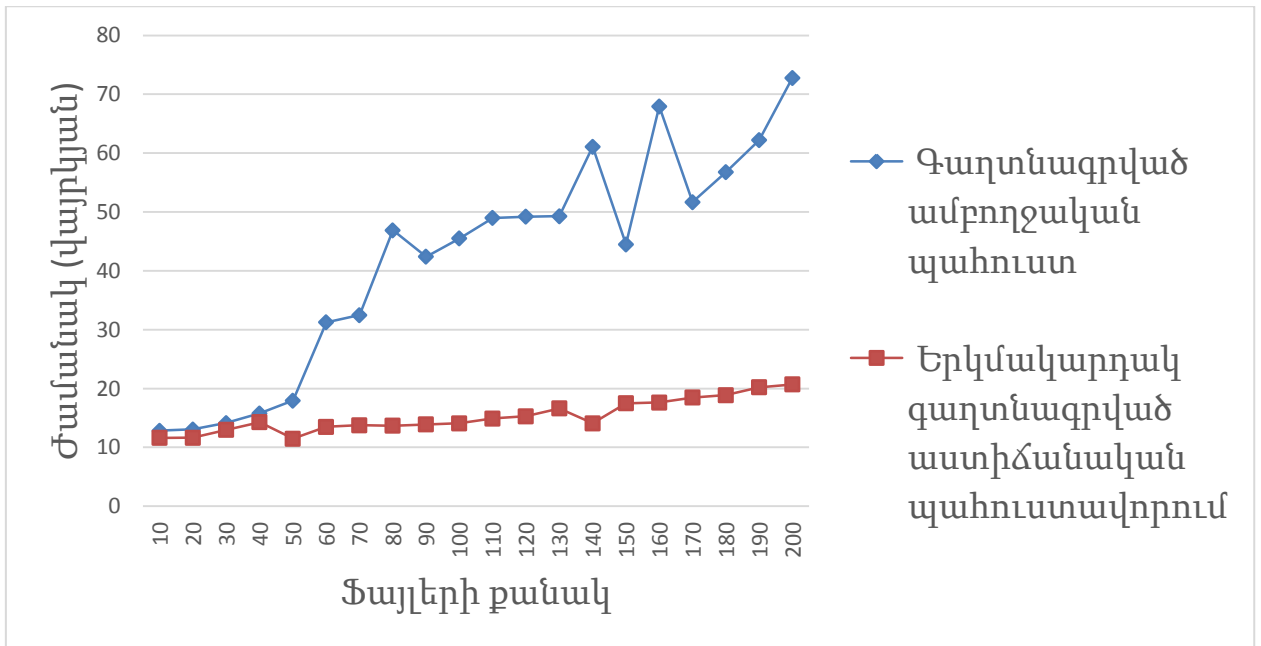
3.5. Առաջարկվող սխեմայի համեմատականը

Ինչպես վերը նշվել էր, ամպային պահուստավորման միջավայրում օգտատերերը չունեն պահուստավորված տվյալների հավաստի հեռացման որևէ երաշխիքներ: Առաջարկվող մեթոդի համեմատականը կատարվել է տվյալների պահուստավորման ամբողջական գաղտնագրման և առաջարկված աստիճանական պահուստավորման միջև, քանի որ աստիճանական պահուստավորման մեկ մակարդակ գաղտնագրման դեպքում պահուստների տարբերակները կարող են դառնալ անվերականգնելի, որի արդյունքում օգտագործողը կարող է կորցնել այն պահուստային տարբերակ, որը նրան անհրաժեշտ էր:

Նկ. 14-ում պատկերված են մշակված մեթոդի և ամբողջական պահուստի գաղտնագրման արագությունների գրաֆիկները: Տրված է փորձերի արդյունքում ստացված պահուստավորման գործընթացի ժամանակի կախվածությունը ֆայլերի քանակից, որոնց ծավալը ընկած է 1մբ-ից մինչև 5մբ պատահական սկզբունքով: Որպես գաղտնագրման ալգորիթմ ընտրվել է AES (Advanced Encryption Standard) ալգորիթմը [68], որի համար ընտրվել է 256 բիթ երկարության գաղտնագրման բանալի: Քանի որ պահուստավորված տվյալները պետք է պահպանվեն ամպային միջավայրում, ապա կարևոր է հաշվի առնել նաև համացանցի կապի վերբեռնման արագությունը: Փորձերի ընթացքում, որպես համացանցին մուտքի տրամադրող ընտրվել է Ucom ընկերությունը՝ մինչև 30 ՄԲ/վ վերբեռնման արագությամբ

Փորձերը կատարվել են հետևյալ պարամետրեր ունեցող համակարգչով՝

- CPU - Intel Core i5 1.3 GHz,
- RAM - 8GB DDR3 SDRAM 1,600MHz
- L2 Cache (per Core) - 256 KB
- L3 Cache - 3 MB
- HDD - 256GB SSD
- Wi-Fi - 802.11ac Wi-Fi wireless networking; IEEE 802.11a/b/g/n compatible



Նկ. 14. Մշակված մեթոդի և գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման արագագործությունների գրաֆիկները

Գրաֆիկից երևում է, որ գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման արագագործությունը ֆայլերի քանակի և ծավալի աճին զուգընթաց նվազում է, իսկ մշակված մեթոդի դեպքում արագագործության նվազումը ավելի քիչ է: Դա պայմանավորված է նրանով, որ ամբողջական պահուստավորման դեպքում տվյալների քանակի աճին և ծավալին զուգահեռ աճում է տվյալների վերբեռնման ժամանակը, ինչպես նաև տվյալների գաղտնագրման գործընթացի իրականացման վրա ծախսվող հաշվողական ռեսուրսների քանակը, որն էլ իր հերթին բերում է ժամանակի աճին: Առաջարկված մեթոդի դեպքում կատարվում է միայն փոփոխված ֆայլերի գաղտնագրում և վերբեռնում, որի պատճառով արագագործության նվազումը ֆայլերի քանակից և չափերից քիչ է կախված:

Գրաֆիկից հնարավոր է նաև տեսնել արագագործության ժամանակի կրճատումներ մեծաքանակ տվյալների պահուստավորման դեպքում: Դա պայմանավորված է վերբեռնման արագության և ամպային պահուստավորման սերվերի թողունակության հետ ժամանակի տվյալ պահին: Նման տատանումները սպասելի են և, ինչպես երևում է գրաֆիկից, նման տատանումները մեծ դեր չեն խաղում ընդհանուր պատկերում:

Աղյուսակ 4. Մշակված մեթոդի և գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման ժամանակները

Ֆայլերի քանակ	Գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման ժամանակը (վ)	Երկմակարդակ գաղտնագրված աստիճանական պահուստավորման ժամանակը (վ)
10	12.85	11.62
20	13.06	11.64
30	14.14	12.98
40	15.78	14.29
50	17.94	11.48
60	31.24	13.5
70	32.48	13.76
80	46.89	13.68
90	42.41	13.91
100	45.51	14.1
110	49	14.9
120	49.21	15.3
130	49.3	16.63
140	61.1	14.09
150	44.49	17.48
160	67.94	17.63
170	51.67	18.47
180	56.77	18.87
190	62.21	20.21
200	72.78	20.69

Աղյուսակ 4-ից երևում է, որ մշակված մեթոդի դեպքում պահուստավորման արագագործությունը աճել է 36.4%-ով գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման մեթոդի նկատմամբ:

3.6. Գլուխ 3-ի ամփոփում

- Կատարվել է ամպային պահուստավորման համակարգում պահուստների տարբերակների վերահսկման մոդուլի և տվյալների հավաստի հեռացման մոդուլի համատեղ աշխատանքի վերլուծություն, քննարկվել են օրինակներ և ձևակերպվել է խնդիր:
- Առաջարկվել է տարբերակների վերահսկման մոդուլի և տվյալների հավաստի հեռացման մոդուլի համատեղ աշխատանքի ապահովման համար օգտագործել տվյալների պահուստային օրինակների երկշերտ գաղտնագրում՝ պահուստների և ֆայլերի տարբերակների գաղտնագրային բանալիների գաղտնագրման համար:
- Մշակվել է տարբերակների վերահսկման մոդուլի և տվյալների հավաստի հեռացման մոդուլի համատեղ աշխատանքի մեխանիզմ՝ հիմնված տարբերակների երկշերտ գաղտնագրման վրա:
- Մշակվել է տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգ հեռացման մեթոդ: Կատարվել է մշակված մեթոդի և տվյալների ամբողջական պահուստավորման մեթոդի համեմատական:
- Եզրահանգվել է, որ տվյալների ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգ հեռացման մշակված մեթոդը, ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, թույլ է տալիս ապահովել պահուստներից տվյալների հավաստի հեռացում՝ հնարավորություն ունենալով օգտագործել մեծ ծավալի տվյալների ավելի արդյունավետ և ~36%-ով ավելի արագագործ աստիճանական պահուստավորում:

ԳԼՈՒԽ 4.

Պահուստավորման ամպային համակարգում արդյունավետ վերապահուստավորման ընթացակարգերի մշակումը

4.1. Ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական պահուստավորում

Ինչպես նշվեց, ամբողջական պահուստավորման գործընթացի արդյունքում ստեղծված պահուստը ներառում է տվյալների ամբողջական պատճենները [69], մինչդեռ աստիճանական պահուստը միայն պահուստի ստեղծման ժամանակին փոփոխված ֆայլերի պատճենները: Հաշվի առնելով այս փաստը և այն, որ աստիճանական պահուստավորման գործողության ծախսը համեմատաբար ցածր է [70], ապա ամպային պահուստավորման համակարգում կարելի է կատարել աստիճանական պահուստավորում ամբողջական պահուստավորումների միջանկյալ ժամանակահատվածում: Այսպիսով, մեծածավալ տվյալների արդյունավետ վերապահուստավորման համար առաջարկվում է ունենալ աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման համադրված օպտիմալ ժամանակացույց, որի օգտագործումը թույլ կտա օպտիմալացնել պահուստավորման և վերականգնման գործողությունների ժամանակահատվածը: Պահուստավորման և վերականգնման գործողությունների արագության համեմատականը [71] հետևյալն է՝

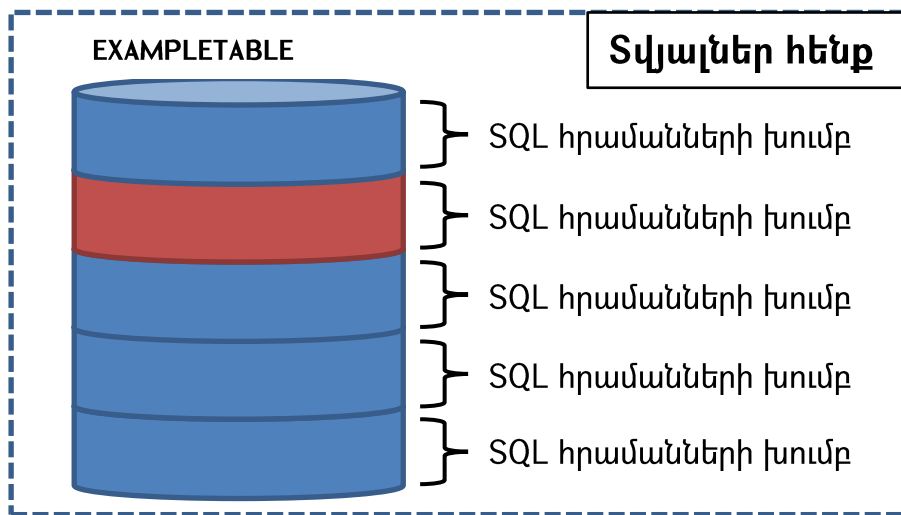
- **Ամենաարագ պահուստավորում՝** առանց ամբողջական պահուստավորման, միայն աստիճանական պահուստավորում:
- **Ամենադանդաղ պահուստավորում՝** միայն ամբողջական պահուստավորում, առանց աստիճանական պահուստավորման:
- **Ամենաարագ վերականգնում՝** միայն ամբողջական պահուստավորում, առանց աստիճանական պահուստավորման:

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

Ինդիքը կայանում է պահուստավորման օպտիմալ ցիկլը (այսինքն՝ աստիճանական պահուստավորման T ինտերվալը) գտնելու մեջ:

Աստիճանական պահուստավորումը տվյալների հենքերի համար

Քանի որ տվյալների հենքերի պահուստավորումը ենթադրում է յուրաքանչյուր աղյուսակների մուտքագրման SQL հրամանների հաջորդականություն, այդ պատճառով աստիճանական պահուստավորումը կատարվում է այլ կերպ: Պահուստավորման համակարգը յուրաքանչյուր աղյուսակի մուտքագրման 10000 (այս թիվը կարող է փոփոխվել պահուստավորման համակարգի ադմինիստրատորի կողմից) հրամանների համար կատարում է հեշավորում և հեշ արժեքը պահպանում է ստուգիչ ֆայլում հետագայում փոփոխությունների հայտնաբերման նպատակով: Սկզբում կատարվում է ամբողջական պահուստավորում այնուհետև ստուգվում են յուրաքանչյուր SQL հրամանների համախումբը (Նկ. 14) և եթե հայտնաբերվում են փոփոխություններ այդ խմբի համար կատարվում է պահուստավորում:



Նկ. 15. Տվյալների հենքի աղյուսակների մուտքագրման SQL հրամանների համախմբի կառուցվածքը

Քանի որ տվյալների հենքի կառուցվածքը հայտնի չէ պահուստավորման համակարգին այդ պատճառով օգտագործվում են DELETE և INSERT հրամանները տվյալների պահպանման համար: Ենթադրենք, աստիճանական պահուստավորման դեպքում հայտնաբերվել է, որ տվյալները փոփոխվել են SQL հրամանների խումբ 2-րդում, ապա պահուստավորման ֆայլում այդ տվյալների փոփոխությունները կգրանցվեն հետևյալ կերպ՝

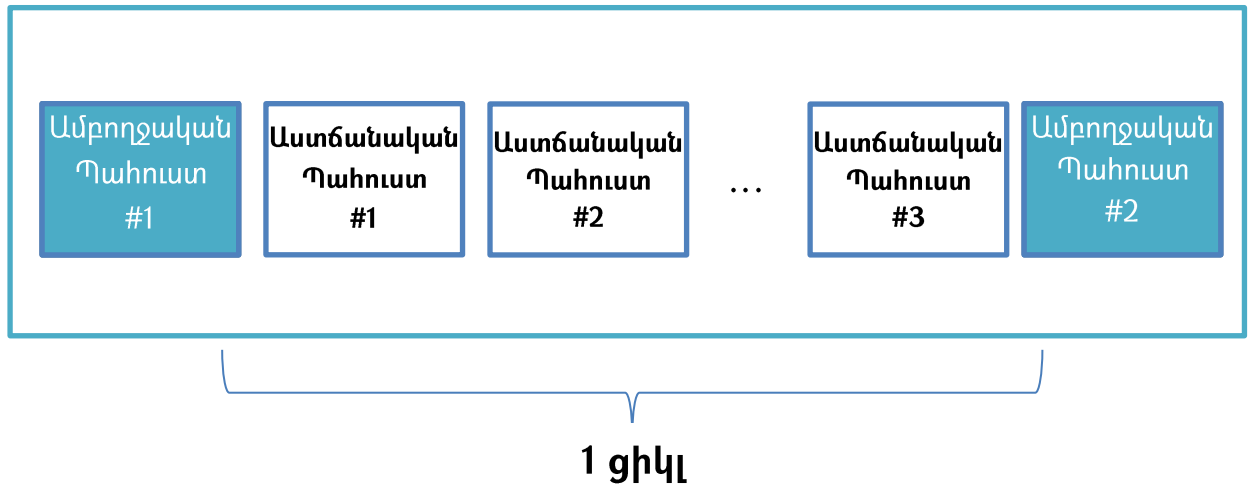
1. DELETE FROM EXAMPLETABLE WHERE ID >= 40000 AND ID <= 50000
2. INSERT INTO EXAMPLETABLE (CDATA) VALUES (1),(2),(3),(4),(5),..., (10000)

1 և 2 կետերը կրկնվում են յուրաքանչյուր փոփոխված տվյալների համախմբի համար: Այս դեպքում UPDATE հրամանը ավելի դանդաղագործ է, քանի որ ի տարբերություն INSERT հրամանի այստեղ հնարավոր չէ կատարել խմբակային թարմացումներ այլ յուրաքանչյուր փոփոխված տվյալների համար պետք է իրականացվի առանձին UPDATE հրաման, որ ուղիղ համեմատական է վերականգնման ժամանակին ինչի պատճառով այդ ժամանակը բավականին աճում է: Օրինակ՝

1. UPDATE table_ EXAMPLETABLE SET CDATA = 1 WHERE ID = 40000
2. UPDATE table_ EXAMPLETABLE SET CDATA = 2 WHERE ID = 40001
3. UPDATE table_ EXAMPLETABLE SET CDATA = 3 WHERE ID = 40002

4.2. Աստիճանական պահուստավորման ցիկլ

Պահուստավորման լավարկված ցիկլը այն ցիկլն է, որի կատարման արդյունքում ստացվում է տվյալների պահուստավորման և վերականգնման լավագույն ժամանակ:



Նկ. 16. Պահուստավորման ցիկլ

Պահուստավորման ցիկլի տևողությունը, այսինքն՝ աստիճանական պահուստավորման գործողությունների քանակը որոշելու համար, հարկավոր է որոշել պահուստավորման ցիկլի ընդհանուր արժեքը: Պահուստավորման գործողությունը իր բնույթով պատահական արժեքներից կախված գործառույթ է, և այդ գործառույթի վրա ազդում են որոշակի պատահական մուտքային փոփոխականներ:

Ցիկլի որոշման համար աշխատանքում հաշվի են առնվում երեք փոփոխական՝

- Փոփոխված ֆայլերի քանակի շեմային արժեք - K_F : Այս փոփոխականը 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 : Այս փոփոխականը 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 KB/s ՝ կատարել աստիճանական պահուստավորում անկախ K_F -ից:

4.3. Աստիճանական պահուստավորման ժամանակացույցի լավարկման մեթոդ

Բացի գլուխ 4.1-ում նկարագրված մուտքային պարամետրերից, կա ևս մեկ փոփոխական, որը կարող է ազդեցություն ունենալ պահուստավորման գործողության վրա՝ ամպային պահուստավորման սերվերում առկա ազատ տարածքի չափը: Սակայն, այս փոփոխությունը առաջարկվող մոդելի մեջ չի ներառվի, քանի որ այն ազդեցություն ունի աստիճանական թե ամբողջական պահուստավորում կատարելու որոշման վրա միայն այն դեպքում, երբ պահուստավորման սերվերում առկա տարածքը չի բավարարում ամբողջական պահուստավորում կատարելու համար: Այդ իրավիճակում պահուստավորման գործառույթը մոտ ապագայում կանգ կառնի, անկախ նրանից թե ինչ տեսակի պահուստավորում պետք է կատարվի: Մյուս կողմից, պահուստավորման սերվերի թողունակությունը կարևոր մուտքային պարամետր է, որը կարող է ազդել պահուստավորման գործընթացի վրա և այդ պատճառով այն կներառվի առաջարկվող մոդելում: Քանի որ ամպային պահուստավորման համակարգի առաքելությունն է ընդհանուր արագագործ պահուստավորումը [72] օգտագործողի համար, 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 որոշման կատարման 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՝

$$Z_j = \sum_{i=1}^j M_j \quad (4.1)$$

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

$$c(K_F) = c_f \quad (4.2)$$

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՝

$$h_i = c(Z_i), \quad Z_i \leq K_F, \quad B_i \geq K_B \quad (i = 1, 2, \dots, T-1) \quad (4.3)$$

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

$$H = \sum_{i=1}^{j-1} h_i \quad (i = 1, 2, \dots, T-1) \quad (4.4)$$

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՝

$$H = c_f + \sum_{j=1}^{T-1} h_j \quad (4.5)$$

Օպտիմալ T -ի դեպքում այս արժեքը կունենա մինիմալ արժեք: T -ի այդ արժեքը գտնելու համար պետք է լուծվի հետևյալ անհավասարությունը՝

$$\sum_{j=0}^{T-1} h_j \geq c_f \quad (4.6)$$

Ակնհայտ է, որ երբ $h_1 \geq c_f$, ինչը նշանակում է, որ երբ առաջին աստիճանական պահուստավորման գործողության արժեքը գերազանցում է ամբողջական պահուստավորման հաստատուն c_f արժեքը, ապա օպտիմալ ցիկլի երկարությունը՝

$T = 1$, այսինքն՝ աստիճանական պահուստավորման կարիք չկա, և միանգամից կատարվում է ամբողջական պահուստավորում:

Հարկ է նշել, որ պահուստավորման գործողության արժեքի նվազեցումը միշտ չէ, որ նշանակում է նվազեցնել երկու ամբողջական պահուստավորումների միջև աստիճանական պահուստավորումների քանակը [73]: Օրինակ, կարող է լինել օգտագործողի կողմից ստեղծված պահուստավորման ժամանակացույց, ըստ որի ամբողջական պահուստավորումը կատարվում է շաբաթվա ընթացքում մեկ անգամ: Սակայն առաջարկված մեթոդի հիման վրա ստացված ժամանակացույցը կարող է հուշել օգտագործողին, որ ավելի օպտիմալ է կատարել ամբողջական պահուստավորում ամսվա ընթացքում մեկ անգամ, իսկ շաբաթվա ընթացքում կատարել մեկ աստիճանական պահուստավորում:

Նկարագրված մեթոդի միջոցով կատարվող ամսային պահուստավորումը ունի նաև դրական ազդեցություն ամսային սերվերի տրամադրած տարածքի և հաշվարկային ռեսուրսների օգտագործման վրա, մասնավորապես, հնարավոր է պահուստների զբաղեցրած տարածքի, ինչպես նաև հաշվողական և ցանցային ռեսուրսների օգտագործման նվազում՝ ի շնորհիվ ոչ նպատակահարմար պահուստավորման գործողությունների քանակի նվազեցման [74]:

Հետևյալ թվային օրինակի միջոցով նկարագրենք մեթոդի աշխատանքը: Հաստատուն մուտքային արժեքները հետևյալն են՝

$$N = 20, K_F = 15, K_B = 128 \text{ Kb/s}$$

Նկարագրենք պահուստավորման գործողության արժեքի հաշվարկի ֆունկցիան հետևյալ միջոցով՝

$$c(x) = S_A * V * x, \quad (4.7)$$

, որտեղ S_A -ն մեկ փոփոխված ֆայլի միջին արժեքն է, իսկ V -ն հաստատուն արժեք է, որը ցույց է տալիս 1 ԿԲ տվյալի պահուստավորման գործընթացի արագությունը: Տվյալ օրինակում V հաստատունի համար ընտրվել է $V = 0.001$ Վրկ/արժեքը: Օրինակում օգտագործված ֆայլերը և դրանց չափսերը տրված են Աղյուսակ 5-ում:

Աղյուսակ 5. Պահուստավորվող ֆայլերի ցուցակը

<i>File No</i>	<i>File Size (KB)</i>	<i>File No</i>	<i>File Size (KB)</i>
1	5	11	8
2	10	12	18
3	12	13	22
4	17	14	40
5	12	15	19
6	13	16	17
7	20	17	5
8	35	18	10
9	17	19	10
10	23	20	25

Պահուստավորման գործընթաց սիմուլացնելու համար իրական օգտագործողների տվյալների հիման վրա ընտրվել են փոփոխված ֆայլերի քանակներ, ինչպես նաև մեկ ֆայլի միջին չափս և թողունակություն: Այդ արժեքները տրված են Աղյուսակ 6-ում:

Աղյուսակ 6. Փոփոխված ֆայլերի քանակի և թողունակության արժեքներ

j	M_j	$S_A(KB)$	$B_j(Kb/s)$
0	10	12.4	256
1	5	10	256
2	2	16	512
3	15	15.4	64
4	7	18.4	128
5	4	13.75	128
6	1	5	256
7	16	15.31	256

Օգտագործելով (7) բանաձևը, կարող ենք հաշվել j -րդ պահուստավորման գործողության արժեքը (Աղյուսակ 7).

Աղյուսակ 7. j պահուստավորման գործողությունների արժեքները

j	0	1	2	3	4	5	6	7
$C(M_j)$	0.124	0.05	0.032	0.231	0.1288	0.055	0.005	0.244

Մեկ ամբողջական պահուստավորման գործողության արժեքը՝

$$c_f = 16.4 * 0.001 * 20 = 0.328 \quad (4.8)$$

Աղյուսակ 3-ից գումարելով ծախսերը, կստանանք՝

$$\sum_{j=0}^3 C(M_j) = 0.477 > 0.328 \quad (4.9)$$

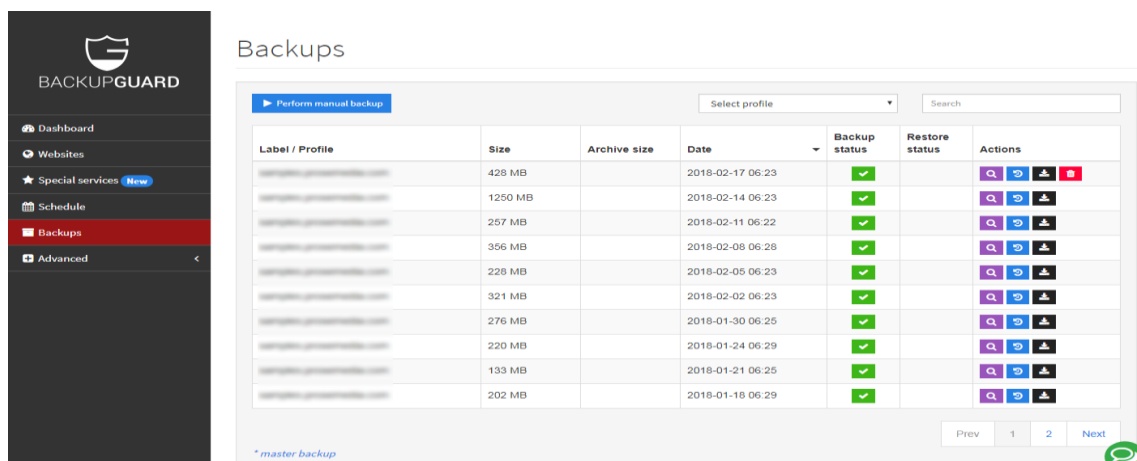
, ապա T^* -ն կարող է լինել 3, բայց $B_3 = 64 < K_B$, հետևաբար, $T^* = 4$.

Առաջարկված մոդելի հիման վրա կատարվել է հաշվարկի օրինակ փոփոխված ֆայլերի քանակի և սերվերի թողունակության փորձնական արժեքների հիման վրա, որի արդյունքում հաշվարկվել է պահուստավորման օպտիմալ ցիկլի երկարության արժեքներ 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:

4.4. Առաջարկվող աստիճանական պահուստավորման մեթոդի և ընդհանուր մեթոդի համեմատականը

Ինչպես վերը նշվել էր ամբողջական պահուստավորման գործընթացի արդյունքում ստեղծված պահուստը ներառում է տվյալների ամբողջական պատճենները, մինչդեռ աստիճանական պահուստավորման դեպքում պահպանվում են միայն այն տվյալների պատճենները, որոնք փոփոխվել էին պահուստի ստեղծման ժամանակին: ԵՎ հաշվի առնելով այն փաստը, որ աստիճանական պահուստավորման գործողության ծախսը (պահուստի ծավալը, պահուստավորման արագագործությունը ավելի արագ է) համեմատաբար ցածր է շատ օգտատերեր կատարում են միայն աստիճանական պահուստավորում անտեսելով ամբողջական պահուստավորման միջանկյալ իրագործումը:

Ակնհայտ է, որ միայն աստիճանական պահուստավորման դեպքում, եթե օգտագործողը ցանկանա կատարել վերականգնման գործողություն, ապա այդ ժամանակը կլինի բավական դանդաղ: Այդ իսկ պատճառով անհրաժեշտ է կատարել մշակված մեթոդի արագագործության համեմատականը իրական օգտատերերի մոդելի վրա:



Նկ. 17. Օգտագործողի պահուստավորման գործողությունների ցուցակը

Նկ. 17-ում պատկերված է օգտագործողի պահուստավորման գրառումները, որտեղից երևում է, որ պահուստավորումը կատարվում է յուրաքանչյուր 3 օրը մեկ

աստիճանական պահուստավորման մեթոդով: Ամբողջական պահուստավորումը կատարվել է միայն 1 անգամ պահուստավորման գործընթացի սկզբում:

Պահուստավորման լավարկված ժամանակացույցի որոշման համար պետք է հաշվենք աստիճանական պահուստավորման արժեքների գումարը և երբ դրանք հավասար լինեն ամբողջական պահուստավորման արժեքին պետք է կատարել ամբողջական պահուստավորում, որը թույլ կտա ստանալ վերականգնման գործողության լավարկված ժամանակ: Աղյուսակ 8-ում պատկերված է պահուստավորման գործողությունների ժամանակային արժեքները:

Աղյուսակ 8. Պահուստավորման գործողությունները և տևողությունը

#	Պահուստավորման տեսակը	Պահուստավորման ժամանակը
1	Ամբողջական	24 ժամ
2	Աստիճանական	5 ժամ
3	Աստիճանական	4.2 ժամ
4	Աստիճանական	4.6 ժամ
5	Աստիճանական	3 ժամ
6	Աստիճանական	4.5 ժամ
7	Աստիճանական	2 ժամ
8	Աստիճանական	10.2 ժամ
9	Աստիճանական	5 ժամ
10	Աստիճանական	8 ժամ
11	Աստիճանական	4.8 ժամ
12	Աստիճանական	3 ժամ

Ինչպես երևում է Աղյուսակ 8-ից օգտագործողը կատարել է բազմակի աստիճանական պահուստավորումներ և միայն 1 ամբողջական պահուստավորում: Օգտագործողը կատարել է հետևյալ 3 վերականգնման գործողությունները՝

- Տվյալների վերականգնում համար 4 պահուստից

- Տվյալների վերականգնում համար 6 պահուստից
- Տվյալների վերականգնում համար 11 պահուստից

Աղյուսակ 9. Վերականգնման գործընթացի տևողությունը

Վերականգնման պահուստ	Վերականգնման ժամանակը
Պահուստ #4	40.8 րոպե
Պահուստ #6	50.3 րոպե
Պահուստ #11	85.3 րոպե

Յուրաքանչյուր աստիճանական պահուստի վերականգնման գործողություն դեպքում համակարգը պետք է կատարի նախկին պահուստավորված տվյալների հավաքագրում և միայն դրանից հետո կարող է կատարվել վերականգնման գործողությունը: Օգտվելով գլուխ 4-ում ներկայացված 4.6 բանաձևից կարող ենք հաշվել այն ժամանակահատվածը, որի դեպքում անհրաժեշտ է կատարել ամբողջական պահուստավորում՝ վերականգնման ժամանակի լավարկման համար: Տվյալ օրինակում ստացվում է, որ 8-րդ պահուստավորումը պետք է լինի ամբողջական, որպեսզի ստացվի պահուստավորման և վերականգնման լավարկում: Այսինքն, պահուստավորման ժամանակացույցը կունենա հետևյալ տեսքը՝

Աղյուսակ 10. Պահուստավորման գործողությունները և տևողությունը

#	Պահուստավորման տեսակը	Պահուստավորման ժամանակը
1	Ամբողջական	24 րոպե
2	Աստիճանական	5 րոպե
3	Աստիճանական	4.2 րոպե
4	Աստիճանական	4.6 րոպե
5	Աստիճանական	3 րոպե
6	Աստիճանական	4.5 րոպե
7	Աստիճանական	2 րոպե

8	Ամբողջական	24* թույլ
9	Աստիճանական	5 թույլ
10	Աստիճանական	8 թույլ
11	Աստիճանական	4.8 թույլ
12	Աստիճանական	3 թույլ

*- Ծախսված ժամանակը վերաբերվում է վերականգնման գործողությանը, քանի որ այս քայլում կատարվող ամբողջական պահուստավորման գործողության իրականացումը կարող է օպտիմալացվել՝ օրինակ, օգտագործվեն արդեն առկա աստիճանական պահուստները, և այլն:

Այս դեպքում վերականգնման գործողությունների արժեքները կլինեն՝

Աղյուսակ 11. Վերականգնման գործընթացի տևողությունը

Վերականգնման պահուստ	Վերականգնման ժամանակը
Պահուստ #4	40.8 թույլ
Պահուստ #6	50.3 թույլ
Պահուստ #11	44.8 թույլ

Արդյունքում, 4-րդ և 6-րդ աստիճանական պահուստներից վերականգնման ժամանակ առաջարկվող մեթոդի և ընդհանուր օգտագործվող մեթոդի դեպքում ստացվում են նույն արդյունքները, իսկ 11-րդ պահուստավորման դեպքում ստացվում է վերականգնման գործողության ~47% լավարկում:

4.5. Գլուխ 4-ի ամփոփում

- Վերլուծվել է ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական պահուստավորման գործողությունը՝ աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման գործողությունների արժեքների տեսանկյունից: Քննարկվել են մի քանի մուտքային պարամետրեր, որոնք ունեն ազդեցություն պահուստավորման գործողության վրա:
- Մշակվել է ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման գործողությունների համադրված ցիկլի որոշման և լավարկման ալգորիթմ, որի միջոցով գնահատվում է աստիճանական պահուստավորման գործողությունների արժեքները, ինչի արդյունքում կատարվում է պահուստավորման ժամանակացույցի լավարկում:
- Կատարվել է պահուստավորման առաջարկվող մեթոդի և ընդհանուր մեթոդի համեմատական: Փորձերի արդյունքում առաջարկվող մեթոդի դեպքում ստացվել է ~47% վերականգնման գործընթացի լավարկում:
- Եզրահանգվել է, որ տվյալների ամպային պահուստավորման մշակված մեթոդը, ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, թույլ է տալիս կատարել տվյալների ավելի արդյունավետ և արագագործ պահուստավորում՝ աստիճանական և ամբողջական պահուստավորումների ժամանակացույցի լավարկման միջոցով:

ԳԼՈՒԽ 5.

Մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման համակարգի ծրագրային համակարգի իրականացումը

5.1. Մշակված ծրագրային համակարգի իրականացման ընդհանուր բնութագիրը

Այս գլխում ներկայացված է տվյալների ամպային պահուստավորման համակարգի ծրագրային իրականացումը: Ծրագիրը, ընդհանուր առմամբ 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 միջոցով: Որպես ամպային պահոց ընտրվել է Amazon ընկերության տրամադրված Amazon Simple Storage Service (S3)-ը: Amazon S3-ը ունի ծառայությունների գործարկման ինտերֆեյս, որը թույլ է տալիս կատարելու տվյալների պահպանումը ցանկացած վայրից, ցանկացած պահին:

Ատենախոսության մեջ ստացված գիտական արդյունքների հիման վրա ստեղծվել են մի քանի ծրագրային մոդուլներ: Կատարվել են նախագծված ծրագրային մոդուլների փորձարկումներ, որի հիման վրա կառուցվել են ատենախոսության ընթացքում ստացված գրաֆիկները: Ստացված ծրագրային լուծումները կիրառություն են գտել ամպային պահուստավորման համակարգի մեջ:

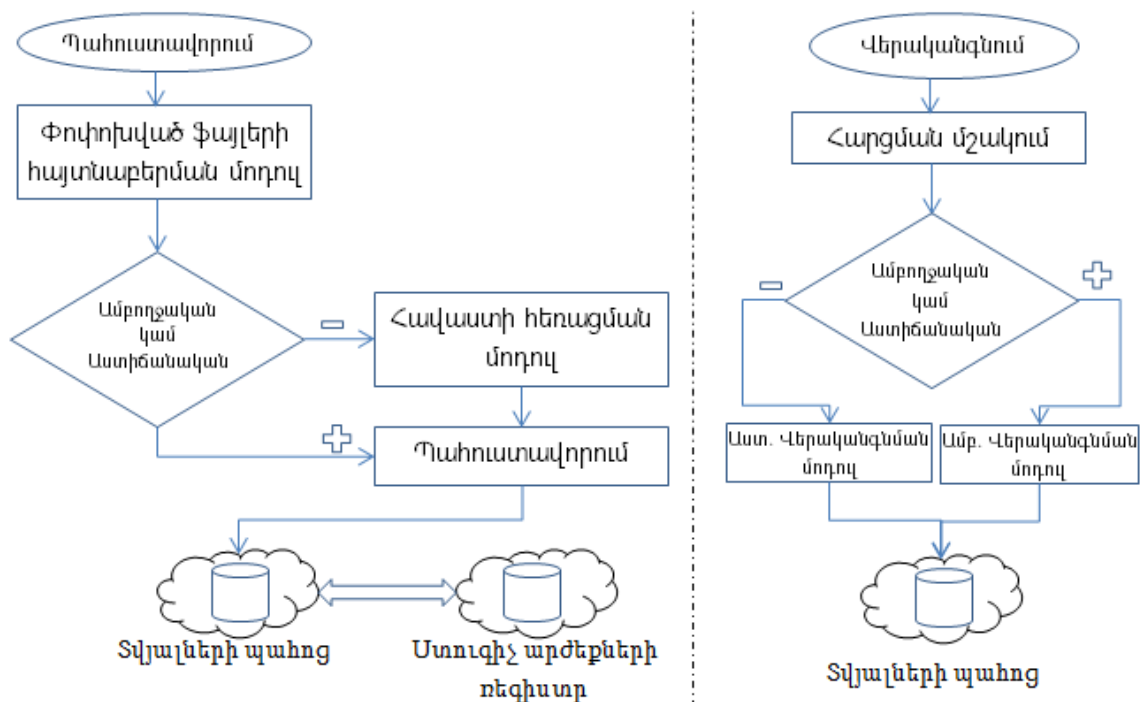
Ծրագրային մոդուլները հետևյալն են՝

- **Կախվածությունների ուղղորդված գրաֆի ստացման մոդուլը**, որը հայտնաբերում է պահուստավորվող համակարգում ֆայլեր կախվածությունը մեկը մյուսից:
- **Երկմակարդակ գաղտնագրված աստիճանական պահուստավորման մոդուլը**, որը կատարում է աստիճանական պահուստների երկմակարդակ գաղտնագրում

ինչի արդյունքում օգտագործողը կարող է կատարել պահուստավորված տվյալների տարբերակների հավաստի հեռացում պահուստավորման համակարգից:

- **Աստիճանական պահուստավորման օպտիմալ ժամանակացույցի մոդուլը**, որը թույլ է տալիս հաշվարկելու աստիճանական պահուստների օպտիմալ քանակը ինչի արդյունքում վերականգնման գործողությունը կատարվում է ավելի արագ:

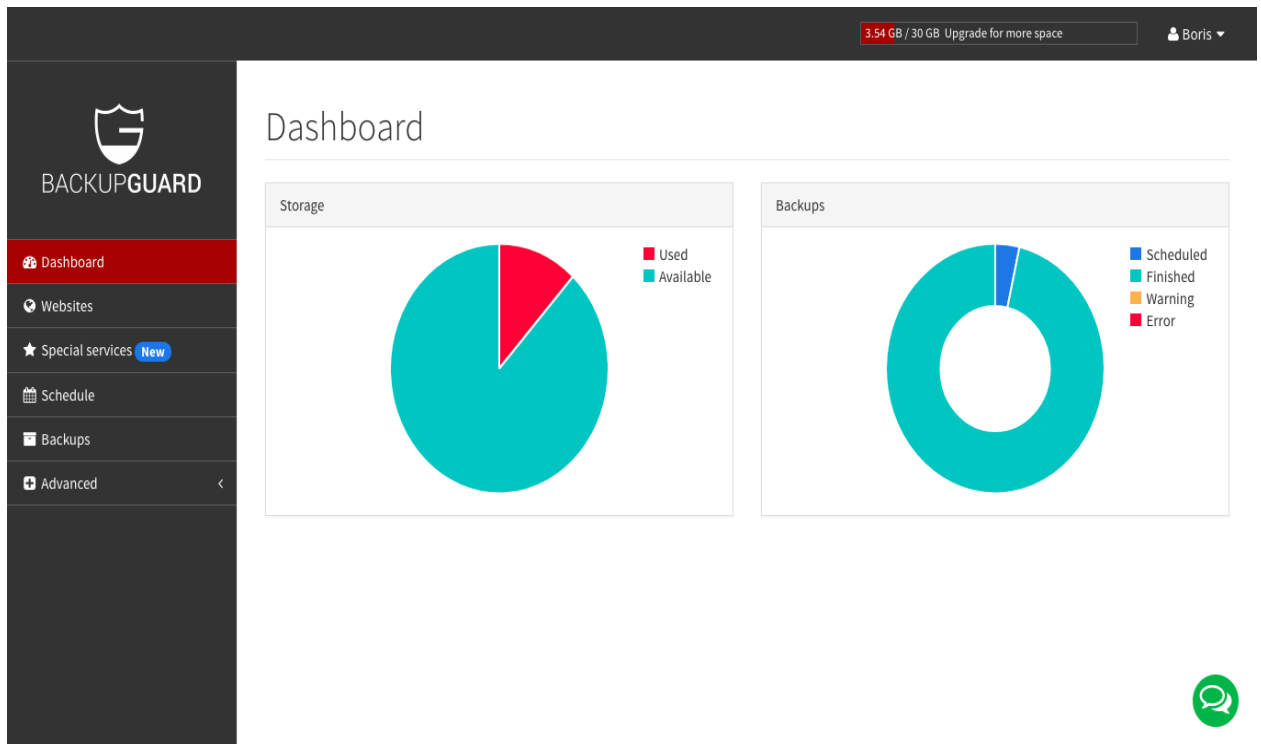
Վերոնշյալ ծրագրային լուծումները ներդրվել են ամպային պահուստավորման Backup Guard ծրագրային փաթեթում, որը կիրառվում է ինչպես ամպային ծրագրային ապահովումը որպես ծառայություն (Software-as-a-Service (SaaS)): Այն հնարավորություն է տալիս օգտագործողներին կատարելու վեբ կայքերի պահուստավորում ամպային միջավայրում և տվյալների վերականգնում (Նկ. 18): Օգտատերը ներմուծում է պահուստավորման համար անհրաժեշտ տվյալները (FTP, SFTP, MySQL), որից հետո համակարգը կատարում է տվյալների պահուստավորում իրական ժամանակում: Օգտագործողը հնարավորություն ունի նաև ստեղծելու ժամանակացույց, որի ընթացքում կկատարվի պահուստավորումը:



Նկ.18. Համակարգի աշխատանքի բլոկ սխեման

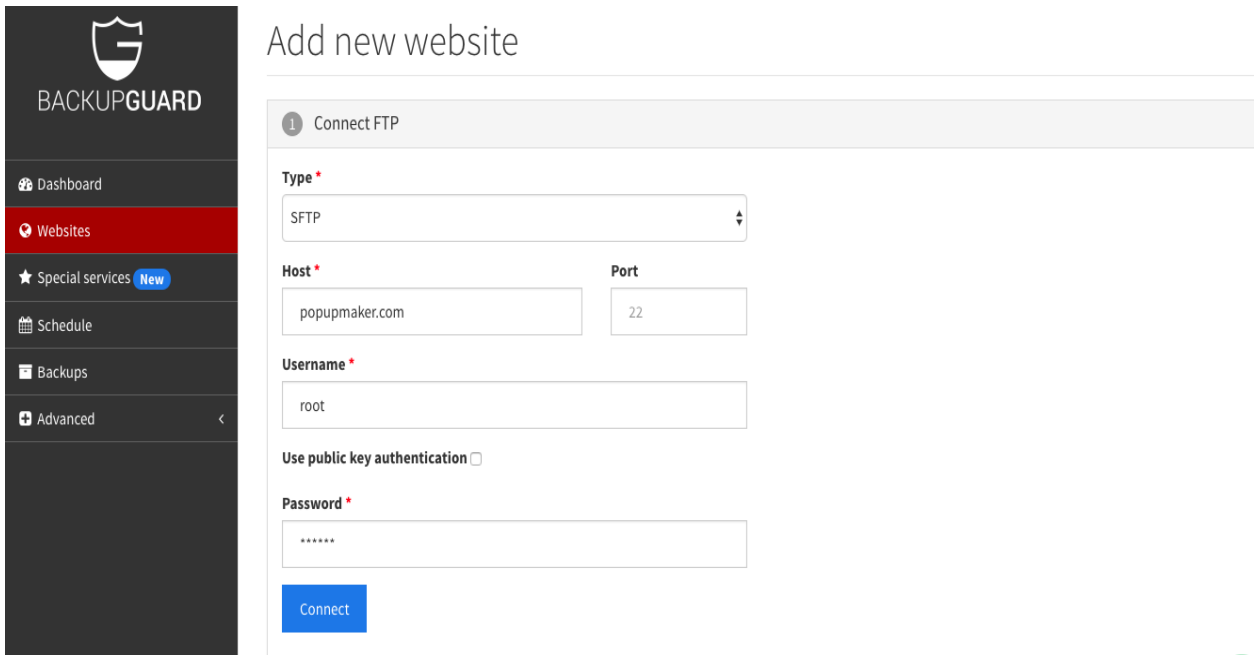
5.2. Backup Guard համակարգի աշխատանքը

Օգտագործողը մուտք գործելով համակարգ կարողանում է տեսնել իր պահուստավորված տվյալների վիճակագրությունը՝ օգտագործված ամսապահի պահուցիչի չափսը, կատարված պահուստների քանակը, պահուստավորման գործընթացի ժամանակացույցը, ձախողված պահուստները և այլն (Նկ.19): Նման տեղեկատվություն թույլ է տալիս օգտագործողին տեղյակ լինելու իր պահուստավորվող տվյալների կարգավիճակի մասին:



Նկ.19. Backup Guard ամսապահի պահուստավորման համակարգում պահուստավորված տվյալների վիճակագրության ցուցադրման վահանակը

Պահուստավորման գործողությունը սկսելու համար օգտագործողը պետք է տրամադրի անհրաժեշտ տվյալները վեբ կայքին դիմելու համար: Ֆայլերին հասանելիության համար պետք է լրացվեն ֆայլերի փոխանցման արձանագրությանը (File Transfer Protocol, FTP) համապատասխան՝ օգտանուն, գաղտնաբառը և վեբ կայքի սերվերի IP հասցեն և պորտը(Նկ.20):

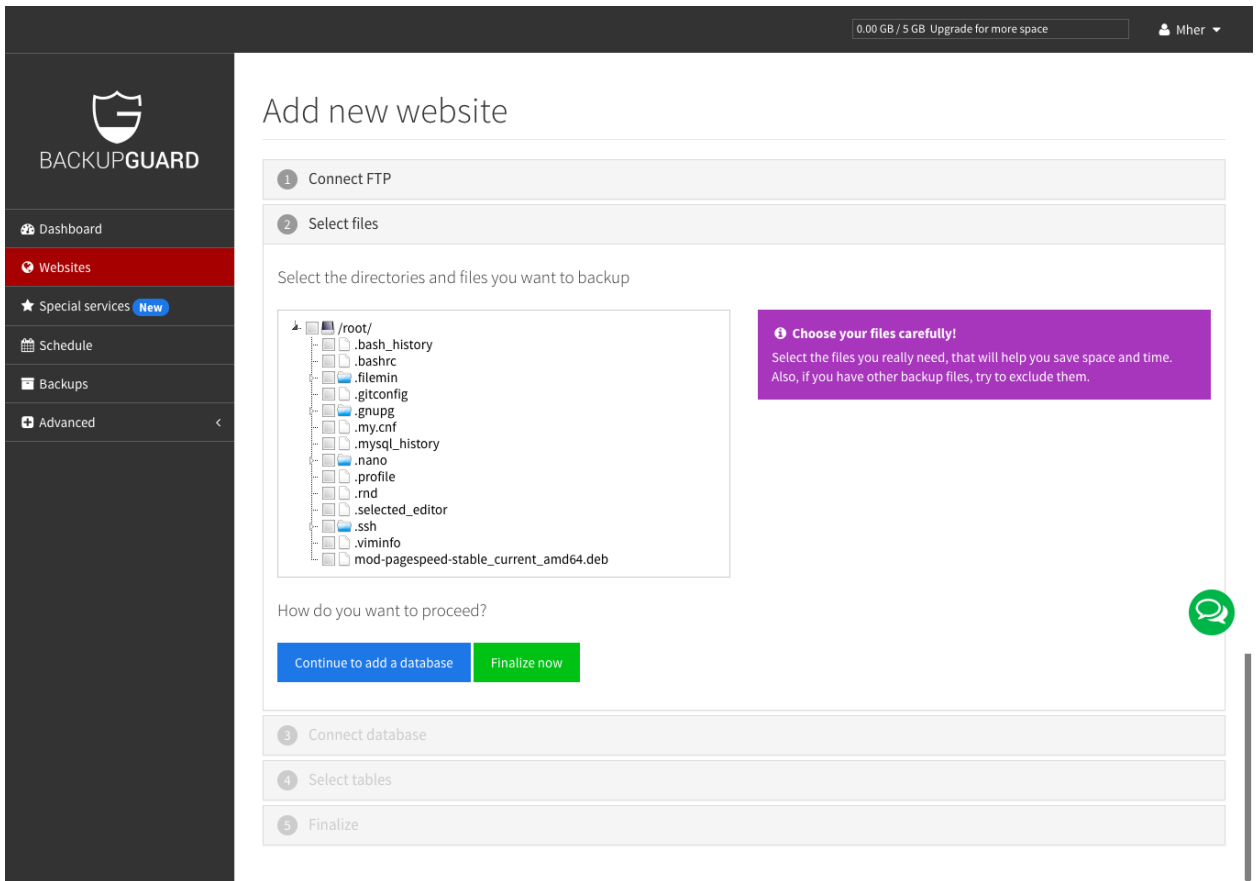


Նկ.20. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ֆայլերի փոխանցման արձանագրության համար նախատեսված տվյալների լրացման պատուհանը

Օգտագործողին հնարավորություն է նաև տրվում ֆայլերի փոխանցման այլ արձանագրություն ընտրելու տարբերակ ևս, ներկայումս դրանք հետևյալն են՝

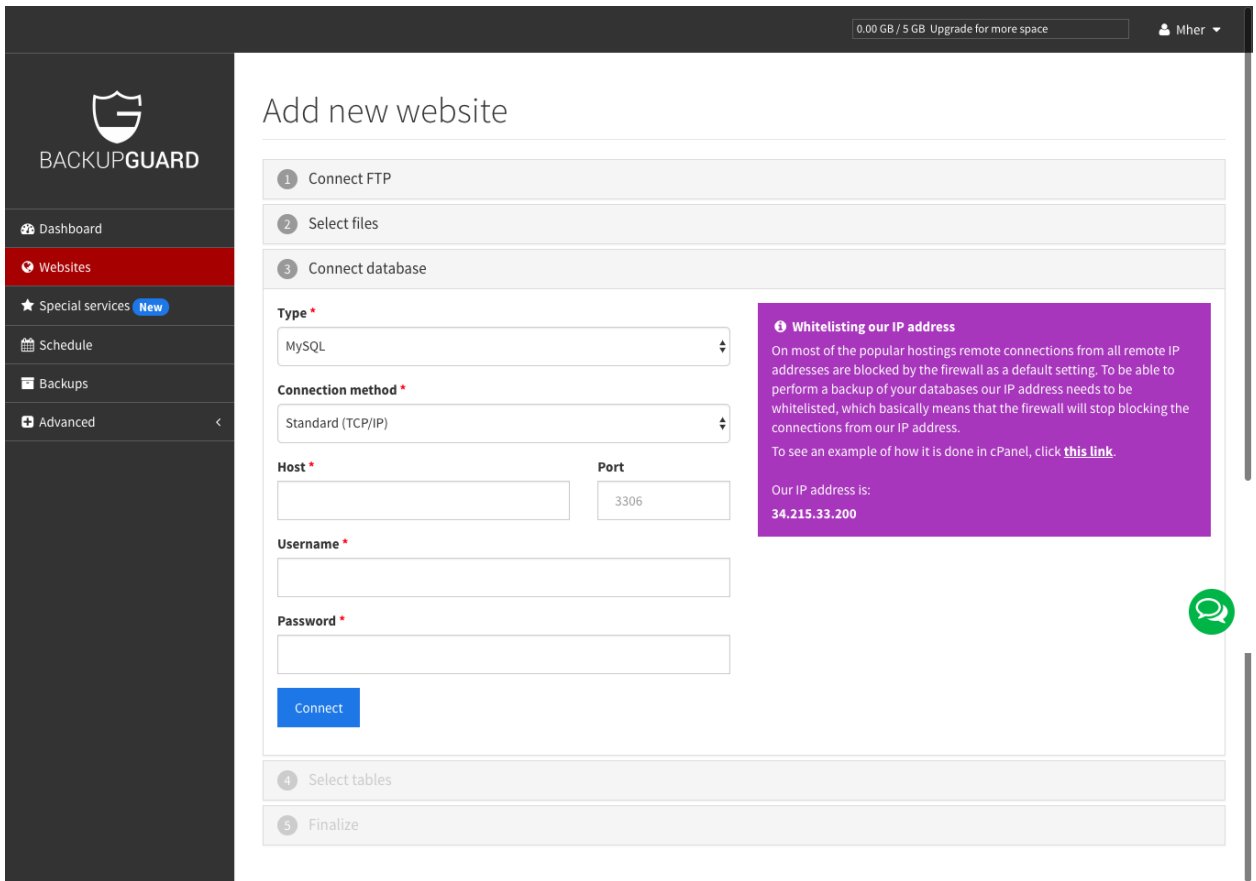
- FTP
- SFTP
- FTP-SSL

Համակարգը կապ է հաստատում FTP-ի միջոցով վեբ կայքի ֆայլային համակարգի հետ, որից հետո օգտագործողին հնարավորություն է տրվում ընտրելու այն ֆայլերը կամ դիրեկտորիաները, որոնք ցանկանում է պահուստավորել: Նկ. 21-ում պատկերված է օգտագործողի ֆայլերի ցուցակը, որտեղից նա հնարավորություն ունի ընտրություն կատարելու: Ֆայլերը ընտրելուց հետո օգտագործողին առաջարկվում է կապ հաստատելու SQL տվյալների հենքի հետ:



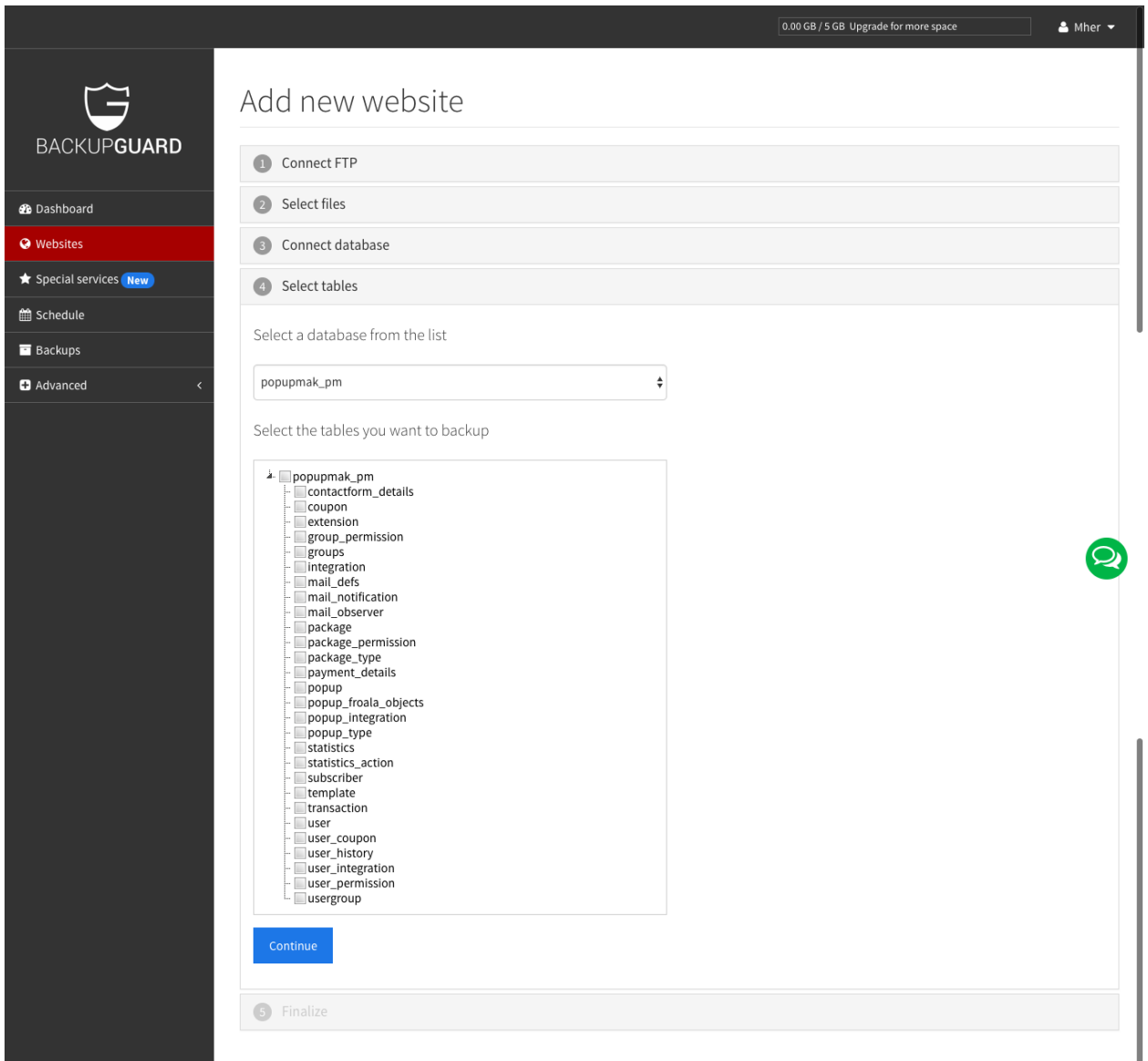
Նկ.21. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ֆայլերի ընտրության պատուհանը

Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգը հնարավորություն ունի պահուստավորվելու MySQL և PostgreSQL տվյալների հենքերը: Կապը հաստատվում է օգտագործելով TCP/IP կամ TCP/IP over SSH արձանագրությունների ստեկը: Օգտագործողը լրացնելով անհրաժեշտ տվյալները (Նկ. 22) թույլ է տալիս Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգին կապ հաստատելու վեբ կայքի տվյալների հենքի հետ:



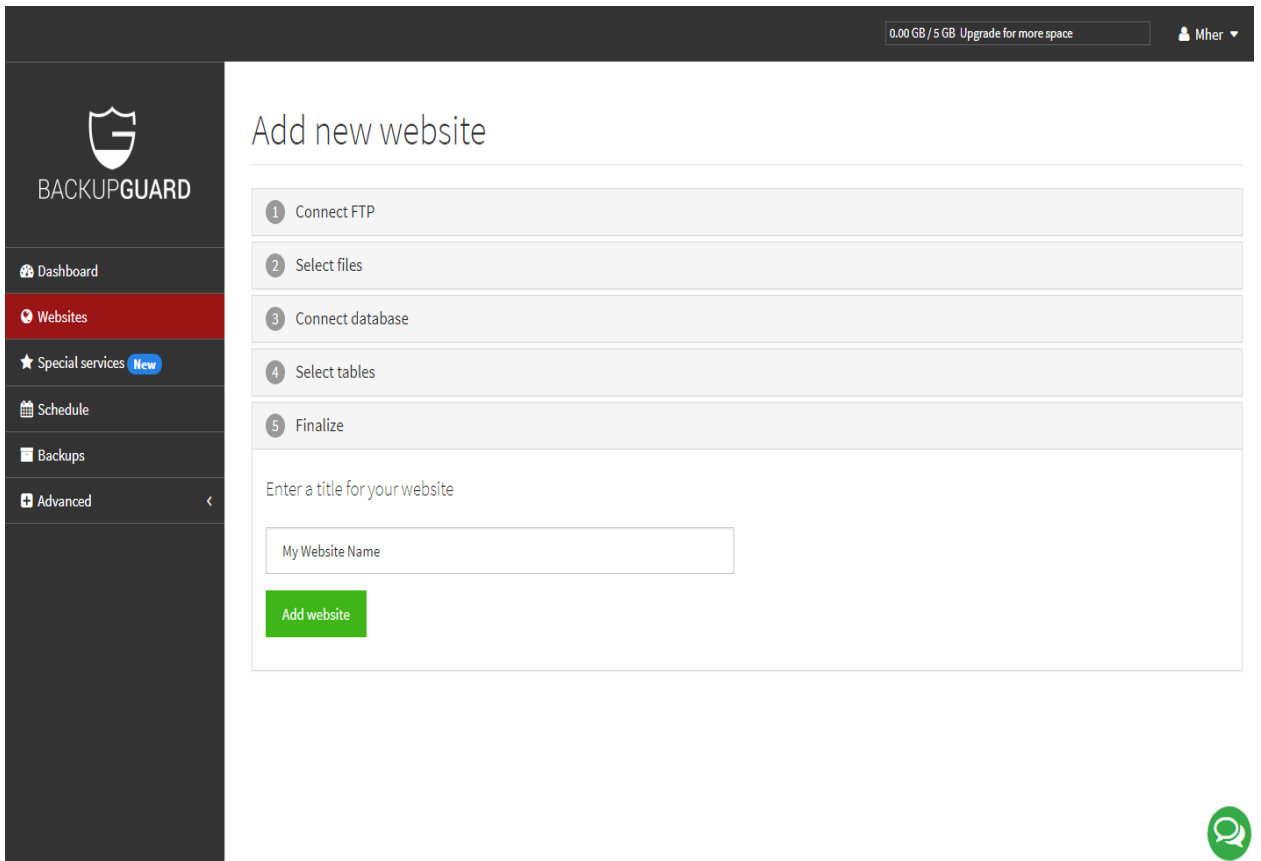
Նկ.22. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների հենքին կապվելու պատուհանը

Կապը հաստատելուց հետո օգտագործողին տրվում է հնարավորություն ընտրելու այն աղյուսակները, որոնք ցանկանում է պահուստավորել (Նկ. 23): Օգտագործողը հնարավորություն ունի ընտրելու ամբողջ տվյալների հենքը կամ առանձին աղյուսակներ: Նման հնարավորությունը թույլ է տալիս օգտագործողին կատարելու ճշգրիտ պահուստավորում, որի արդյունքում կպահուստավորվեն միայն այն տվյալները, որոնք ամենակարևորն են վեբ կայքի աշխատանքի համար: Նման մոտեցումը թույլ է տալիս նաև խնայելու ամպային պահուստավորման տիրույթը խնայելով ֆինանսական միջոցներ:



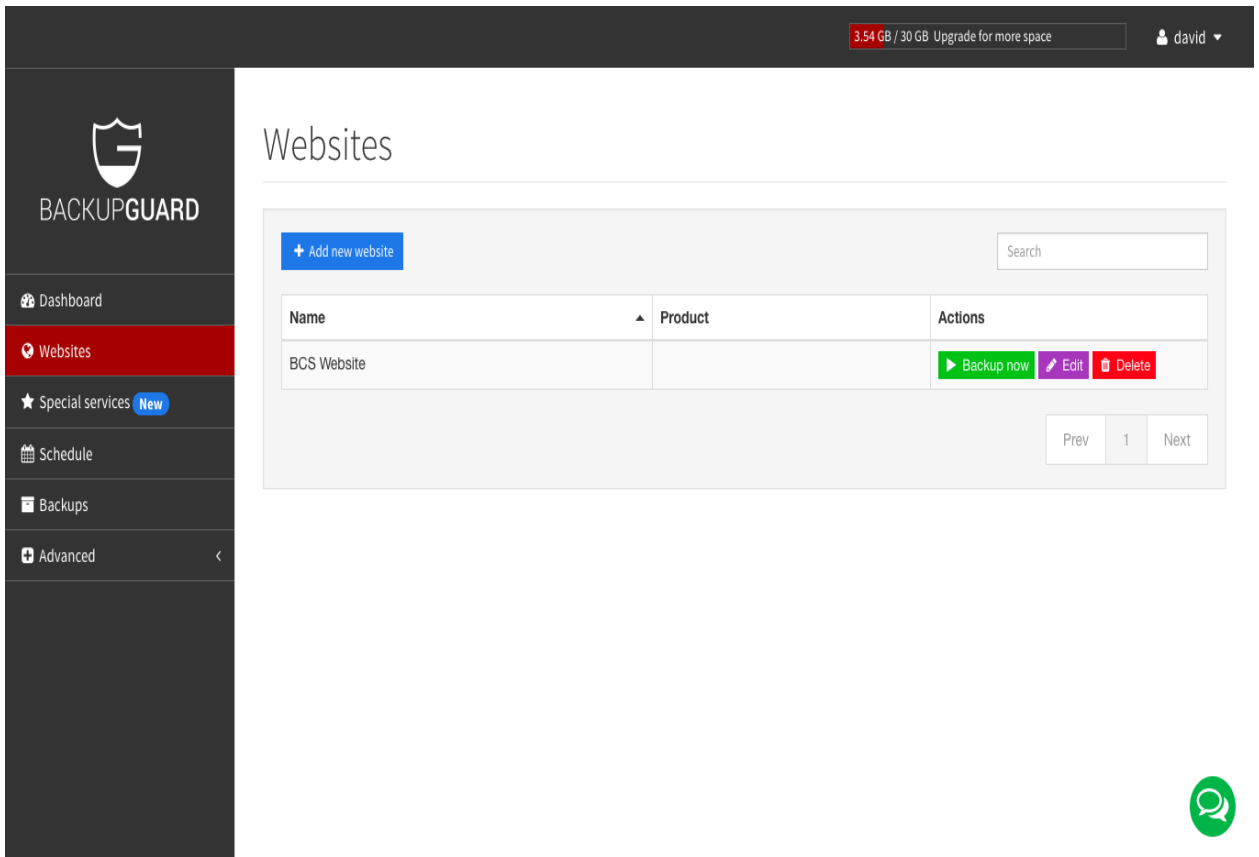
Նկ.23. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների աղյուսակների ցուցակը

Ընտրելով տվյալների հենքը կամ առանձին աղյուսակներ օգտատերը մոտենում է վերջին քայլին, որտեղ պետք է տա պիտակավորում պահուստավորվող տվյալների համար հետագայում տարանջատելու համար: Նկ. 24-ում պատկերված է վերջին քայլը, որտեղ օգտագործողը մուտքագրում է պիտակի անունը:



Նկ.24. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում պահուստավորվող տվյալների պիտակավորման պատուհանը

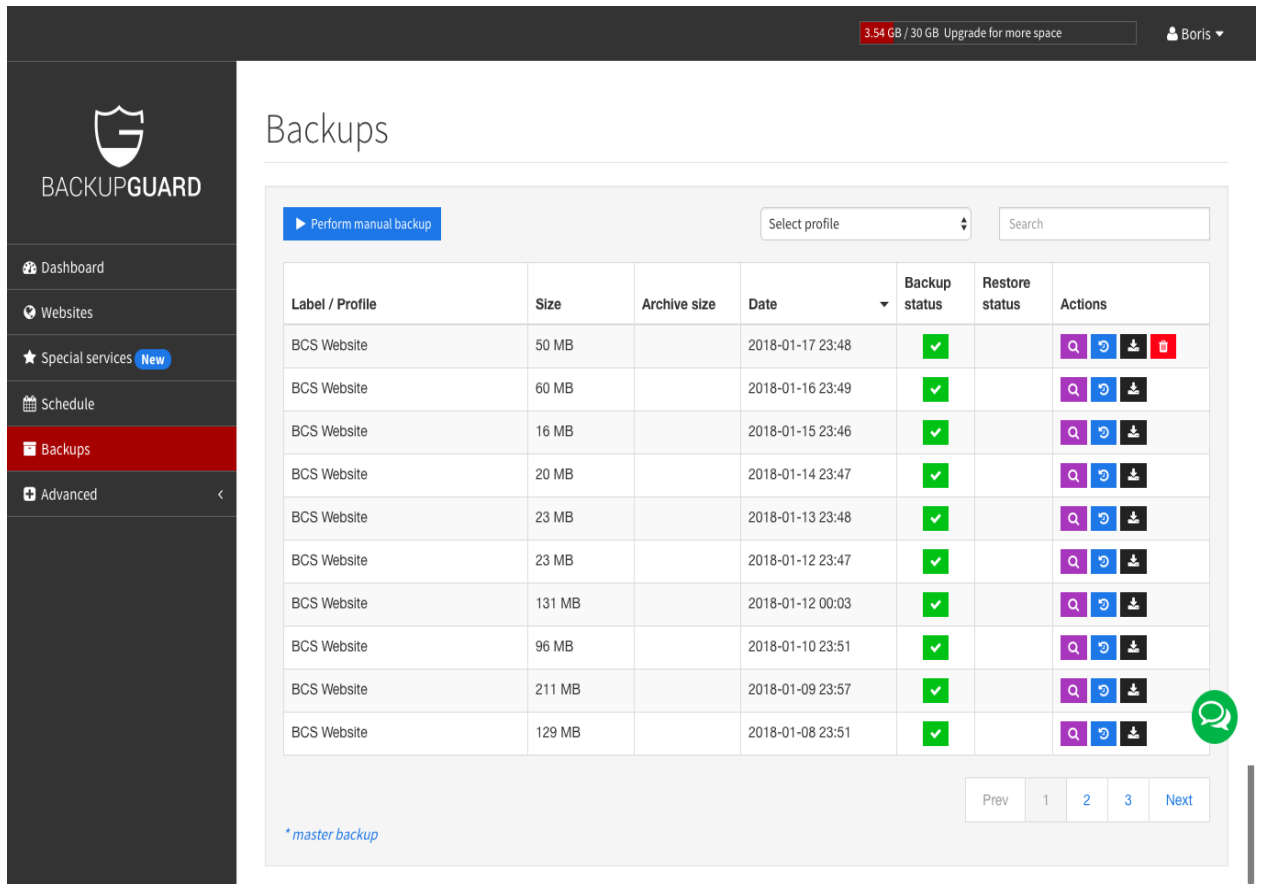
Լրացնելով բոլոր անհրաժեշտ տվյալները օգտագործողը կարող է կատարել առաջին պահուստավորումը: Սովորաբար առաջին պահուստավորումը պահանջում է ավելի երկար ժամանակ, քան մնացած պահուստավորումները, քանի որ դրանք կկատարվեն աստիճանական և համակարգը ինքը կորոշի, որ դեպքում ավելի նպատակահարմար կլինի ամբողջական պահուստավորումը: Յուրաքանչյուր պահուստավորման ժամանակ կատարվում է տվյալների ֆայլերի կախվածությունների գրաֆի գեներացումը, որի արդյունքում պահուստավորման ժամանակը նվազում է իսկ արագությունը ավելանում: Նկ. 25-ում պատկերված է բոլոր այն կայքերի անվանումները (պիտակները), որոնք օգտագործողը ցանկանում է պահուստավորել:



Նկ.25. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում վեբ կայքերի ցուցակի պատուհանը

Պահուստավորումը անելուց հետո օգտագործողը հնարավորություն ունի տեսնելու իր բոլոր պահուստները (Նկ. 26) և անհրաժեշտության դեպքում վերականգնի այն պահուստը, որը անհրաժեշտ է: Վերականգնման գործողության համար օգտագործողը պետք է հաստատի իր ցանկությունը, որից հետո կսկսվի վերականգնման գործընթացը: Այս դեպքում համակարգը նույնպես կապ է հաստատում վեբ կայքի հետ օգտագործելով այն տվյալները, որոնք տրամադրել էր օգտագործողը պահուստավորման գործընթացի համար: Վերականգնման գործընթացի ժամանակ բոլոր պահուստավորման գործընթացները տվյալ վեբ կայքի համար դադարում են: Վերականգնման գործողությունը կարող է նաև լինել մասնակի: Այս դեպքում օգտագործողը տեսնում է Նկ.21-ում և Նկ.23-ում պատկերված պատուհանները որտեղից կատարում է ընտրություն ֆայլերի և տվյալների հենքի աղյուսակների համար: Այս մոտեցումը այնքան էլ ապահով չէ, քանի որ օգտագործողը պետք է ունենա բավարար գիտելիքներ, որպեսզի վերականգնման արդյունքում վեբ կայքը

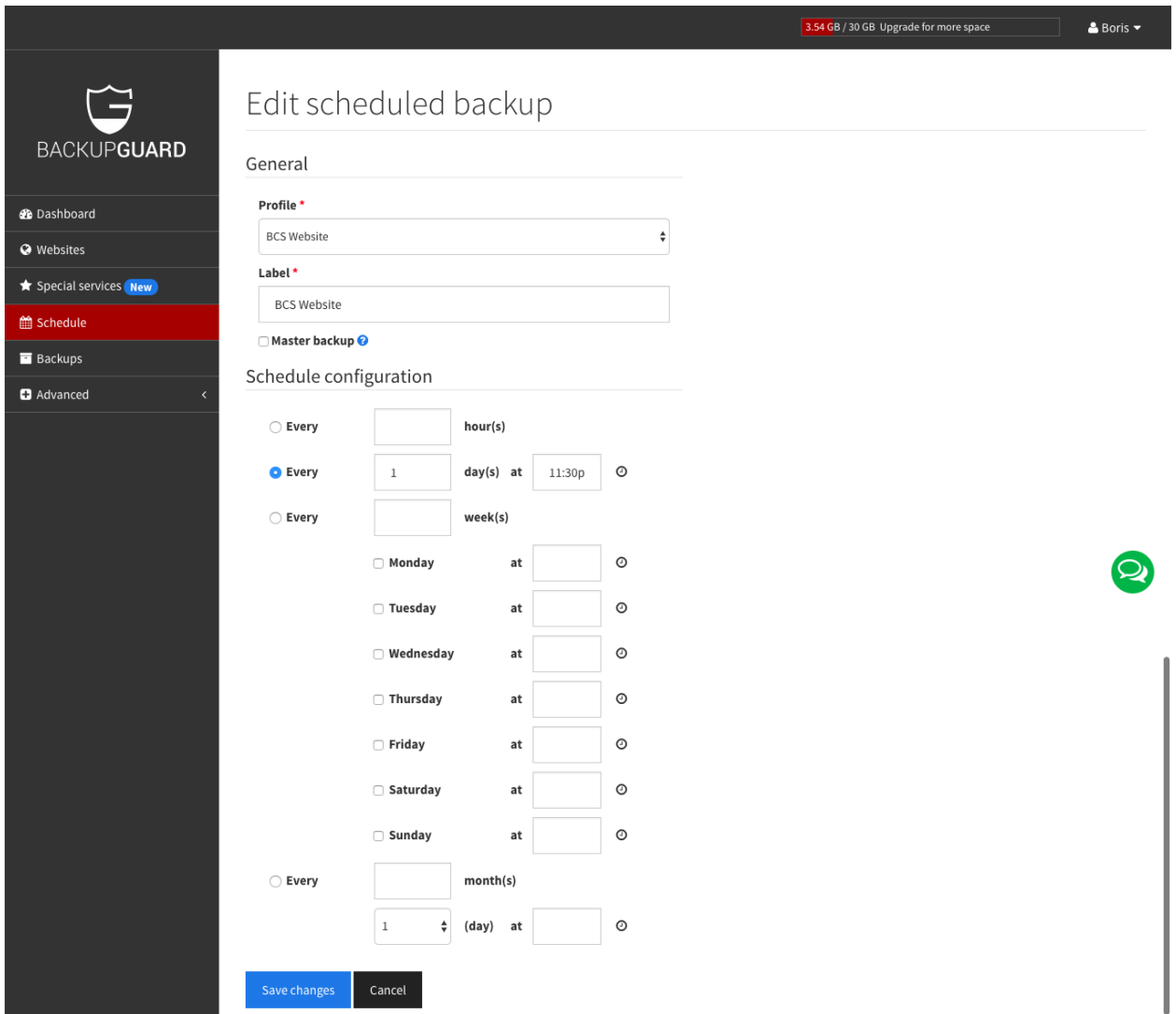
աշխատի անխափան առանձ հակասությունների այլ ֆայլերի կամ տվյալների աղյուսակների հետ:



Նկ.26. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում պահուստավորված տվյալների ցուցակը

Պահուստավորված տվյալների ցուցակից օգտագործողը հնարավորություն ունի նաև ներբեռնելու իր պահուստավորված տվյալները: Այս դեպքում այդ հարցմանն համապատասխան համակարգը կստեղծի արխիվ SGBP ֆորմատով, որը օգտագործողը հնարավորություն կունենա պահպանելու ցանկացած այլ կրիչի վրա:

Պահուստավորման գործընթացը բավական բարդ գործընթաց է և օգտագործողը պետք է հնարավորություն ունենա կատարելու պահուստավորում ըստ տրված ժամանակացույցի: Այդ պատճառով համակարգում ստեղծվել է առանձին մոդուլ այդ գործընթացի համար: Նկ. 27-ում պատկերված է պահուստավորման ժամանակացույցի կարգավորման պատուհանը, որտեղից օգտագործողը կարող է տալ անհրաժեշտ կարգավորումները:



Նկ.27. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ժամանակացույցի կարգավորման պատուհանը

Ժամանակացուցային գործընթացը սկսելու համար օգտագործողը պետք է նշի այն վեր կայքը, որը ցանկանում է պահուստավորել: Այնուհետև լրացվում են ժամանակային միջակայքերը, որի ընթացքում կկատարվի պահուստավորումը:

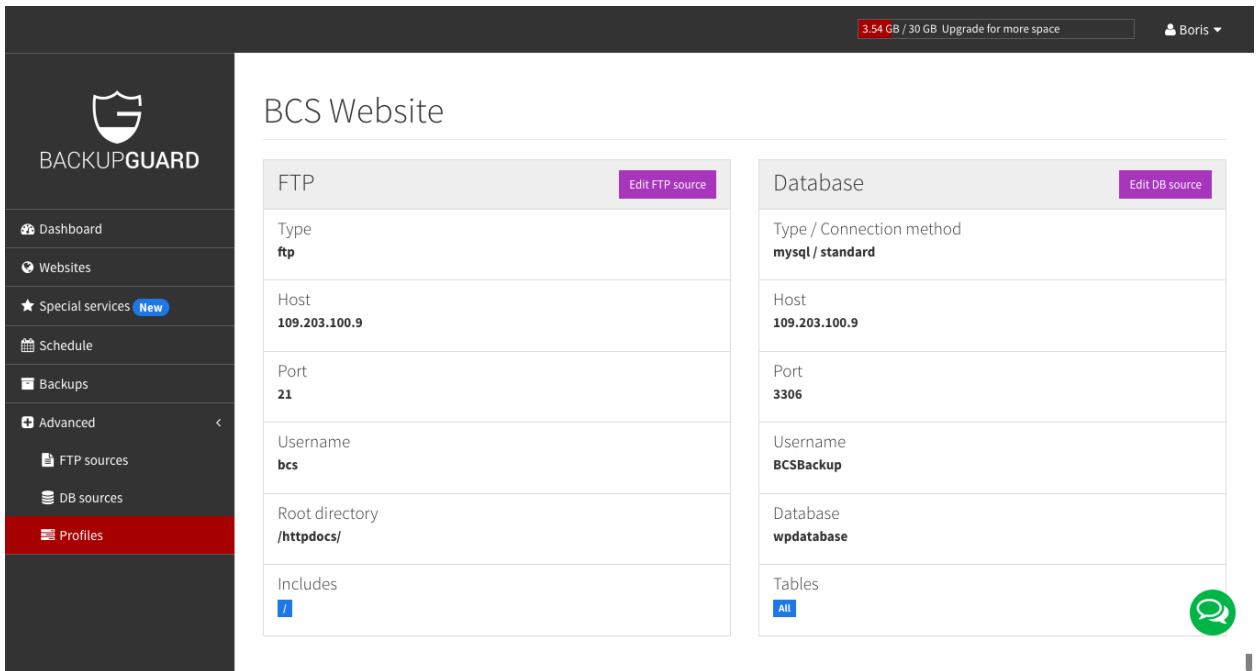
Նկ. 27-ի օրինակում ժամանակային միջակայքը ընտրված է այնպես, որ պահուստավորումը կատարվի ամեն օր ժամը 23:30-ին: Ժամանակացույցի ընթացքում կատարված բոլոր գործողություններ լրգավորվում են և տրամադրվում են օգտագործողին:

The screenshot displays the BackupGuard interface. On the left is a dark sidebar with the BackupGuard logo and navigation menu items: Dashboard, Websites, Special services (New), Schedule (highlighted), Backups, and Advanced. The main content area is titled 'Schedule' and contains a 'Schedule backup' button and a search box. Below is a table with columns: Name, Profile, Time frame, and Options. One entry is visible: 'BCS Website' with profile 'BCS Website' and time frame 'Everyday at 11:30pm'. The 'Options' column contains 'Edit' and 'Delete' buttons. Below the table are 'Prev', '1', and 'Next' navigation buttons.

The second section is titled 'Schedule log' and shows the 'Current date: 2018-01-18 19:37' and 'Status: All'. It contains a table with columns: Name, Status, Date, and Options. The table lists backup events for 'BCS Website' from 2018-01-09 to 2018-01-18. The status for the most recent event is 'scheduled', while all previous events are 'success'. Each event has a 'Delete' button in the 'Options' column. A green chat bubble icon is visible on the right side of the log table.

Նկ.28. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ժամանակացույցի ընթացքում կատարված գործողությունների լրգավորման պատուհանը

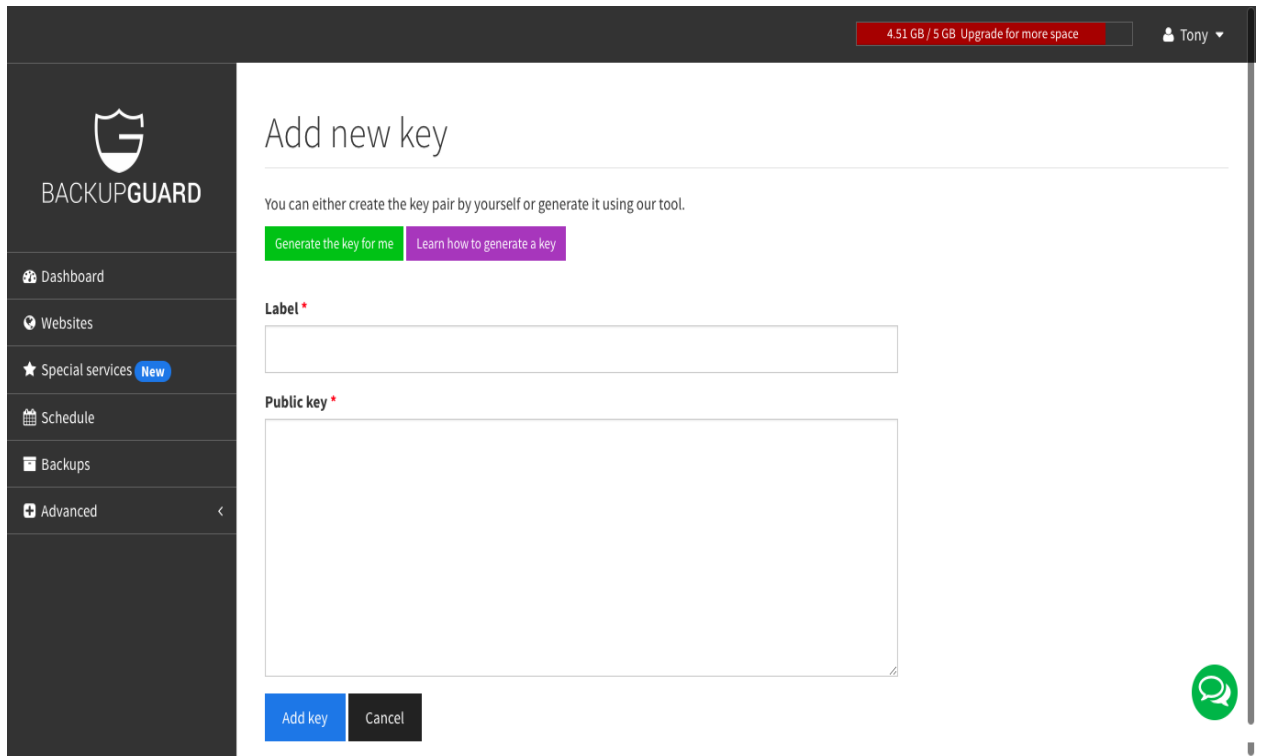
Նկ. 28-ում պատկերված պատուհանից օգտագործողը հնարավորություն ունի տեսնելու բոլոր պահուստավորման արդյունքները և անհրաժեշտության դեպքում հեռացնելու դրանք: Վեր կայքի սերվերների փոփոխության դեպքում օգտագործողը հնարավորություն ունի խմբագրելու կամ փոփոխելու մուտքագրված տվյալները (Նկ. 29):



Նկ.29. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում վեբ կայքի սերվերների հասանելիության տվյալների փոփոխման պատուհանը

Այս մոդուլը հնարավորություն է տալիս նաև վեբ կայքի միգրացիա, այսինքն՝ օգտագործողը կարող է կատարել պահուստավորում մեկ սերվերից, իսկ վերականգնման համար՝ փոփոխել սերվերի հասանելիության տվյալները և, այսպիսով՝ վեբ կայքը կվերականգնվի այլ սերվերում ապահովելով արագ վեբ կայքի միգրացիա:

Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում յուրաքանչյուր օգտագործող հնարավորություն ունի ստեղծելու գաղտնագրման համար նախատեսված բանալիների գույքը: Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում օգտագործվում է ասիմետրիկ գաղտնագրման հնարավորություն օգտագործողի պահուստավորված տվյալների գաղտնագրման համար (Նկ. 30):



Նկ.30. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ասիմետրիկ գաղտնագրման բաց բանալիի մուտքագրման պատուհանը

Համակարգը կկատարի գաղտնագրում SGBP պահուստավորված պահուստի համար, որը հասանելի կդառնա միայն փակ բանալին ունեցող անձանց համար: Նման մոտեցումը հնարավորություն է տալիս օգտագործողին իր պահուստավորված տվյալները անվտանգ պահպանելու արտաքին կրիչերի վրա:

5.3. Գլուխ 5-ի եզրակացություն

- Մշակվել է Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգը, որը հիմնված է մեծաքանակ տվյալների արդյունավետ պահուստավորման մեթոդի վրա և թույլ է տալիս կատարել տվյալների ամպային պահուստավորում և վերականգնում: Պահուստավորումը կատարվում է ինչպես ամբողջական այնպես էլ աստիճանական կերպով՝ հնարավորություն տալով օգտագործողներին խնայելու ժամանակ, պահուստավորման տարածք և հաշվողական ռեսուրսներ:
- Մշակվել է Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների աստիճանական պահուստների անվտանգ հեռացման մոդուլ, որը թույլ է տալիս ապահովել պահուստներից տվյալների հավաստի հեռացում:
- Մշակվել է Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում աստիճանական և ամբողջական պահուստավորման գործողությունների համադրված ցիկլի որոշման մոդուլ, որի միջոցով կատարվում է ժամանակացուցային պահուստավորում, որը հնարավորություն է տալիս օգտագործողին ընտրելու լավագույն ժամանակահատված պահուստավորման գործընթացի համար:

Եզրակացություն

- Մշակվել է պահուստավորվող ֆայլերի կախվածությունների վրա հիմնված մեծաքանակ տվյալների ամպային աստիճանական պահուստավորման մեթոդ, որն ի տարբերություն գոյություն ունեցողների, ապահովում է փոփոխված տվյալների ավելի արագ հայտնաբերում:
- 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:
- 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:
- 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:

Օգտագործված գրականության ցանկ

1. Chung-Yen Chang (2005) “A survey of data protection technologies”, 2005 IEEE International Conference on Electro Information Technology, 22-25 May 2005.
2. Symantec Corporation (2010) “Symantec Disaster Recovery Study, Global results”. http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/pdfs/Symc_Survey_SAMGDisasterRecovery_Global_2010.pdf
3. Timothy Wood, Emmanuel Cecchet, K.K. Ramakrishnan, Prashant Shenoy, Jacobus van der Merwe and Arun Venkataramani (2010) “Disaster Recovery as a Cloud Service: Economic Benefits & Deployment Challenges.”. Proceedings of the Conference on Hot Topics in Cloud Computing (HotCloud), August 2010.
4. Yinjin Fu, Nong Xiao, Hong Jiang, *Fellow, IEEE*, Guyu Hu, and Weiwei Chen (2017) “Application-Aware Big Data Deduplication in Cloud Environment”. IEEE Transactions on Cloud Computing, Vol. PP, issue 99, pp. 1 – 1.
5. Rony Attar, Philip A. Bernstein, Nathan Goodman (1984) “Site Initialization, Recovery, and Backup in a Distributed Database System”, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. SE-10, issue 6, pp. 645 – 650.
6. Veluchandhar, R. V. Jayakumar, M. Muthuvel, K. Balasubramanian, A. Karthi, Karthikesan, G. Ramaiyan, A. Deepa, S. AlBert Rabara (2008) “A backup mechanism with concurrency control for multilevel secure distributed database systems”, Third International Conference on Digital Information Management, pp. 57 – 62.
7. John Ousterhout (2015) “The future of storage”, IEEE Spectrum, Vol. 52, issue 11, pp. 34 – 40.
8. C. Pugh, T. Carrol, P. Henderson (2011) “Ensuring high availability and recoverability of acquired data”, 2011 IEEE/NPSS 24th Symposium on Fusion Engineering, pp. 1-5.
9. Rino Michelsoni (2017) “Solid-State Drive (SSD): A Nonvolatile Storage System”, Proceedings of the IEEE, Vol. 105, issue 4, pp. 583 – 588.

10. C. Mohan, K. Treiber, R. Obermarck (1993) "Algorithms for the management of remote backup data bases for disaster recovery", Proceedings of IEEE 9th International Conference on Data Engineering, pp. 511 – 518.
11. S. Suguna, A. Suhasini (2014) "Overview of data backup and disaster recovery in cloud", International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES2014), pp. 1-7.
12. Antony Adshead (2009) "Data backup vs archiving: What's the difference?", Computer Weekly, <http://www.computerweekly.com/news/1369092/Data-backup-vs-archiving-Whats-the-difference>
13. Weinhardt C., Anandasivam A., Blau B., Borissov N., Meinel T., Michalk W., Stöber J. (2009) "Cloud computing—a classification business models, and research directions", *Bus Inf Syst Eng* 1(5), pp. 391–399.
14. John Brand, Forrester Research (2009) "Cloud Computing: Worthy Of Definition", <https://www.forrester.com/report/Cloud+Computing+Worthy+Of+Definitions/-/E-RES59588>
15. Leavitt, N. (2009), "Is Cloud Computing Really Ready for Prime Time?", *Computer*, Vol.42, No.1, pp.15-20.
16. Portal Publishing Ltd. (2009) "Business continuity statistics: where myth meets fact", <http://www.continuitycentral.com/feature0660.html>.
17. Kim Weins (2017) "Cloud Computing Trends: 2017 State of the Cloud Survey", <https://www.rightscale.com/blog/cloud-industry-insights/cloud-computing-trends-2017-state-cloud-survey>.
18. Paul Golding (2011) "Cloud Computing, Saas and PaaS", ISBN: 9781119976448, Wiley Telecom.
19. Wei-Tek Tsai, Wu Li, Babak Esmaili, Wenjun Wu (2012) "Model-driven tenant development for PaaS-based SaaS", 4th IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science Proceedings, pp.821-826.

20. Maciej Malawski, Maciej Kuzniar, Piotr Wojcik, Marian Bubak (2011) "How to Use Google App Engine for Free Computing", in IEEE Internet Computing Vol. 17, Issue 1, pp.50-59.
21. Ayesha Akhtar, Muhammad Sohaib Shakir (2017) "Online data processing on cloud and Hadoop platform", 2017 Fourth HCT Information Technology Trends (ITT), pp. 25-29.
22. Boston Computing Network (2013), "Data Loss Statistics", <https://www.bostoncomputing.net/consultation/databackup/statistics/>.
23. Press W.H., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., Flannery B.P. (2007) "Section 22.4 Cyclic Redundancy and Other Checksums", Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing (3rd ed.). New York: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-88068-8.
24. Աթայան Բ. (2016) "Տվյալների անկորուստ սեղմման DEFLATE ալգորիթմի վրա հիմնված ամպային պահուստավորման մեթոդի մշակումը", ՀԱՊՀ Լրաբեր, գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու, Երևան, Հայաստան, 2016, էջ 149-152.
25. Netcraft Ltd. (2017) "December 2017 Web Server Survey", <https://news.netcraft.com/archives/2017/12/26/december-2017-web-server-survey.html>
26. W3Techs Technology Surveys (2017) "Usage statistics and market share of PHP for websites", <https://w3techs.com/technologies/details/pl-php/all/all>
27. W3Techs Technology Surveys (2017) "Usage statistics and market share of WordPress for websites", <https://w3techs.com/technologies/details/cm-wordpress/all/all>
28. WordPress Foundation (2018), "About WordPress", <https://wordpress.org/about/>
29. Magento Inc. (2018) "About Magento", <https://magento.com/about/>
30. Polk T., McKay K., Chokhani S. (2014) "Guidelines for the Selection, Configuration, and Use of Transport Layer Security (TLS) Implementations" National Institute of Standards and Technology.

31. S. A. Bohner and R. S. Arnold (1996) "Software Change Impact Analysis", IEEE Computer Society Publications Tutorial Series.
32. V. Rajlich and P. Gosavi (2004), "Incremental change in object-oriented programming," IEEE Software, Vol. 21, no. 4, pp. 62–69.
33. T. Girba, S. Ducasse, and A. Kuhn (2007) "Using concept analysis to detect co-change patterns," in Proceedings of the Ninth international workshop on Principles of software evolution: in conjunction with the 6th ESEC/FSE joint meeting, Dubrovnik, Croatia, pp. 83–89.
34. Emilio Raggi, Keir Thomas, Sander van Vugt (2011) "Beginning Ubuntu Linux: Natty Narwhal Edition", ISBN 978-1-4302-3627-6, Apress.
35. Khalid Sayood (2012) "Introduction to data compression. Fourth Edition", ISBN: 978-0-12-415796-5, Elsevier Inc.
36. Ida Mengyi Pu (2005) "Fundamental Data Compression", ISBN: 978-0-7506-6310-6, Elsevier Inc.
37. J. Rissanen (1983) "A Universal Data Compression System," IEEE Trans. on Information Theory, Vol. IT-29, no. 5, pp. 656–664.
38. J. L. Gailly and M. Adler (1995) "Zlib Library", <http://www.zlib.net/>.
39. P. Deutsch (1996) "ZLIB Compressed Data Format Specification version 3.3," RFC 1950.
40. Bojan Andrejić, Predrag Ivaniš (2011), "Software implementation of data compression algorithms and their comparative analysis", 19th Telecommunications forum TELFOR 2011, Serbia, Belgrade, November 22-24, pp.554-557.
41. Savan Oswal, Anjali Singh, Kirthi Kumari (2016) "Deflate compression algorithm", "International Journal of Engineering Research and General Science", Vol. 4, Issue 1, ISSN 2091-2730, pp.430-436
42. Ziv J., Lempel A. (1977) "A Universal Algorithm for Sequential Data Compression", IEEE Transactions on Information Theory, Vol. 23, No. 3, pp. 337-343.
43. P. Deutsch (1996) "DEFLATE Compressed Data Format", Aladdin Enterprises, <https://tools.ietf.org/html/rfc1951>.

44. Michael Stay (2002) "ZIP Attacks with Reduced Known Plaintext", FSE 2001, LNCS 2355, Berlin Heidelberg, pp. 125–134.
45. Atayan B., Baghdasaryan T. (2016) "Data backup security in cloud storage system" in Ukrainian Scientific Journal of Information Security, Vol. 22, Issue 2, pp. 119-122.
46. Fred Cohen (1987) "A Cryptographic Checksum for Integrity Protection", Elsevier Science Publishers B.V., Computers & Security 6, pp. 505-510.
47. D. Eastlake (2011) "US Secure Hash Algorithms (SHA and SHA-based HMAC and HKDF)", AT&T Labs, <http://tools.ietf.org/html/rfc6234>
48. Hale J.S. (2013) "Amazon cloud drive forensic analysis", Digital Investigation, Vol. 10, Issue 3, pp. 259–265.
49. I. Drago, M. Mellia, M. Munafo, A. Sperotto, R. Sadre, A. Pras (2012) "Inside Dropbox: Understanding Personal Cloud Storage Services", IMC'12, November 14–16, 2012, Boston, Massachusetts, USA, pp. 481-494.
50. A. Bergen, Y. Coady, R. McGeer (2011) "Client Bandwidth: The Forgotten Metric of Online Storage Providers", Proceedings of the 2011 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp. 543–548.
51. Farid Daryabar, Ali Dehghantanha, Brett Eterovic-Soric, Kim-Kwang Raymond Choo (2016) "Forensic investigation of OneDrive, Box, GoogleDrive and Dropbox applications on Android and iOS devices", Australian Journal of Forensic Sciences, pp. 1-28.
52. Henri W. van der Westhuizen, Gerhard P. Hancke (2017) "Mobile Cloud Computing and Application Program Interfaces - a Review", IEEE Africon Proceedings, pp. 1569-1574
53. Atayan B. (2016) "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, С. 237-239.

54. Աթայան Բ. (2017) "Տվյալների ամպային պահուստավորման համակարգում տարբերակների երաշխավորված հեռացումը" ՀԱՊՀ Լրաբեր, գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու, Երևան, Հայաստան, էջ. 122-127:
55. R. Geambasu, T. Kohno, A. Levy, H. Levy (2009) "Vanish: Increasing data privacy with self-destructing data", Proceedings of USENIX Security Symposium.
56. D. Boneh, R. Lipton (1996) "A Revocable Backup System", Proceedings of USENIX Security Symposium.
57. P. Gutmann (1996) "Secure deletion of data from magnetic and solid-state memory", Proceedings of USENIX Security Symposium.
58. Zachary N. J. Peterson, Randal Burns, Joe Herring, Adam Stubblefield, Aviel D. Rubin (2005) "Secure Deletion for a Versioning File System", USENIX Conference on File and Storage Technologies, pp.153-154.
59. R. Perlman (2007) "File System Design with Assured Delete", ISOC NDSS.
60. Boneh D., Lipton R (1996) "A revocable backup system", Proceedings of the USENIX Security Symposium, pp. 91–96.
61. Crescenzo G. D., Ferguson N., Impagliazzo, R., Jakobsson M(1999) "How to forget a secret", Proceedings of the Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science, Vol. 1563, pp. 500–509.
62. Pasquale Puzio, Refik Molva, Melek Onen, Sergio Loureiro (2013) "ClouDedup: Secure Deduplication with Encrypted Data for Cloud Storage", IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science, pp. 363-370.
63. A. Baldwin, C. Dalton, S. Shiu, K. Kostienko, and Q. Rajpoot (2009) "Providing secure services for a virtual infrastructure," ACM SIGOPS Operating Systems Review, Vol. 43, No. 1, pp. 44–51.
64. Shamir A. (1979) "How to share a secret", Communications of the ACM, pp. 612-613.
65. Blakley G.R. (1980) "One-Time Pads are Key Safeguarding Schemes, Not Cryptosystems Fast Key Safeguarding Scheme (Threshold Scheme Exists)",

- Proceeding of the 1980 Symposium on Security and Privacy, IEEE Computer Society, pp. 108-113.
66. Атаян, Б., Багдасарян Т. (2016) "Защита информации в облачной системе резервного копирования данных", Тезисы докладов международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов - Киев, Украина, С. 214-215
 67. Hovsepyan V., Khemchyan A., Atayan B. (2016) "Data Security and Backup in Cloud Environment", Proceedings of the Conference World Congress on Internet security (WorldCIS2016), London, United Kingdom, pp. 101-105.
 68. NIST (2001) "Advanced Encryption Standard", <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips197/fips-197.pdf>
 69. Y. Fu, H. Jiang, N. Xiao, L. Tian, F. Liu, L. Xu (2014) "Application-Aware Local-Global Source Deduplication for Cloud Backup Services of Personal Storage", IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Vol. 25, Issue 5, pp. 1155-1165.
 70. Աթայան Բ., "Ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների պահուստավորման օպտիմալացման մեթոդ" ՀԱՊՀ Լրաբեր, գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու, Երևան, Հայաստան, 2018, էջ 78-84:
 71. V. Javaraiah (2011). "Backup for cloud and disaster recovery for consumers and SMBs", Advanced Networks and Telecommunication Systems (ANTS), IEEE 5th International Conference.
 72. Atayan B. (2017) "Backup Optimization Method for Cloud Backup System", Proceedings of the Conference Computer Science and Information Technologies (CSIT-2017), Yerevan, Armenia, pp. 319-322.
 73. Lohman G.M., Muckstadt J. A. (1977) "Optimal Policy for Batch Operations: Backup, Checkpointing, Reorganization, and Updating", ACM TODS, Vol.2, No.3, pp. 209-222.
 74. Atayan. B. (2018) "Incremental cloud backup scheduling method", East European Science Journal, Warsaw, Poland, pp 11-14.

Նկարների ցանկ

Նկարի անվանումը	Էջը
Նկ. 1. Ամպային ծառայությունների հիմնական մակարդակները	22
Նկ. 2. Ծրագրային կոդերի կապերի օրինակ	30
Նկ. 3. Աստիճանական պահուստավորման սխեմա	37
Նկ. 4. Ֆայլերի կախվածությունների օրինակ	41
Նկ. 5. Ֆայլերի կախվածության գրաֆ	45
Նկ. 6. SGBP ձևաչափի կառուցվածքը	50
Նկ. 7. Ստուգիչ արժեքների օգտագործումը պահուստավորման համակարգում	54
Նկ. 8. Համակարգի կապը կիրառական ծրագրերի ինտերֆեյսների հետ	56
Նկ.9. Մշակված մեթոդի և ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման արագագործության համեմատականը	58
Նկ.10. Անհամատեղելիության տարբերակ առաջին	64
Նկ.11. Անհամատեղելիության երկրորդ տարբերակ	65
Նկ.12. Հավաստի հեռացման և տարբերակների վերահսկման համատեղ կիրառում	67
Նկ. 13. (M,N) շեմային սխեմայի կիրառությունը ամպային պահուստավորման համակարգում	72
Նկ. 14. Մշակված մեթոդի և գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման արագագործությունների գրաֆիկները	75
Նկ. 15. Տվյալների հենքի աղյուսակների մուտքագրման SQL հրամանների համախմբի կառուցվածքը	79
Նկ. 16. Պահուստավորման ցիկլ	81
Նկ. 17. Օգտագործողի պահուստավորման գործողությունների ցուցակը	88

Նկ. 18. Համակարգի աշխատանքի բլոկ սխեման	94
Նկ. 19. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում պահուստավորված տվյալների վիճակագրության ցուցադրման վահանակը	95
Նկ. 20. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ֆայլերի փոխանցման արձանագրության համար նախատեսված տվյալների լրացման պատուհանը	96
Նկ. 21. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ֆայլերի ընտրության պատուհանը	97
Նկ. 22. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների հենքին կապվելու պատուհանը	98
Նկ. 23. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում տվյալների աղյուսակների ցուցակը	99
Նկ. 24. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում պահուստավորվող տվյալների պիտակավորման պատուհանը	100
Նկ. 25. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում վեբ կայքերի ցուցակի պատուհանը	101
Նկ. 26. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում պահուստավորված տվյալների ցուցակը	102
Նկ. 27. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ժամանակացույցի կարգավորման պատուհանը	103
Նկ. 28. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ժամանակացույցի ընթացքում կատարված գործողությունների լոգավորման պատուհանը	104
Նկ. 29. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում վեբ կայքի սերվեների հասանելիության տվյալների փոփոխման պատուհանը	105
Նկ.30. Backup Guard ամպային պահուստավորման համակարգում ասիմետրիկ գաղտնագրման բաց բանալի մուտքագրման պատուհանը	106

Աղյուսակների ցուցակ

Աղյուսակի անվանումը	Էջը
Աղյուսակ 1. Վերջին հինգ տարիների ընթացքում տվյալների կորուստի հիմնական պատճառները	11
Աղյուսակ 2. Մշակված մեթոդի և ընդհանուր աստիճանական պահուստավորման ժամանակները	59
Աղյուսակ 3. Նկարագրված տարբերակների և ֆայլերի բանալիների կապը	68
Աղյուսակ 4. Մշակված մեթոդի և գաղտնագրված ամբողջական պահուստավորման ժամանակները	76
Աղյուսակ 5. Պահուստավորվող ֆայլերի ցուցակը	86
Աղյուսակ 6. Փոփոխված ֆայլերի քանակի և թողունակության արժեքներ	86
Աղյուսակ 7. j պահուստավորման գործողությունների արժեքները	86
Աղյուսակ 8. Պահուստավորման գործողությունները և տևողությունը	89
Աղյուսակ 9. Վերականգնման գործընթացի տևողությունը	90
Աղյուսակ 10. Պահուստավորման գործողությունները և տևողությունը	90
Աղյուսակ 11. Վերականգնման գործընթացի տևողությունը	91

Հավելված 1



SYC group

Address: Kibutz Givat Haim (Ihud) , Israel

Telephone: +(972)-52-890-7711

Email: snapir@syc.co.il

Website: syc.co.il

STATEMENT

Regarding Boris Genadi Atayan's "Big data cloud backup system research and development" thesis results deployment

The method developed during Boris Atayan's "Big data cloud backup system research and development" thesis research has been deployed in "SYC Group" company's IT system as a solution for our websites cloud backup.

Cloud backup system is currently used for our daily backups and has big contribution in our disaster recovery plan.

CEO

S.Y.C. GROUP
COMMUNICATIONS HOLDINGS LTD
514792845

Snapir Chayat

...

Հավելված 2



«ԲԵՔԱՓԳԱՐԴ» ՍՊԸ

Հասցե՝ Հայաստանի Հանրապետություն, 0026,
Երևան, Գարեգին Նժդեհի փող., 46 շենք:

Հեռախոս՝ +374-77-593651

Էլ. Փոստ՝ info@backup-guard.com

Վեբ կայք՝ backup-guard.com

Գրանցման համար՝ 269.110.956653 / 2017-05-03

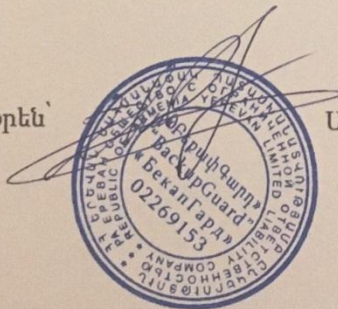
ԱԿՏ

Բորիս Գենադի Աթայանի «Մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման միջոցների հետագոտում և մշակում» ստենախոսության արդյունքների ներդրման մասին

Բորիս Գենադի Աթայանի «Մեծածավալ տվյալների ամպային պահուստավորման միջոցների հետագոտում և մշակում» ստենախոսության շրջանակներում մշակված մեթոդը ներդրվել է «ԲԵՔԱՓԳԱՐԴ» ընկերությունում՝ վեբ կայքերի ամպային պահուստավորման նպատակով:

«Բեքափ Գարդ» համակարգը ներկա պահին կիրառվում է 90,000 օգտագործողների մոտ: Ծրագրային փաթեթը օգտագործվում է ծրագիրը որպես ծառայություն (SaaS) մոդելով և հնարավորություն է տալիս օգտագործողներին կատարելու վեբ կայքերի պահուստավորման և վերականգնման գործառույթները իրական ժամանակում:

Գործադիր տնօրեն՝



Ա. Հարությունյան

...