[Ներածություն 3](#_Toc134287553)

[Խնդրի դրվածք 4](#_Toc134287554)

[Գլուխ 1. Մեքենայական ուսուցում առանց ուսուսցչի 6](#_Toc134287555)

[Առանց ուսուչի մեքենայական ուսուցման տեսակները 6](#_Toc134287556)

[Առանց ուսուցչի մեքենայական ուսուցման գլխավոր խնդիրը 7](#_Toc134287557)

[Գլուխ 2. Կլաստերացման խնդրի մեթոդները և առանձնահատկությունները 9](#_Toc134287558)

[Կլաստերացման հասակացությունը 9](#_Toc134287559)

[Հեռավորության չափումներ 10](#_Toc134287560)

[Կլաստերների միավորում 12](#_Toc134287561)

[Ալգորիթմների դիտարկում 14](#_Toc134287562)

[**Հիերարխիկ կլաստերացման ալգորիթմներ** 14](#_Toc134287563)

[**Ալգորիթմներ, հիմնված գրաֆների տեսության վրա** 14](#_Toc134287564)

[**Քառակուսի սխալի ալգորիթմներ** 15](#_Toc134287565)

[**Անորոշ ալգորիթմներ** 16](#_Toc134287566)

[**Կապակցված բաղադրիչների ընտրության ալգորիթմ** 17](#_Toc134287567)

[**Նվազագույն ընգրկող ծառի ալգորիթմ** 17](#_Toc134287568)

[**Շերտավորված կլաստերացում** 18](#_Toc134287569)

[**Ագլոմերատիվ կլաստերավորում** 19](#_Toc134287570)

[**DBSCAN** 20](#_Toc134287571)

[**Սպեկտրային կլաստերավորում** 21](#_Toc134287572)

[Ալգորիթմների համեմատություն 22](#_Toc134287573)

[Ալգորիթմների հաշվարկային բարդությունը 22](#_Toc134287574)

[*Ալգորիթմների համեմատական* աղյուսակ 23](#_Toc134287575)

[K-միջինների ալգորիթմը 25](#_Toc134287576)

[K-Միջինների ալգորիթմի թերությունները 27](#_Toc134287577)

[Գլուխ 3. Ալգորիթմի բլոկ սխեման և մեքենայական կոդը 29](#_Toc134287578)

[Մեքենայական կոդը 31](#_Toc134287579)

[Գլուխ 5. Տնտեսագիտական հատված 33](#_Toc134287580)

[3.1 Համալրող առարկաների ծախսի հաշվարկ 34](#_Toc134287581)

[3.2 Էլեկտրաէներգիայի ծախսի հաշվարկ 35](#_Toc134287582)

[3.3 Աշխատողների հիմնական աշխատավարձի հաշվարկը 35](#_Toc134287583)

[3.4 Աշխատողների լրացուցիչ աշխատավարձի հաշվարկը 36](#_Toc134287584)

[3.5․ Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի հաշվարկը 37](#_Toc134287585)

[**3.5.1 Հիմնական միջոցների ամորտիզացիա** 37](#_Toc134287586)

[3.6. Տարածքի վարձակալության ծախսի հաշվարկը 38](#_Toc134287587)

[3.7․ Ընդհանուր տնտեսական ծախսերի հաշվարկը 39](#_Toc134287588)

[3.8. Փաթեթի ընդհանուր ինքնարժքի կալկուլացիան 39](#_Toc134287589)

[3.9. Շահույթի և միավորի գնի հաշվարկը 40](#_Toc134287590)

[Գլուխ 6. Բնապահպանական հատված 41](#_Toc134287591)

[Գլուխ 7․ Կենսագործունեության անվտանգության 48](#_Toc134287592)

[Օդափոխություն 52](#_Toc134287593)

[Եզրակացություն 55](#_Toc134287594)

[Գրականություն 56](#_Toc134287595)

# **Ներածություն**

Օբյեկտների խմբավորումը՝ հիմնվելով դրանց հատկանիշների կամ հատկությունների վրա, հիմնարար խնդիր է բազմաթիվ ոլորտներում, ինչպիսիք են համակարգչային տեսլականը, ռոբոտաշինությունը և բնական լեզվի մշակումը: Մասնավորապես, առարկաների հաջորդական խմբավորումը, որտեղ առարկաների հերթականությունը կարևոր է հաջորդականության մեջ, կարևոր խնդիր է բազմաթիվ ծրագրերում, ինչպիսիք են խոսքի ճանաչումը, ձեռագրի ճանաչումը և տեսավերլուծությունը: Այնուամենայնիվ, այս խնդրի լուծումն առանց ուսուցչի ցուցումների, այսինքն՝ առանց որևէ պիտակավորված վերապատրաստման տվյալների օգտագործման, դժվար խնդիր է: Դա պայմանավորված է նրանով, որ հաջորդական խմբավորման գործընթացը պահանջում է գիտելիքներ հաջորդականության օբյեկտների հիմքում ընկած կառուցվածքի և կախվածությունների մասին:

Չվերահսկվող ուսուցումը վերաբերում է չկառուցված կամ չպիտակավորված տվյալներից սովորելու գործընթացին, որտեղ նպատակն է բացահայտել տվյալների հիմքում ընկած օրինաչափությունները կամ կառուցվածքը: Չվերահսկվող ուսուցման առավելությունն այն է, որ այն կարող է օգտագործվել մեծ քանակությամբ չկառուցված տվյալներից սովորելու համար, որոնք հաճախ հեշտությամբ հասանելի են իրական աշխարհի բազմաթիվ ծրագրերում:

Մեր նպատակն է մշակել չվերահսկվող ուսուցման ալգորիթմ՝ առանց ուսուցչի ցուցումների առարկաների հաջորդական խմբավորման խնդրի լուծման համար: Մասնավորապես, մենք նպատակ ունենք նախագծել մի ալգորիթմ, որը կարող է սովորել առարկաների հիմքում ընկած կառուցվածքը և կախվածությունը հաջորդականությամբ, և օգտագործել այս գիտելիքները՝ օբյեկտները իմաստալից կերպով խմբավորելու համար: Մենք կուսումնասիրենք չվերահսկվող ուսուցման տարբեր մեթոդներ, ինչպիսիք են կլաստերավորումը, ինքնակոդավորիչները և գեներատիվ մոդելները, և կգնահատենք դրանց արդյունավետությունը հաջորդական խմբավորման խնդիրը լուծելու համար:

# **Խնդրի դրվածք**

Պատկերների կլաստերացումը կարևոր խնդիր է համակարգչային տեսողության ոլորտում: Խնդիրն այն է, խմբավորել պատկերները հիման վրա իրենց նմանության. Այս առաջադրանքի համար մենք կօգտագործենք K-միջին ալգորիթմ ՝ տարբեր տեսակի մեքենաների պատկերները կլաստավորելու համար ՝ առանց ուսուցչի վերապատրաստման:

Եկեք պատկերացնենք, որ մենք ունենք տարբեր տեսակի մեքենաների պատկերների շտեմարան, ինչպիսիք են մեքենաները, բեռնատարները և ավտոբուսները: Մենք ցանկանում ենք ավտոմատ կերպով խմբավորել այս պատկերները ՝ հիմնվելով դրանց տեսողական բնութագրերի վրա ՝ առանց յուրաքանչյուր պատկերը ձեռքով նշելու անհրաժեշտության:

Մեր խնդիրն է օգտագործել K-միջինների կլաստերիզացման ալգորիթմը ՝ պատկերները կլաստերների բաժանելու համար ՝ ելնելով դրանց նմանությունից: K-միջին ալգորիթմը կլաստերավորման ամենատարածված ալգորիթմներից մեկն է, որն աշխատում է հետևյալ կերպ:

1. Նախ, մենք ընտրում ենք կլաստերների քանակը, որոնց մեջ ցանկանում ենք բաժանել տվյալները:
2. Հաջորդը, մենք պատահականորեն ընտրում ենք ցենտրոիդները յուրաքանչյուր կլաստերի համար:
3. Յուրաքանչյուր պատկերի համար մենք հաշվարկում ենք դրանից հեռավորությունը յուրաքանչյուր ցենտրոիդից և որոշում, թե որ կլաստերն է այն ամենամոտ:
4. Յուրաքանչյուր ցենտրոիդ տեղափոխում ենք կլաստերի զանգվածի կենտրոն, որը պարունակում է բոլոր պատկերները, որոնք վերագրվել են այդ ցենտրոիդին:
5. Կրկնում ենք 3-րդ և 4-րդ քայլերը, մինչև ցենտրոիդները դադարեն շարժվել:

Այսպիսով, մեր խնդիրն է կիրառել K-միջին ալգորիթմը մեր տարբեր տեսակի մեքենաների պատկերների տվյալների բազայում և խմբավորել դրանք կլաստերների մեջ ՝ ելնելով դրանց նմանությունից: Պատկերների կլաստերացումը կարող է օգտագործվել տարբեր ոլորտներում, ինչպիսիք են լուսանկարների ալբոմներում պատկերների ավտոմատ տեսակավորումը, տվյալների բազաներում պատկերների ավտոմատ ինդեքսավորումը և մեքենայական տեսողության մեջ օրինաչափությունների ճանաչումը:

# **Գլուխ 1. Մեքենայական ուսուցում առանց ուսուսցչի**

Մեքենայական ուսուցման ալգորիթմներից մենք կքննարկենք առանց ուսուցչի ուսուցման ալգորիթմները: Առանց ուսուցչի մեքենայական ուսուցումը ներառում է մեքենայական ուսուցման բոլոր տեսակները, երբ պատասխանը անհայտ է, և ուսուցիչը, ով ցույց կտա ալգորիթմին պատասխան՝ բացակայում է: Առանց ուսուցչի մեքենայական ուսուցման մեջ կան միայն մուտքեր, և ալգորիթմը պետք է գիտելիքներ քաղի այդ տվյալներից:

## **Առանց ուսուչի մեքենայական ուսուցման տեսակները**

Այս գլխում մենք կանդրադառնանք մեքենայական ուսուցման երկու տեսակի ՝ չվերահսկվող ՝ տվյալների փոխակերպում և կլաստերացում:

Անվերահսկելի փոխակերպումները (unsupervised transformations) ալգորիթմներ են, որոնք ստեղծում են տվյալների նոր ներկայացում, որը, ի տարբերություն սկզբնական ներկայացման, ավելի հեշտ կլինի մշակել մարդուն կամ մեքենայական ուսուցման ալգորիթմին: Անվերահսկելի վերափոխումների ընդհանուր օգտագործումը չափի կրճատումն է: Մենք վերցնում ենք բարձր չափի Տվյալների ներկայացում, որը բաղկացած է բազմաթիվ նշաններից և գտնում ենք այդ տվյալների ներկայացման նոր ձև ՝ ամփոփելով հիմնական բնութագրերը և ստանալով ավելի քիչ թվով նշաններ: Ծավալային կրճատման ընդհանուր կիրառումը երկչափ տարածության ստացումն է ' արտացոլման նպատակով:

Անվերահսկելի փոխակերպումների մեկ այլ օգտագործումը որոնումն է բաղադրիչները որոնցից "կազմված" են տվյալները. Այս փոխակերպման օրինակ է տեքստային փաստաթղթերի հավաքածուներից թեմաների ընտրությունը: Այստեղ խնդիրն է գտնել փաստաթղթերի հավաքածուի մեջ քննարկված անհայտ թեմաները, ինչպես նաև պարզել, թե որ թեմաներն են հանդիպում յուրաքանչյուր փաստաթղթում: Սա կարող է օգտակար լինել սոցիալական լրատվամիջոցների քննարկումներին հետևելու համար, ինչպիսիք են ընտրությունները, հրազենի վերահսկումը:

Մյուս կողմից կլաստերացման ալգորիթմները տվյալները բաժանում են նմանատիպ տարրերի առանձին խմբերի ։ Դիտարկենք սոցիալական ցանցում լուսանկարներ վերբեռնելու օրինակ: Հաճախ դուք ձևավորում եք այնպիսի հարցումներ, ինչպիսիք են ՝ "ցույց տվեք ինձ Իվան Պետրովի բոլոր լուսանկարները": Նման հարցումներ կատարելու համար կայքի ադմինիստրացիան, հնարավոր է, ցանկանա խմբավորել այն լուսանկարները, որոնցում պատկերված է նույն անձը ։ Այնուամենայնիվ, հայտնի չէ, թե որ վերբեռնված լուսանկարներում ով է ցուցադրվում, և հայտնի չէ, թե որքան տարբեր օգտվողներ կան ձեր լուսանկարներում: Խելամիտ մոտեցումը կլինի բոլոր դեմքերը հանելը և դրանք բաժանել անհատների խմբերի, որոնք նման են միմյանց: Հուսանք, որ դրանք համապատասխանում են նույն անձին և խմբավորված պատկերները կներկայացվեն ձեզ:

## **Առանց ուսուցչի մեքենայական ուսուցման գլխավոր խնդիրը**

Առանց ուսուցչի մեքենայական ուսուցման հիմնական խնդիրը ալգորիթմի կողմից արդյունահանված տեղեկատվության օգտակարության գնահատումն է: Անվերահսկելի մեքենայական ուսուցման ալգորիթմները, ընդհանուր առմամբ, կիրառվում են այն տվյալների վրա, որոնք չեն պարունակում որևէ պիտակ, այնպես որ մենք չգիտենք, թե որն է ճիշտ պատասխանը: Հետևաբար, շատ դժվար է դատել մոդելի աշխատանքի որակը: Օրինակ, մեր հիպոթետիկ կլաստերավորման ալգորիթմը կարող է խմբավորել դեմքի բոլոր լուսանկարները պրոֆիլի և դեմքի բոլոր լուսանկարները ամբողջ դեմքով: Մեր առջև, անկասկած, դեմքերի լուսանկարների հավաքածուն խմբերի բաժանելու եղանակներից մեկն է, բայց դա ամենևին էլ այն չէ, ինչ մեզ պետք է: Այնուամենայնիվ, մենք ոչ մի կերպ չենք կարող "պատմել" ալգորիթմին այն, ինչ փնտրում ենք, և հաճախ առանց ուսուցչի մեքենայական ուսուցման ալգորիթմի աշխատանքի արդյունքը գնահատելու միակ միջոցը այդ արդյունքի ձեռքով ստուգումն է:

Որպես հետեւանք, անվերահսկելի մեքենայական ուսուցման ալգորիթմները հաճախ օգտագործվում են հետախուզական նպատակներով, երբ մասնագետը ցանկանում է ավելի լավ ուսումնասիրել տվյալներն իրենք: Չվերահսկվող մեքենայական ուսուցման ալգորիթմների մեկ այլ ընդհանուր կիրառություն այն է, որ դրանք ծառայում են որպես տվյալների նախնական մշակման փուլ ' վերահսկվող մեքենայական ուսուցման ալգորիթմների համար: Տվյալների նոր ներկայացում սովորելը երբեմն կարող է բարելավել մեքենայական ուսուցման ալգորիթմների ճշգրտությունը ուսուցչի հետ, կամ կարող է հանգեցնել հաշվարկի ժամանակի և հիշողության սպառման նվազմանը:

Նախքան սկսեք ծանոթանալ "իրական" անվերահսկելի մեքենայական ուսուցման ալգորիթմներին, մենք հակիրճ կանդրադառնանք տվյալների նախնական մշակման մի քանի պարզ մեթոդների, որոնք հաճախ կարող են օգտակար լինել: Չնայած տվյալների նախնական մշակում և մասշտաբավորումը հաճախ կիրառվում է վերահսկվող ուսուցման ալգորիթմների հետ միասին, մասշտաբավորման մեթոդները չեն օգտագործվում ուսուցիչների կողմից ՝ դրանք դարձնելով անվերահսկելի ուսուցման մեթոդներ:

# **Գլուխ 2. Կլաստերացման խնդրի մեթոդները և առանձնահատկությունները**

## **Կլաստերացման հասակացությունը**

Կլաստերացումը (կամ կլաստերի վերլուծությունը) մի շարք օբյեկտների կլաստեր կոչվող խմբերի բաժանելու խնդիր է: Կլաստերի վերլուծության երկու տեսակ կա՝ յուրաքանչյուր խմբի ներսում պետք է լինեն "նման" առարկաներ, իսկ տարբեր խմբերի օբյեկտները պետք է լինեն հնարավորինս տարբեր: Կլաստերավորման և դասակարգման հիմնական տարբերությունն այն է, որ խմբերի ցանկը հստակ սահմանված չէ և որոշվում է ալգորիթմի շահագործման ընթացքում:

Կլաստերի վերլուծության կիրառումը ընդհանուր առմամբ կրճատվում է հետևյալ քայլերով:

1. Կլաստերացման համար օբյեկտների նմուշառում:

2. Փոփոխականների բազմության որոշում, որով գնահատվելու են նմուշում գտնվող օբյեկտները: Անհրաժեշտության դեպքում ' փոփոխականների արժեքների նորմալացում:

3. Օբյեկտների միջև նմանության չափման արժեքների հաշվարկ:

4. Նմանատիպ օբյեկտների (կլաստերների) խմբերի ստեղծման համար կլաստերի վերլուծության մեթոդի կիրառում:

5. Վերլուծության արդյունքների ներկայացում:

Արդյունքները ստանալուց և վերլուծելուց հետո հնարավոր է ճշգրտել ընտրված չափանիշը և կլաստերավորման մեթոդը մինչև օպտիմալ արդյունք ստանալը:

## **Հեռավորության չափումներ**

Այսպիսով, ինչպես որոշել օբյեկտների "նմանությունը": Նախ անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր օբյեկտի համար կազմել բնութագրերի վեկտոր, որպես կանոն, սա թվային արժեքների մի շարք է, օրինակ ՝ Անձի բարձրությունը — քաշը: Այնուամենայնիվ, կան նաև ալգորիթմներ, որոնք աշխատում են որակական (այսպես կոչված կատեգորիկ) բնութագրերով:

Երբ մենք սահմանենք բնութագրերի վեկտորը, նորմալացումը կարող է իրականացվել այնպես, որ բոլոր բաղադրիչները նույն ներդրումն ունենան "հեռավորությունը"հաշվարկելիս: Նորմալացման գործընթացում բոլոր արժեքները բերվում են որոշակի տիրույթի, օրինակ ՝ [-1, -1] կամ [0, 1]:

Վերջապես, յուրաքանչյուր զույգ օբյեկտների համար չափվում է նրանց միջև "հեռավորությունը" ՝ նմանության աստիճանը: Կան բազմաթիվ չափումներ, Ահա դրանցից միայն հիմնականները.

1. Էվկլիդեսի հեռավորությունը

Հեռավորության ամենատարածված գործառույթը: Ներկայացնում է երկրաչափական հեռավորությունը բազմաչափ տարածության մեջ:

https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/aa4/6e7/d7b/aa46e7d7b544dbaa221a43bb671fb43c.jpg

2. Էվկլիդեսի հեռավորության քառակուսի

Այն օգտագործվում է միմյանցից ավելի հեռու գտնվող օբյեկտներին ավելի մեծ քաշ տալու համար: Այս հեռավորությունը հաշվարկվում է հետևյալ կերպ:

https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/5dc/84a/1d6/5dc84a1d66392e9f11ba13be381ad036.jpg

3. Քաղաքային թաղամասերի հեռավորությունը (Մանհեթենի հեռավորությունը)

Այս հեռավորությունը կոորդինատների տարբերությունների միջինն է: Շատ դեպքերում հեռավորության Այս չափումը հանգեցնում է նույն արդյունքների, ինչ Էվկլիդեսի սովորական հեռավորության դեպքում: Այնուամենայնիվ, այս միջոցառման համար անհատական մեծ տարբերությունների (արտանետումների) ազդեցությունը նվազում է (քանի որ դրանք քառակուսի չեն): Մանհեթենի հեռավորությունը հաշվարկելու բանաձև:

https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/930/f68/0a2/930f680a27caed2bed04f6b09a70a785.jpg

4. Չեբիշևի հեռավորություն

Այս հեռավորությունը կարող է օգտակար լինել, երբ անհրաժեշտ է երկու առարկա Սահմանել որպես "տարբեր", եթե դրանք տարբերվում են որևէ մեկ կոորդինատով: Չեբիշևի հեռավորությունը հաշվարկվում է բանաձևով:

https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/ccd/79d/96b/ccd79d96ba5a93373b4daab5650ea7d2.jpg

5. Մինկովսկու հեռավորություն

Այն կիրառվում է այն դեպքում, երբ անհրաժեշտ է ավելացնել կամ նվազեցնել քաշը, որը վերաբերում է այն չափին, որի համար համապատասխան առարկաները շատ տարբեր են: Հզորության հեռավորությունը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով:

https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/4cf/36c/f90/4cf36cf908a6c2c27a0b87039d82d6e6.jpg,

որտեղ r - ը և p – ը օգտագործողի կողմից սահմանված պարամետրերն են: P պարամետրը պատասխանատու է անհատական համակարգերում տարբերությունների աստիճանական կշռման համար, R պարամետրը պատասխանատու է օբյեկտների միջև մեծ հեռավորությունների առաջադեմ կշռման համար: Եթե երկու պարամետրերը ' r և p – հավասար են երկուսին, ապա այս հեռավորությունը համընկնում է Էվկլիդեսի հեռավորության հետ:

Չափման ընտրությունն ամբողջությամբ հետազոտողի վրա է, քանի որ կլաստերավորման արդյունքները կարող են էապես տարբերվել տարբեր միջոցառումների դեպքում:

## **Կլաստերների միավորում**

Հիերարխիկ ալգորիթմների օգտագործման դեպքում հարց է առաջանում, թե ինչպես կարելի է համատեղել կլաստերները միմյանց հետ, Ինչպես հաշվարկել նրանց միջև "հեռավորությունները": Կան մի քանի չափումներ:

1. Միայնակ կապ (մոտակա հարևանի հեռավորությունները)

Այս մեթոդով երկու կլաստերի միջև հեռավորությունը որոշվում է տարբեր կլաստերների երկու ամենամոտ օբյեկտների (ամենամոտ հարևանների) միջև հեռավորության վրա: Արդյունքում առաջացած կլաստերները հակված են շղթաների:

2. Ամբողջական հաղորդակցություն (ամենահեռավոր հարևանների հեռավորությունը)

Այս մեթոդով կլաստերների միջև հեռավորությունները որոշվում են տարբեր կլաստերների ցանկացած երկու օբյեկտների միջև ամենամեծ հեռավորությամբ (այսինքն ՝ ամենահեռավոր հարևանները): Այս մեթոդը սովորաբար շատ լավ է աշխատում, երբ առարկաները գալիս են առանձին խմբերից:

3. Չկշռված զույգ միջին

Այս մեթոդով երկու տարբեր կլաստերների միջև հեռավորությունը հաշվարկվում է որպես դրանց մեջ գտնվող բոլոր զույգ օբյեկտների միջև միջին հեռավորություն: Մեթոդը արդյունավետ է, երբ օբյեկտները կազմում են տարբեր խմբեր, սակայն այն հավասարապես լավ է աշխատում նաև ընդլայնված ("շղթայական" տիպի) կլաստերների դեպքում։

4. Կշռված զույգ միջին

Մեթոդը նույնական է չկշռված զույգ միջինի մեթոդին, բացառությամբ, որ հաշվարկման ժամանակ համապատասխան կլաստերների չափը (այսինքն ՝ դրանցում պարունակվող օբյեկտների քանակը) օգտագործվում է որպես քաշի գործակից: Հետևաբար, այս մեթոդը պետք է օգտագործվի, երբ ենթադրվում են կլաստերների անհավասար չափսեր:

5. Չկշռված ցենտրոիդային մեթոդ

Այս մեթոդով երկու կլաստերի միջև հեռավորությունը սահմանվում է որպես դրանց ծանրության կենտրոնների միջև հեռավորություն:

6. Կշռված ցենտրոիդային մեթոդ (միջին)

Այս մեթոդը նույնական է նախորդին, բացառությամբ, որ հաշվարկներն օգտագործում են կշիռներ ՝ կլաստերի չափերի տարբերությունը հաշվի առնելու համար: Հետևաբար, եթե կլաստերների չափի մեջ կան կամ կասկածվում են զգալի տարբերություններ, ապա այս մեթոդը նախընտրելի է նախորդից:

## **Ալգորիթմների դիտարկում**

### **Հիերարխիկ կլաստերացման ալգորիթմներ**

Գոյություն ունեն հիերարխիկ կլաստերավորման ալգորիթմների երկու հիմնական տեսակ՝ աճող և նվազող ալգորիթմներ։ Վերևից ներքև ալգորիթմներն աշխատում են վերևից ներքև. սկզբում բոլոր օբյեկտները տեղադրվում են մեկ կլաստերում, որն այնուհետև բաժանվում է փոքր ու փոքր կլաստերների: Ավելի տարածված են ներքևից վերև ալգորիթմները, որոնք սկզբում տեղադրում են յուրաքանչյուր հատկանիշ առանձին կլաստերի մեջ, այնուհետև միավորում են կլաստերները ավելի ու ավելի մեծ կլաստերների մեջ, մինչև որ ընտրված բոլոր հատկանիշները ներառվեն նույն կլաստերի մեջ: Այսպիսով, կառուցվում է տեղադրված միջնորմների համակարգ: Նման ալգորիթմների արդյունքները սովորաբար ներկայացվում են ծառի տեսքով՝ դենդրոգրամ։ Նման ծառի դասական օրինակ է կենդանիների և բույսերի դասակարգումը:

Կլաստերների միջև հեռավորությունները հաշվարկելու համար բոլորն ամենից հաճախ օգտագործում են երկու հեռավորություն՝ մեկ կապ կամ ամբողջական միացում (տե՛ս կլաստերների միջև հեռավորության չափումների ակնարկը):

Հիերարխիկ ալգորիթմների թերությունը ամբողջական բաժանումների համակարգն է, որը կարող է ավելորդ լինել լուծվող խնդրի համատեքստում։

BIRCH, CURE, ROCK, Chameleon ալգորիթմները պատկանում են հիերարխիկ ալգորիթմների խմբին:

### **Ալգորիթմներ, հիմնված գրաֆների տեսության վրա**

Նման ալգորիթմների էությունն այն է, որ օբյեկտների նմուշը ներկայացված է G=(V, E) գրաֆիկի տեսքով, որի գագաթները համապատասխանում են օբյեկտներին, իսկ եզրերն ունեն քաշ, որը հավասար է օբյեկտների միջև "հեռավորությանը": Գրաֆիկական կլաստերավորման ալգորիթմների առավելությունն է տեսանելիությունը, իրականացման հարաբերական հեշտությունը և երկրաչափական նկատառումների հիման վրա տարբեր բարելավումներ կատարելու հնարավորությունը: Հիմնական ալգորիթմներն են կապակցված բաղադրիչների ընտրության ալգորիթմը, նվազագույն ծածկող (կմախքային) ծառի կառուցման ալգորիթմը և շերտավորված կլաստերացման ալգորիթմը ։

### **Քառակուսի սխալի ալգորիթմներ**

Կլաստերացման խնդիրը կարելի է համարել որպես օբյեկտների օպտիմալ բաժանման կառուցում խմբերի մեջ: Այս դեպքում օպտիմալությունը կարող է սահմանվել որպես արմատ-միջին քառակուսի բաժանման սխալը նվազագույնի հասցնելու պահանջ..

https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/1d3/e4a/55c/1d3e4a55c117ab17dc9ee1b9ef50599f.jpg

որտեղ cj-ն J կլաստերի "զանգվածի կենտրոնն" է (տվյալ կլաստերի համար բնութագրերի միջին արժեքներով կետ):

Քառակուսի սխալի ալգորիթմները հարթ ալգորիթմների տեսակ են: Այս կատեգորիայի ամենատարածված ալգորիթմը k-միջինների մեթոդն է ։ Այս ալգորիթմը կառուցում է կլաստերների սահմանված քանակը, որոնք գտնվում են միմյանցից որքան հնարավոր է հեռու: Ալգորիթմի աշխատանքը բաժանված է մի քանի փուլերի:

1. Պատահականորեն ընտրեք k կետերը, որոնք կլաստերների սկզբնական "զանգվածային կենտրոններն" են:

2. Յուրաքանչյուր օբյեկտ վերագրեք մոտակա "զանգվածի կենտրոն"ունեցող կլաստերին:

3. Վերահաշվարկել կլաստերների "զանգվածային կենտրոնները" ՝ ըստ դրանց ընթացիկ կազմի:

4. Եթե ալգորիթմը դադարեցնելու չափանիշը բավարարված չէ, վերադարձեք 2-րդ կետին:

Որպես ալգորիթմի աշխատանքը դադարեցնելու չափանիշ, սովորաբար ընտրվում է միջին քառակուսի սխալի նվազագույն փոփոխությունը: Հնարավոր է նաև դադարեցնել ալգորիթմի աշխատանքը, եթե 2-րդ քայլում չկային կլաստերից կլաստեր տեղափոխված օբյեկտներ:

Այս ալգորիթմի թերությունները ներառում են բաժանման համար կլաստերների քանակը սահմանելու անհրաժեշտությունը:

### **Անորոշ ալգորիթմներ**

Անորոշ ալգորիթմներից ամենատարածված ալգորիթմը C-միջինների ալգորիթմն է: Այն ներկայացնում է k-միջին մեթոդի փոփոխություն: Ալգորիթմի քայլերը:

1. Ընտրեք n օբյեկտների նախնական անորոշ բաժանումը k կլաստերների վրա ' ընտրելով n x k չափի u պատկանելիության մատրիցը:

2. Օգտագործելով U մատրիցը, Գտեք անորոշ սխալի չափանիշի արժեքը.

https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/21c/c5d/72b/21cc5d72b0c9bee8ad0476798eb4093c.jpg

,որտեղ ck-ն անորոշ k կլաստերի "զանգվածային կենտրոնն" է:

3. Վերախմբավորել օբյեկտները ' անորոշ սխալի չափանիշի Այս արժեքը նվազեցնելու համար:

4. Վերադառնալ 2-րդ կետ, մինչև u մատրիցայի փոփոխությունները դառնան աննշան:

Այս ալգորիթմը կարող է հարմար չլինել, եթե կլաստերների քանակը նախապես հայտնի չէ, կամ անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր օբյեկտ յուրովի վերագրել մեկ կլաստերի:

### **Կապակցված բաղադրիչների ընտրության ալգորիթմ**

Կապակցված բաղադրիչների ընտրության ալգորիթմում մուտքային պարամետրը սահմանվում է R-ով, և սյունակում հանվում են բոլոր եզրերը, որոնց համար "հեռավորությունները" ավելի մեծ են, քան R-ը: միայն օբյեկտների ամենամոտ զույգերը մնում են միացված: Ալգորիթմի իմաստն այն է, որ ընտրվի R-ի այնպիսի արժեք, որը ընկած է բոլոր "հեռավորությունների" տիրույթում, որի դեպքում գրաֆիկը "կփլուզվի" մի քանի կապակցված բաղադրիչների մեջ: Ստացված բաղադրիչները կլաստերներ են:

R պարամետրը ընտրելու համար սովորաբար կառուցվում է զույգ հեռավորությունների բաշխման Հիստոգրամ: Լավ արտահայտված կլաստերային տվյալների կառուցվածքով առաջադրանքներում Հիստոգրամը կունենա երկու գագաթ ՝ մեկը համապատասխանում է ներկլաստերային հեռավորություններին, երկրորդը ՝ միջկլաստերային հեռավորություններին: R պարամետրը ընտրվում է այս գագաթների միջև նվազագույն գոտուց: Միևնույն ժամանակ, բավականին դժվար է կառավարել կլաստերների քանակը ՝ օգտագործելով հեռավորության շեմ:

### **Նվազագույն ընգրկող ծառի ալգորիթմ**

Նվազագույն ընգրկող ծառի (minimum spanning tree) կլաստերավորման ալգորիթմները կառուցում են ծառ, որը կապում է տվյալների հավաքածուի բոլոր կետերը՝ նվազագույնի հասցնելով բոլոր եզրերի կշիռների գումարը: Այս ալգորիթմները կլաստերները սահմանում են որպես ենթածառեր, որոնք ավելի քիչ քաշ ունեն, քան մյուս ենթածառերը:

Այդպիսի ալգորիթմ է Բորուվկայի ալգորիթմը, որը յուրաքանչյուր կրկնության ժամանակ ավելացնում է նոր եզրեր՝ ամենափոքր քաշով MST-ին, մինչև բոլոր գագաթները միացվեն: Մեկ այլ ալգորիթմ է Կրուսկալի ալգորիթմը, որն ավելացնում է ծայրերը՝ ըստ իրենց կշիռների աճման կարգի՝ առանց ծառի մեջ ցիկլեր ստեղծելու։

Կլաստերավորման ալգորիթմները, որոնք հիմնված են նվազագույն ընդգրկող ծառի վրա, լայնորեն օգտագործվում են գրաֆիկների վերլուծության, կենսաինֆորմատիկայի, տնտեսագիտության և այլ ոլորտներում: Դրանք կարող են օգտակար լինել տվյալների մեջ հիերարխիկ կառուցվածքները և օբյեկտների միջև հարաբերությունները բացահայտելու համար: Նկ.1-ում ցուցադրված է ինը օբյեկտների համար ստացված նվազագույն ընդգրկող ծառը.



Նկ. 1 Բերված օրինակի ծառը

Հեռացնելով 6 միավոր երկարությամբ CD կապը (առավելագույն հեռավորությամբ եզր), մենք ստանում ենք երկու կլաստեր ՝ {A, B, C} և {D, E, F, G, H, I}: Երկրորդ կլաստերը հետագայում կարող է բաժանվել ևս երկու կլաստերի ՝ հեռացնելով EF եզրը, որն ունի 4,5 միավոր երկարություն:

### **Շերտավորված կլաստերացում**

Գրաֆների կլաստերավորման մեկ այլ օրինակ է շերտավոր կլաստերավորումը: Սկզբնական տվյալներից հերթով ձևավորվում են մի քանի ենթագրաֆներ՝ արտացոլելով հղումների կառուցվածքային հիերարխիան։ Գրաֆի միացված բաղադրիչները որոշվում են հեռավորության շեմով, որն էլ հենց ձևավորում է նոր կլաստերներ:

Հեռավորությունների մակարդակը փոխելով՝ կարելի է փոխել նոր կլաստերների հիերարխիայի խորության աստիճանը։ Հեռավորության մակարդակը տրվում է հեռավորության շեմով՝ C: Օրինակ, եթե օբյեկտների միջև հեռավորությունըhttps://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/f67/e6a/707/f67e6a707dcac300ff90658e523b135f.jpg, ապաhttps://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/e91/fe1/65a/e91fe165a15d6fa1981cbb51f0e7fff3.jpg:

Շերտավորված կլաստերացման ալգորիթմը ձևավորում է G գրաֆիկի ենթագրաֆների հաջորդականություն, որոնք արտացոլում են կլաստերների միջև հիերարխիկ կապերը:

https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/5ec/cd0/7cc/5eccd07cc4e56b227092cbe66501a67f.jpg

,որտեղ *Gt = (V, Et)* — որտեղ *сt*  մակարդակի գրաֆը, https://habrastorage.org/r/w1560/getpro/habr/post_images/35f/249/c62/35f249c626b8d0e118efc7f472beee48.jpg

*сt* – T-րդ հեռավորության շեմը,  
m – հիերարխիայի մակարդակների քանակը  
*G0 = (V, o)*, o – գրաֆիկի եզրերի դատարկ հավաքածու, որը ստացվում է *t0* = 1 դեպքում,  
*Gm = G*, այսինքն ՝ օբյեկտների գրաֆիկը առանց հեռավորության սահմանափակումների (գրաֆիկի եզրերի երկարությունը), քանի որ*tm* = 1.  
  
 Հեռավորության շեմերը{*с0, …, сm*} , փոխելու միջոցով, որտեղ 0 = *с0* < *с1* < …< *сm* = 1, hնարավոր է վերահսկել ստացված կլաստերների հիերարխիայի խորությունը: Այսպիսով, շերտավորված կլաստերացման ալգորիթմը ի վիճակի է ստեղծել ինչպես տվյալների հարթ բաժանում, այնպես էլ հիերարխիկ[9]:

### **Ագլոմերատիվ կլաստերավորում**

Ագլոմերատիվ կլաստերավորումը հիմնված է հիերարխիկ կլաստերավորման վրա, որն օգտագործվում է կլաստերների հիերարխիա ձևավորելու համար։ Սա մեքենայական ուսուցման մեջ կլաստերավորման ալգորիթմների տեսակներից մեկն է: Ի տարբերություն K-means-ի և DBSCAN կլաստերավորման ալգորիթմների, կլաստերի հիերարխիայի ձևավորումը շատ տարածված չէ, բայց շատ արդյունավետ:

Ագլոմերատիվ կլաստերավորումը կլաստերավորման ալգորիթմներից մեկն է, որտեղ նմանատիպ դեպքերի խմբավորման գործընթացը սկսվում է մի քանի խմբերի ստեղծմամբ, որտեղ յուրաքանչյուր խումբ սկզբնական փուլում պարունակում է մեկ օբյեկտ, այնուհետև գտնում է երկու ամենանման խմբերը, դրանք միաձուլում, կրկնում է գործընթացը մինչև կամենա: ստացեք շատ նմանատիպ դեպքերի մեկ խումբ: Օրինակ, պատկերացրեք, թե ինչպես են փուչիկները լողում ջրի վրա և կպչում են իրենց, և գործընթացի վերջում դուք կտեսնեք փուչիկների մեծ խումբ:

Ահա այս կլաստերավորման ալգորիթմի օգտագործման որոշ առավելություններ.

1. Շատ լավ հարմարեցված է մեծ թվով դեպքերի:
2. Կարող է գրավել տարբեր ձևերի կլաստերներ:
3. Ձևավորում է ճկուն և տեղեկատվական կլաստերներ:
4. Այն կարող է օգտագործվել նաև ցանկացած զույգ հեռավորության վրա:

### **DBSCAN**

Անգլերենից թարգմանաբար ալգորիթմի անվանումը կլինի այսպես՝ Աղմկոտ հավելվածների խտության վրա հիմնված տարածական կլաստերավորում: Այս ալգորիթմի ամենաօգտակար ֆունկցիան ծայրահեղ շեղումների հայտնաբերումն է: Այն նաև չի պահանջում, որ կլաստերների թիվը նախապես հայտարարումը, ի տարբերություն K-միջինների, որտեղ մենք պետք է նշենք կենտրոնների քանակը։

DBSCAN-ը պահանջում է ընդամենը երկու պարամետր՝ epsilon և minPoints: Էպսիլոնը շրջանագծի շառավիղն է, որը պետք է ստեղծվի յուրաքանչյուր տվյալների կետի շուրջ՝ խտությունը ստուգելու համար, իսկ minPoints-ը տվյալ շրջանակի ներսում պահանջվող տվյալների կետերի նվազագույն քանակն է, որպեսզի այդ տվյալների կետը դասակարգվի որպես հիմնական կետ:

Ավելի բարձր չափսերում շրջանագիծը դառնում է հիպերսֆերա, էպսիլոնը դառնում է այդ հիպերոլորտի շառավիղը, իսկ minPoints-ը տվյալ հիպերոլորտի ներսում պահանջվող տվյալների կետերի նվազագույն քանակն է։

### **Սպեկտրային կլաստերավորում**

Սպեկտրալ կլաստերավորումը կլաստերավորման ամենաարդյունավետ ալգորիթմներից մեկն է՝ ոչ գծային բաժանելի խնդիրներ լուծելու ունակության շնորհիվ: Այս արդյունավետությունը կարելի է բացատրել նրանով, որ սկզբնական տարածության տվյալները ցուցադրվում են նոր հավելվածի վրա, որտեղ նմանատիպ կետերի օրինաչափությունները ավելի հեշտությամբ են առաջանում:

Այս ներկառուցումը Լապլասի մատրիցայի սեփական վեկտորներով տարածված տարածությունն է, որը բխում է գրաֆիկի նմանության մատրիցից: Տվյալ ալգորիթմի հիմնական թերությունը նրա խորանարդ հաշվողական բարդությունն է և քառակուսի հիշողության փոքր տարածքը[1]:

## **Ալգորիթմների համեմատություն**

## **Ալգորիթմների հաշվարկային բարդությունը**

Աղյուսակ 1.1 [9]

|  |  |
| --- | --- |
| **Կլաստերացման ալգորիթմը** | **Հաշվարկային բարդությունը** |
| Հիերարխիկ | O(n2) |
| k-միջիններ | O(nkl),  k – կլաստերների թիվը,  l – իտերացիաների թիվը |
| c-միջիններ |
| Կապակցված բաղադրիչների ընտրություն | կախված է ալգորիթմից |
| Նվազագույն ծածկող ծառ | O(n2 log n) |
| Շերտավորված կլաստերացում | O(max(n, m)), где m < n(n-1)/2 |

## ***Ալգորիթմների համեմատական* աղյուսակ**

Աղյուսակ 1.2 [9]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Կլաստերացման ալգորիթմ** | **Կլաստերի ձև** | **Մուտքային տվյալներ** | **Արդյունքներ** |
| Հիերարխիկ | Կամայական | Կլաստերների քանակը կամ հեռավորության շեմը հիերարխիան կտրելու համար | Երկուական կլաստերի ծառ |
| k-միջին | Հիպերսֆերա | Կլաստերների քանակը | Կլաստերի կենտրոններ |
| c-средних | Հիպերսֆերա | Կլաստերների քանակը, անորոշության աստիճանը | Կլաստերի կենտրոններ, պատկանելության մատրիցա |
| Կապակցված բաղադրիչների ընտրություն | Կամայական | R Հեռավորության շեմն | Կլաստերի ծառի կառուցվածքը |
| Նվազագույն ծածկող ծառ | Կամայական | Կլաստերների քանակը կամ եզրերի հեռացման հեռավորության շեմը | Կլաստերի ծառի կառուցվածքը |
| Շերտավորված կլաստերացում | Կամայական | Հեռավորության շեմերի հաջորդականությունը | Հիերարխիայի տարբեր մակարդակներով կլաստերների ծառի կառուցվածք |

## **K-միջինների ալգորիթմը**

K-միջին կլաստերացումը կլաստերացման ամենապարզ և ամենաշատ օգտագործվող ալգորիթմներից մեկն է: Նախ ընտրվում է K կլաստերների քանակը: K-ի արժեքը ընտրելուց հետո K-միջին ալգորիթմը ընտրում է այն կետերը, որոնք կներկայացնեն կլաստերի կենտրոնները (կլաստերի կենտրոններ):

Այնուհետև յուրաքանչյուր տվյալների կետի համար հաշվարկվում է նրա Էվկլիդյան հեռավորությունը մինչև կլաստերի յուրաքանչյուր կենտրոն: Յուրաքանչյուր կետ նշանակվում է մոտակա կլաստերի կենտրոնին: Ալգորիթմը հաշվարկում է centroids (centroids) – կլաստերների ծանրության կենտրոններ: Յուրաքանչյուր ցենտրոիդ վեկտոր է, որի տարրերը ներկայացնում են բնութագրերի միջին արժեքները, որոնք հաշվարկվում են կլաստերի բոլոր կետերում: Կլաստերի կենտրոնը տեղափոխվում է իր ցենտրոիդ: Կետերը վերանշանակվում են մոտակա կլաստերի կենտրոնին: Կլաստերի կենտրոնների փոփոխության և կետերի վերանշանակման փուլերը կրկնվում են այնքան ժամանակ, մինչև կլաստերի սահմանները և ցենտրոիդների դասավորությունը դադարեն փոխվել, այսինքն. յուրաքանչյուր կրկնության դեպքում տվյալների նույն կետերը կընկնեն յուրաքանչյուր կլաստերի մեջ: Հաջորդ օրինակը ցույց է տալիս ալգորիթմի աշխատանքը սինթետիկ տվյալների հավաքածուի վրա:

Company name

Description automatically generated

Նկ.

Կլաստերի կենտրոնները ներկայացված են եռանկյունների տեսքով, մինչդեռ տվյալների կետերը ցուցադրվում են որպես օղակներ: Գույները ցույց են տալիս կլաստերին պատկանելիությունը: Մենք նշեցինք, որ փնտրում ենք երեք կլաստերներ, ուստի ալգորիթմը սկզբնավորվել է՝ պատահականորեն ընտրելով երեք տվյալների կետեր՝ որպես կլաստերային կենտրոններ: Այնուհետև սկսվում է կրկնվող ալգորիթմը: Այնուհետև սկսվում է կրկնվող ալգորիթմը: Նախ, յուրաքանչյուր կետ տվյալները նշանակվում են մոտակա կլաստերի կենտրոնին (տես " Կետերի նշանակում (1)"): Այնուհետև կլաստերի կենտրոնները տեղափոխվում են ծանրության կենտրոններ կլաստերներ (տես "Կենտրոնների վերահաշվարկ (1)"): Այնուհետև գործընթացը կրկնվում է ևս երկու անգամ: Երրորդ իտերացիայից հետո կլաստերային կենտրոններին պատկանելիությունը չի փոխվում, այդ պատճառով ալգորիթմը կանգ է առնում:

Ստանալով տվյալների նոր կետեր ՝ k-միջին ալգորիթմը կնշանակեր յուրաքանչյուր տվյալների կետ մոտակա կլաստերի կենտրոնին: Հաջորդ օրինակը (նկ.2) ցույց է տալիս կլաստերային կենտրոնների սահմանները, որի հաշվարկման գործընթացը ցույց է տրված նկ. 1-ում:

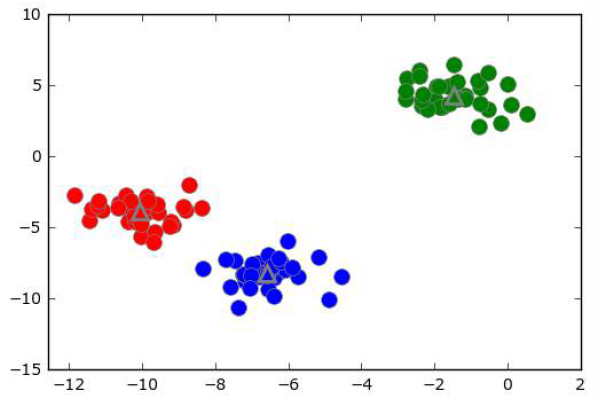
Chart, pie chart

Description automatically generated

Նկ. 3

Դուք կարող եք տեսնել, որ կլաստերավորումը մի փոքր նման է դասակարգմանը, քանի որ յուրաքանչյուր տարր ստանում է պիտակ: Այնուամենայնիվ, հիմք չկա պնդելու, որ այս պիտակը ճշմարիտ է, և, հետևաբար, պիտակները իրենք չեն կրում որևէ ապրիորի նշանակություն: Եկեք վերադառնանք դեմքի պատկերների կլաստերավորման օրինակին, որը մենք քննարկեցինք ավելի վաղ: Հնարավոր է, որ ալգորիթմի կողմից հայտնաբերված 3-րդ կլաստերը պարունակում է միայն մի տեսակի մեքենա: Սակայն դա կարող եք պարզել միայն նկարները դիտելուց հետո, իսկ թիվ 3-ն ինքնին կամայական է։ Միակ տեղեկությունը, որը տալիս է ձեզ ալգորիթմն այն է, որ 3-րդ կլաստերին վերագրված բոլոր մեքենաները նման են միմյանց:

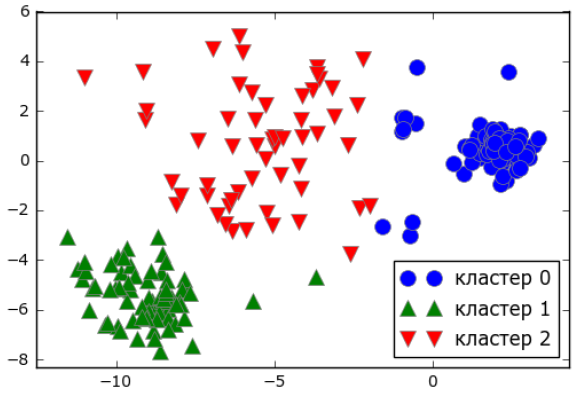
Կլաստերավորման դեպքում, որը մենք հենց նոր կառուցեցինք երկչափ սինթետիկ տվյալների բազայի վրա, դա նշանակում է, որ մենք չպետք է մտահոգվենք այն փաստի վրա, որ մի խմբին տրվել է 0, մյուսին՝ 1: Ալգորիթմի նորից գործարկումը կարող է հանգեցնել կլաստերների բոլորովին այլ համարակալման: սկզբնավորման պատահական բնույթի պատճառով: Ստորև բերված է նույն տվյալների նոր գրաֆիկ:



Նկ. 4

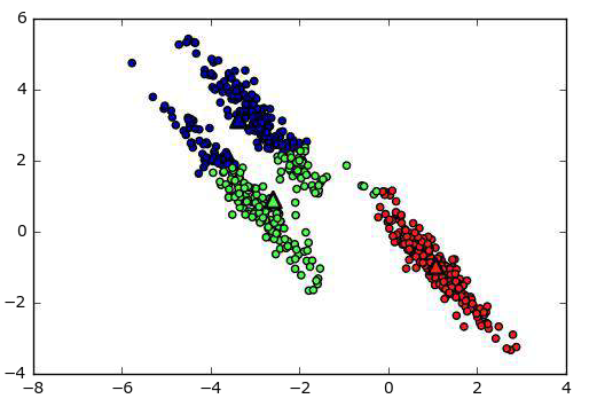
## **K-Միջինների ալգորիթմի թերությունները**

Նույնիսկ եթե դուք գիտեք կլաստերների «ճիշտ» թիվը որոշակի տվյալների բազայի համար, k-means ալգորիթմը միշտ չէ, որ կարող է դրանք ընտրել: Յուրաքանչյուր կլաստեր սահմանվում է բացառապես իր կենտրոնով, ինչը նշանակում է, որ յուրաքանչյուր կլաստեր ունի ուռուցիկ ձև: Արդյունքում, k-միջինների ալգորիթմը կարող է նկարագրել համեմատաբար պարզ ձևեր: Բացի այդ, k-միջինների ալգորիթմը ենթադրում է, որ բոլոր կլաստերներն ունեն նույն «տրամագիծը» որոշակի իմաստով, այն միշտ գծում է կլաստերների միջև սահմանն այնպես, որ այն անցնում է հենց մեջտեղում՝ կլաստերների կենտրոնների միջև։ Սա երբեմն կարող է հանգեցնել անսպասելի արդյունքների, ինչպես ցույց է տրված Նկ. 4:



Նկ.

Բացի այդ, k-means ալգորիթմը ենթադրում է, որ բոլոր ուղղությունները հավասարապես կարևոր են յուրաքանչյուր կլաստերի համար։ Հետևյալ գծապատկերը (նկ. 5) ցույց է տալիս տվյալների երկչափ տվյալների բազա՝ երեք տարբեր խմբերով: Այնուամենայնիվ, այս խմբերը երկարաձգվում են անկյունագծով: Քանի որ k-միջինների ալգորիթմը հաշվի է առնում միայն մոտակա կլաստերային կենտրոնի հեռավորությունը, այն չի կարող կարգավորել այս տեսակի տվյալները[1]:



Նկ. 6 K-միջինների ալգորիթմը չի կարողանում հայտնաբերել ոչ գնդաձև կլաստերներ:

# **Գլուխ 3. Ալգորիթմի բլոկ սխեման և մեքենայական կոդը**

Տվյալ խնդրի լուծման մեքենայական կոդի աշխատանքի արդյունքում ստանում ենք հիստոգրամա, որը ցույց է տալիս տվյալ դեպքում՝ 3 կլաստերներից յուրաքանչյուրի կետերի քանակը, որոնք առաջանում են պատկերների հավաքածուի խմբավորման արդյունքում: Նաև յուրաքանչյուր կլաստերի համար ցուցադրվում է պատկերների մի խումբ, որոնք վերագրվել են այս կլաստերին: Սա կարող է օգնել տեսողականորեն գնահատել, թե որ պատկերներն են առավել նման միմյանց այդ հավաքածուում:

Կոդի առավել օպտիմալ աշխատանքի համար ընտրել եմ Պայթոն ծրագրավորման լեզուն: Բարդ բանաձևերի և հիստոգրամայի համար ծրագրում ներմուծել եմ հետևյալ գրադարանները.

* cv2 (OpenCV) պատկերների մշակման և համակարգչային տեսողության գրադարան է: Այս կոդում այն ​​օգտագործվում է ֆայլերից պատկերներ կարդալու, դրանց չափերը փոխելու և գունային տարածությունները փոխարկելու համար:
* numpy-ը զանգվածների և տվյալների մատրիցների հետ աշխատելու գրադարան է: Այս կոդում այն ​​օգտագործվում է պատկերները և դրանց ատրիբուտները պահելու համար, ինչպես նաև զանգվածի գործողություններ կատարելու համար, օրինակ՝ մի քանի պատկերներ մեկ զանգվածի մեջ միավորելը։
* matplotlib-ը տվյալների վիզուալիզացիայի գրադարան է: Այս կոդում այն ​​օգտագործվում է կլաստերիզացիայից հետո կետերի խմբավորման արդյունքները գրաֆիկական տեսքով ցույց տալու համար։

Եթե ավելի մանրամասն, ապա այս կոդը կատարում է բազմաթիվ պատկերների k-means խմբավորում: Նախ, պատկերները բեռնվում և բերվում են նույն չափերի: Այնուհետև բոլոր պատկերների պիքսելները միավորվում են մի շարք հատկանիշների մեջ, որոնցից յուրաքանչյուրը ներկայացնում է պիքսելի գույնը RGB ձևաչափով: Կլաստերների թիվը տրվում է n\_clusters պարամետրով, այս դեպքում՝ 3: Այնուհետև կլաստերավորումը կատարվում է K-միջինների միջոցով sklearn գրադարանից: Այնուհետև հիստոգրամը գծագրվում է՝ օգտագործելով matplotlib-ի hist ֆունկցիան՝ ցուցադրելով յուրաքանչյուր կլաստերի կետերի քանակը: Վերջապես, յուրաքանչյուր կլաստերի համար ցուցադրվում են պատկերների մի խումբ, որոնք պատկանում են այդ կլաստերին՝ օգտագործելով matplotlib-ի գործառույթները:

Կոդի բացատրությունը, նաև կարելի է դիտարկել նկ.6-ում պատկերված բլոկ-սխեմայի միջոցով, որտեղ նշված են հիմնական քայլերը:

Diagram, text, table

Description automatically generated with medium confidence

Նկ. Մեքենայական կոդը բացատրող ընդհանրացված բլոկ-սխեմա:

## **Մեքենայական կոդը**

import cv2

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

from sklearn.cluster import KMeans

# նկարների բեռնում

image1 = cv2.imread('image1.jpg')

image2 = cv2.imread('image2.jpg')

image3 = cv2.imread('image3.jpg')

images = np.array([image1, image2, image3])

# նկարների մասշտաբավորում

max\_width = max([image.shape[1] for image in images])

max\_height = max([image.shape[0] for image in images])

resized\_images = [cv2.resize(image, (max\_width, max\_height)) for image in images]

# նկարների բնութագրերի ստացում

features = np.vstack([image.reshape(-1, 3) for image in resized\_images])

# K-միջինների մեթոդով կլաստերիզացիա

n\_clusters = 3

kmeans = KMeans(n\_clusters=n\_clusters, random\_state=0, n\_init=10).fit(features)

labels = kmeans.labels\_.astype(int)

# կլաստերիզացման արդյունքների գրաֆիկական տեսք

colors = ['#FF5733', '#FFC300', '#DAF7A6'] # կլաստերների գունավորում

plt.scatter(features[:, 0], features[:, 1], c=[colors[label] for label in labels], s=1) # scatter plot

plt.axis('off')

plt.show()

# արտատպում

for i in range(n\_clusters):

indices = (labels == i).nonzero()[0]

if len(indices) > 0:

cluster = [resized\_images[j] for j in indices if j < len(resized\_images)]

plt.figure(figsize=(10, 10))

for j, image in enumerate(cluster):

plt.subplot(1, len(cluster), j+1)

plt.imshow(cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR\_BGR2RGB))

plt.axis('off')

plt.show()

# **Գլուխ 5. Տնտեսագիտական հատված**

**Օբյեկտների հաջորդական խմբավորման խնդրի լուծումը առանց ուսոցչի ուսուցման ծրագրային փաթեթի ինքնարժեքի և գնի հաշվարկը**

Ժամանակակից տնտեսական պայմաններում ցանկացած գործունեություն առնչվում է տնտեսական հարցերի հետ: Նոր տեխնիկայի, տեխնոլոգիական պրոցեսների, տեխնիկա-տնտեսական հիմնավորման համար, մասնավորապես մեր աշխատանքի պայմաններում կարևորագույն տնտեսական հիմնահարցերից է ինքնարժեքի որոշումը:

Արտադրանքի կամ ծառայությունների ինքնարժեքը` դա արտադրանքի (ծառայությունների) արտադրության և իրացման վրա կատարված բոլոր ծախսերի գումարն է դրամական արտահայտությամբ:

Ինքնարժեքի մեջ իրենց արտահայտությունն են գտնում սպառված շրջանառու ֆոնդերը, կենդանի աշխատանքի մի մասը, որը աշխատողներին վճարում է աշխատավարձի ձևով:

Ինքնարժեքի մեջ մտնող ծախսերը դասակարգվում են ըստ տնտեսական տարերի և ըստ կալկուլյացիոն հոդվածների:

Ներկայումս կիրառվում է ծախսերի ըստ կալկուլյացիոն հիմնական հոդվածների հետևյալ դասակարգումը`

1. համալրող առարկաներ,

2. էլեկտրաէներգիայի ծախսեր,

3. աշխատողների հիմնական աշխատավարձ,

4. աշխատողների լրացուցիչ աշխատավարձ,

5. սարքավորումների շահագործման և պահպանման ծախսեր,

6․ տարածքի վարձակալության համար ծախս,

7․ ընդհանուր տնտեսական ծախսեր։

Փաթեթը, որի ինքնարժեքն ու գինը ենթակա է որոշման, իրենից ներկայացնում է՝ օբյեկտների հաջորդական խմբավորման խնդրի լուծումը առանց ուսուցչի ուսուցման ծրագրային փաթեթ:

Հաշվարկի համար ելքային տվյալներ են հանդիսանում`

- փաթեթի մեջ մտնող համալրող առարկաների քանակն ու անվանացանկը;

- ժամանակի ամփոփ նորմերը, աշխատանքի կարգն ու աշխատավարձի ձևերը,

- ժամավճարային և գործարքային պարգևատրման չափերը (40%),

- լրացուցիչ աշխատավարձի չափերը (16%),

- սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի դրույքաչափերը(2.4%),

- ընդհանուր տնտեսական ծախսերի դրույքաչափը (132%):

## **3.1 Համալրող առարկաների ծախսի հաշվարկ**

Գնված բաղադրիչների արժեքը որոշվում է հետևյալ բանաձևով`

Cпк = ∑Mпkj\*Pпkj,

որտեղ` Mпkj j-րդ տեսակի գնված բաղադրիչների քանակն է, հատ, Pпkj j-րդ գնված բաղադրիչի գինը, դրամ: Հաշվարկի արդյունքները բերված են աղյուսակ 1-ում:

*Աղյուսակ 1.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Բաղադրիչի անվանումն ու տեսակը | Մեկ փաթեթին ընկնող քանակ.հատ | Միավորի գինը.դրամ | Մեկ փաթեթին ընկնող արժեք.դրամ |
| Համակարգիչ | 5 | 650000 | 3250000 |
| Պրինտեր | 2 | 80000 | 160000 |
| Գրենական պարագաներ | 1 | 85000 | 85000 |
| Մոդեմ | 3 | 45000 | 135000 |
| Ընդամենը |  |  | 3630000 |

Ընդամենը` 3630000 դրամ:

## **3.2 Էլեկտրաէներգիայի ծախսի հաշվարկ**

Համակարգիչները և այլ սարքավորումները աշխատեցնելու համար էլեկտաէներգիայի տարեկան ծախսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով`

**¾=W\*U¾**

որտեղ` W-ն էլեկտրաէներգիայի տարեկան ծախսն է, UԷ-ն 1 կվ/ժ էլեկտրաէներգիայի արժեքն է (≈50 դրամ)։

Էլեկտրաէներգիայի ամսեկան ծախսը մոտավոր կկազմի W≈200կՎտ/ժ, Է=200\*50=10000 դրամ/ամսական և 10000\*12=120000 դրամ/տարեկան:

## **3.3 Աշխատողների հիմնական աշխատավարձի հաշվարկը**

Աշխատողների հիմնական աշխատավարձի մեջ մտնում են`

● գործարքային դրույքաչափերով աշխատավարձ,

● ժամավճարային աշխատավարձ,

● պարգևավճար:

Գործարքային աշխատավարձն ըստ տարիֆային համակարգի որոշվում է հետևյալ բանաձևով`

Ահիմ.= Ժդ.\*Աարտ.,

որտեղ` Ժդ.-ն ժամային դրույքաչափն է, Աարտ.-ն ՝ ժամային նորմը: Հաշվարկման արդյունքները բերված են աղյուսակ 2-ում:

*Աղյուսակ 2*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Գործառույթի հաջորդական. | Վճարման ձև | Ժամանա-կային նորմ | Ժամային դրույք | Տարիֆային ֆոնդ |
| Նախապատ-րաստում | Գործարքա-պարգևա-վճարային | 30 | 3500 | 105000 |
| Մշակում | Գործարքա-պարգևա-վճարային | 27 | 5000 | 135000 |
| Կարգավորում | Գործարքա-պարգևա-վճարային | 25 | 5000 | 125000 |
| Տեստավորում | Գործարքա-պարգևա-վճարային | 25 | 4500 | 112500 |
| Ընդամենը |  | | | 477500 |

Պարգևատրման չափը որոշվում է հետևյալ բանաձևով`

Պ= Ահիմ \* Պդ/100%,

որտեղ` Պդ -պարգևատրման դրույքաչափ, 28 %

Պ = 477500\*28/100% = 133700 դրամ:

Ընդամենը հիմնական աշխատավարձը կկազմի`

611200 դրամ/ամսական կամ` 7334400 դրամ/տարեկան:

## **3.4 Աշխատողների լրացուցիչ աշխատավարձի հաշվարկը**

Լրացուցիչ աշխատավարձի մեջ մտնում են` հերթական և լրացուցիչ գործողումների, արձակուրդների վճարները, պետական հանձնարարականների կատարման հետ կապված ծախսերը և այլն: Աշխատողների լրացուցիչ աշխատավարձը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով`

Ա լր. = ԸԱհիմ. \* Ալր.դ/100,

որտեղ` ԸԱլր.դ – Ընդհանուր հիմնական աշխատավարձն է, իսկ Ալր.դ-ն լրացուցիչ աշխատավարձի դրույքաչափն է, 15%:

Ալր. = 611200\*15%/100% = 91680 դրամ/ամսական կամ

1100160 դրամ/տարեկան:

## **3.5․ Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի հաշվարկը**

Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի թվին են պատկանում ամորտիզացիոն, ընթացիկ վերանորոգման, տրանզիտորային միջոցների, գործիքների և հարմարանքների վերանորոգման և այլ ծախսերը: Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի թվին են պատկանում ամորտիզացիոն, ընթացիկ վերանորոգման, տրանզիստորային միջոցների, գործիքների և հարմարանքների վերանորոգման և այլ ծախսերը:

### **3.5.1 Հիմնական միջոցների ամորտիզացիա**

Հիմնական միջոցների տարեկան ամորտիզացիան (ԱՏ) հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով`

**ԱՏ=ՀԱ/Ն,**

որտեղ ՀԱ-ն հիմնական միջոցների սկզբնական արժեքն է, Ն-ն հիմնական միջոցների օգտակար գործունեության ժամկետն է:

*Աղյուսակ 3.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Հիմնական միջոցի անվանումն ու տեսակը | | Հիմնական միջոցի սկզբնական արժեքը | Ամորտիզացիոն հատկացումներ | |
| ՀՄ օգտակար գործողության ժամկետ, տարի | Ամորտիզացիոն ծախս |
| Սարքավորումներ, շենքեր | | 2500000 | 5 | 500000 |
| այլ հիմն․ միջոցներ  (համակարգիչ, պրինտեր, մոդեմ) | | 550000 | 5 | 110000 |
| Ընդամենը |  | |  | 660000 |

Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի գումարը որոշվում է հետևյալ կերպ`

Ծպ.շ. = Ահիմ\*12\* Ծպ.շ.դ./100,

որտեղ` Ծպ.շ.դ. - սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի դրույքաչափն է, Ահիմ.–աշխատողների տարեկան հիմնական աշխատավարձը:

Ծպ.շ. = 477500\*12\*2.4/100=137520 դրամ:

Սարքավորումների ընթացիկ վերանորոգման ծախսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով`

Ծը.վ. = Ահիմ \*12\* Ծը.վ.դ./100,

որտեղ` Ծը.վ.դ. - սարքավորումների ընթացիք վերանորոգման դրույքաչափն է:

Ծը.վ. =477500\*12\*5/100 = 286500 դրամ:

*Աղյուսակ 4.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ծախսի անվանումը | Դրույքաչափը | Տարեկան ծախսը |
| Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսեր | 2.4 | 137520 |
| Սարքավորումների ընթացիկ վերանորոգում | 5 | 286500 |
| Սարքավորումների ամորտիզացիա | - | 660000 |
| Ընդամենը | | 490020 |

## **3.6. Տարածքի վարձակալության ծախսի հաշվարկը**

Գործունեության արդյունավետության հիմնական պայմաններից մեկը տարածքի ճիշտ ընտրությունն է: Վարձակալվող տարածքը կգտնվի Երևանի Նոր-Նորք համայնքի Գայի պողոտայի վրա: Այս տարածքում անհրաժեշտ տարածքի վարձակալության ամսեկան ծախսը կկազմի 500000 դրամ կամ 500000 \*12=6000000 դրամ տարեկան։

## **3.7․ Ընդհանուր տնտեսական ծախսերի հաշվարկը**

Ընդհանուր տնտեսավարման ծախսերի մեջ մտում են ձեռնարկության ընդհանուր կառավարման-ադմինիստրատիվ` գործարանը կառավարող անձնակազմի աշխաավարձի, գործուղման, տպագրական, փոստային-հեռագրային ծախսերը և այլ ծախսեր: Այն որոշվում է հետևյալ բանաձևով`

ԸՏԾ = Ա հիմ\* %ԸՏԾ/100,

որտեղ` ԸՏԾ - Ընդհանուր տնտեսավարման ծախսերի տոկոսն է 132%:

ԸՏԾ = 477500 \* 132/100 = 630300 դրամ:

## **3.8. Փաթեթի ընդհանուր ինքնարժքի կալկուլացիան**

Լրիվ Ինքնարժեքի կալկուլացիան բերված է աղյուսակ 5-ում:

*Աղյուսակ 5.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Ծախսերի հոդվածի անվանումը | գումարը, դրամ |
| 1. | Համալրող առարկաներ | 3630000 |
| 2. | Էլեկտրաէներգիա | 120000 |
| 3. | Ընդհանուր հիմնական աշխատավարձ | 8221200 |
| 4. | Լրացուցիչ աշխատավարձ | 956544 |
| 5. | Սարքավորումների պահպանման և  շահագործման ծախսեր | 1150620 |
| 6. | Տարածքի վարձակալություն | 6000000 |
| 7․ | Ընդհանուր տնտեսական ծախսեր | 657475 |
|  | **Լրիվ ինքնարժեք** | 20735839 |

Օբյեկտների հաջորդական խմբավորման խնդրի լուծումը առանց ուսոցչի ուսուցման ծրագրային փաթեթի լրիվ ինքնարժեքը կկազմի`

Իլրիվ= 20735839 դրամ:

## **3.9. Շահույթի և միավորի գնի հաշվարկը**

Փաթեթի գինն իր մեջ ընդգրկում է ընկերության շահույթն ու լրիվ ինքնարժեքը: Շահույթի հաշվարկն իրականացվում է հետևյալ բանաձևով`

Շ = Ի լրիվ\*%Շ/100,

որտեղ` Իլրիվ – փաթեթի լրիվ ինքնարժեքն է, %Շ –շահույթի դրույքաչափը, 20%

Շ = 20735839 \* 20/100= 4147168 դրամ։

Գնի հաշվարկը իրականացվում է հետևյալ կերպ`

Գ= Իլրիվ + Շ,

Գ = 24883007 +24883007 \*0,2= 29859608 դրամ:

Փաթեթի բացթողնման գինը որոշվում է հետևյալ բանաձևով`

Գբաց. = Գ + ԱԱՀ,

որտեղ` Գբաց.– փաթեթի բացթողնման գինն է, ԱԱՀ-ն ավելացված արժեքի հարկը (20%):

Գբաց. = 24883007 +24883007 \*0,2= 29859608 դրամ:

Այսպիսով, կատարված հաշվարկների արդյունքում ստացանք, որ oբյեկտների հաջորդական խմբավորման խնդրի լուծումը առանց ուսոցչի ուսուցման ծրագրային փաթեթի լրիվ ինքնարժեքը կկազմի 20735839 դրամ, իսկ գինը` 29859610 դրամ:

# **Գլուխ 6. Բնապահպանական հատված**

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ (ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ)

Էներգետիկայի և Էլեկտրատեխնիկայի ինստիտուտ

«Ջերմաէներգետիկա և շրջակա միջավայրի պաշտպանություն»

ամբիոն

**ԱՎԱՐՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԴՐԱՆՔ**

«ԲՆԱՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ» ԲԱԺՆԻՑ

Մասնագիտություն՝ Տեղեկատվական համակարգեր

Կրթական ծրագիր՝ Տեղեկատվական համակարգեր

Ինստիտուտ/Ֆակուլտետ՝ ՏՀՏԷ

Խումբ՝ ՏՏ 921-2

Ուսանող՝ \_\_\_ Գասպարյան Գևորգ \_

Խորհրդատու՝ Գրիգորյան Կ․ Ա․

**ԵՐԵՎԱՆ 2022**

ԱՌԱՋԱԴՐԱՆՔԻ ԹԵՄԱ

**Շրջակա միջավայրի վրա ԷՄԴ-ի ազդեցությունը նվազեցնելու ուղիները**

**Էլեկտրամագնիսական էկրանավորում**

ԱՌԱՋԱԴՐՎՈՂ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Инженерная экология: учебник, Медведева Б. Т., Москва, 2002
2. Защита человека от электромагнитных воздействий, Авраамов Ю. С., Грачев Н. Н., Шляпин А. Д., Москва, 2002
3. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник, Иванов Н. И., Фадин И. М., Москва, “Лотос”, 2004
4. Курс инженерной экологии, Мазур И. И., Молдаванов О. И., 1999
5. Компоненты и технологии №10: Утилизация продуктов производства электроники, Медведев А., Арсентьев С., 2008
6. Ավարտական աշխատանքի «Բնապահպանություն» բաժնի կատարման և ձևակերպման ուղեցույց, Մարուխյան Ա․ Դ․, Գրիգորյան Կ․ Ա․, Երևան, Ճարտարագետ, 2019թ․

Առաջադրանքը տրված է “\_10\_” հոկտեմբերի\_\_2022թ․\_

Խորհրդատու \_\_\_\_\_\_\_\_ /Գրիգորյան Կ.Ա./

Ամբիոնի վարիչ՝ Մ․Գ․ Ղազարյան

**Շրջակա միջավայրի վրա ԷՄԴ-ի ազդեցությունը նվազեցնելու ուղիները**

**Էլեկտրամագնիսական էկրանավորում**

ԷՄԴ ազդեցությունից կենսաբանական օբյեկտների պաշտպանության միջոցառումները լինում են կազմակերպչական, ճարտարագիտատեխնիկական, պրոֆիլակտիկ, բժշկական և բուժական։

Կազմակերպչական հիմնական միջոցառումներից են՝

* Էլեկտրամագնիսական պարամետրերի նորմավորում,
* Ճառագայթման պարբերական հսկում,
* Ճառագայթման աղբյուրների և ընդունիչների արդյունավետ տեղաբաշխում,
* ԷՄԴ-ում գտնվելու ժամանակի սահմանափակում,
* Զգուշացնող գրառումների և նշանների տեղադրում։

Օրինակ, բնակելի տներում և կենցաղային էլեկտրասարքավորումների սնուցման հաղորդալարերի վնասակար ազդեցությունները նվազեցնելու համար պետք է կատարել հետևյալ ցուցումները․

* Չպետք է շատ մոտ գտնվել լարման տակ աշխատող լարերին,
* Խուսափել հոսանքալարերին օղակներով միացնելուց, քանի որ մածանում է ճառագայթման ինտենսիվությունը (մագնիսական դիպոլի էֆեկտ),
* Սարքը անջատելուց հետո խրոցը չթողնել վարդակի մեջ, քանի որ սնուցող լարը դառնում է էլեկտրական դաշտի լրացուցիչ աղբյուր,
* Էլեկտրական սարքերը չտեղադրել բնակարանների երկաթբետոնե անկյուններում։ այս դեպքում <Անկյունային անդրադարձման> էֆեկտի հետևանքով ճառագայթումը բավականին մեծանում է՝ հատկապես հեռուստացույցերի, համակարգիչների էկրանները և այլն։

Արտադրական հաճախության մագնիսական դաշտերը կարելի է թուլացնել հաստ պատերով ֆերոմագնիսական էկրանների միջոցով, որը կենցաղում անհնար է կիրառել։ Այդ պատճառով պետք է նվազեցնել միացված սարքերի մոտ գտնվելու ժամանակը։

Էլեկտրամագնիսական էկրանները նախատեսված են ԷՄԴ թուլացման համար, որոնք առաջանում են տարածությունում ՝ աղբյուրներից որոշակի հեռավորության վրա։ ԷՄ էկրանների գործունեությունը ,որպես գծային համակարգեր, բնութագրվում են մի քանի պարամետրերով, որոնցից հիմնականը էկրանավորման արդյունավետությունն է։

϶=**E/E**϶ կամ ϶=**H/H**϶

Որտեղ, **E**϶ **H**϶ և **E H** համապատասխանաբար էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի լարվածություններն են էկրանավորված տարածության որևէ կետում՝ էկրանավորումից առաջ և հետո։ Հաճախ էկրանավորման արդյունավետությունը արտահայտում են դեցիբելերով ՝

϶դբ=20lg϶

Էկրանավորման արդյունավետությունը հաշվում են՝ ելնելով մարդկանց ճառագայթման մակարդակի նորմերի պահանջներից։ Ելնելով էկրանավորման արդյունավետության մեծությունից ընտրում են էկրանի նյութը և երկրաչափական չափսերը։

Էկրանի արդյունավետությունը էապես կախված է դաշտի առաջացման աղբյուրի բնութագրերից։ Բաց տարածությունում, երբ r >> λ /2π, որտեղ r-ը աղբյուրից հեռավորությունն է , λ-ն ալիքի երկարությունը, **E-ն և H-ը** գործնականում համափուլ են, այսինքն ունենք էլեկտրամագնիսական էկրանավորում։ Երբ r << λ /2π, այսինքն գործ ունենք <<մոտակա գոտու>> հետ, որում էլեկտրական և մագնիսական դաշտերը, կախված աղբյուրից, դիտարկվում են որպես քվազիէլեկտրաստատիկ կամ քվազիմագնիսաստատիկ։

***ԷՄԴ էկրանավորում*** Միատար անսահման հարթ մետաղական էկրանի վրա հարթ ԷՄԱ-ի ուղղահայաց ընկնելու դեպքում էկրանավորման արդյունավետությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով․

϶

Որտեղ, – ն օդային դիէլեկտրիկի իմպեդանսի մոդուլն է, Օմ։ Այն որոշվում է աղյուսյակից (r-ը աշխատանքային տեղի և աղբյուրի միջև հեռավորությունն է,մ),

Էկրանի նյութի տեսակարար հաղորդականությունը

= - էկրանում դաշտի թափանցման խորությունն է

էկրանի նյութի հարաբերական մագնիսական թափանցելիությունը

=1,257\*10-6  Հն/մ

դաշտի հաճախությունը։

Օդային դիէլեկտրիկի իմպեդանսի մոդուլը

|  |  |
| --- | --- |
| Դաշտի անվանումը | ,Օմ |
| Էլեկտրամագնիսական | 120π |
| Մագնիսական | 240 |
| Էլեկտրական |  |

Հաշվարկների համար կարելի է կիրառել հետեևյալ մոտավոր հավասարումները ՝

϶ , երբ **d/** < 0,1

϶ , երբ **d/** > 1

Բարձր հաճախականության տիրույթում դիտարկված դաշտերի էկրանավորման արդյունավետությունը մագնիսական բնութագրերով էկրանների դեպքում բարձր է ոչ մագնիսականից։ Միաժամանակ, էկրանավորման շղթայում մագնիսական մետաղների կիրառումն առաջացնում է էլեկտրական կորուստներ։

Մետաղական թիթեղների համար էկրանի արդյունավետությունը հաշվարկվում է բերված հավասարումներով։ Մետաղալարից պատրաստված ցանցերի առավեությունները մետաղների թիթեղների նկատմամբ հետևյալն են․

* Փոքր զանգվածագաբարիտային պարամետրեր,
* Արտաքին միջավայրի հետ էկրանավորված խուցերն ունեն բարենպաստ ջերմափոխանակում,
* Հեշտ է հետևել տեղակայանքի վրա տեղադրված ինդիկատորներին։

Ցանցային հարթ էկրանի արդյունավետությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով․

:

Որտեղ, D-ն մետաղալարի տրամագիծն է, S-ը՝ ցանցի քայլը,

R=-ն հաստատուն հոսանքին 1մ մեկ մետաղալարի դիմադրությունը

-ն՝ հաղորդալարի նյութի տեսակարար դիմադրությունն է , u=,

*:*

Ցանցային էկրանների համար ճիշտ է․

* Հաճախության մածացման հետ փոքրանում է ցանցի էկրանավորման արդյունավետությունը
* Պղնձե ցանցերի էկրանավորման արդյունավետությունը, մնացած հավասար պայմանների դեպքում ավելի բարձր է, քան պողպատե ցանցերինը, հատկապես մինջև 1Մհց հաճախությունների դեպքում,
* 50կՀց ցածր հաճախությունների դեպքում առավել արդյունավետ են հաստ մետաղալարից նոսր ցանցերը, իսկ ավելի բարձր հաճախությունների դեպքում՝ բարակ մետաղալարերից խիտ ցանցեր։

# **Գլուխ 7․ Կենսագործունեության անվտանգության**

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ (ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ)

Էներգետիկայի և Էլեկտրատեխնիկայի ինստիտուտ

‹‹Կենսագործունեության անվտանգության և արտակարգ իրավիճակներ›› ամբիոն

**ԱՎԱՐՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱԴՐԱՆՔ**

«ԿԵՆՍԱԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅԱՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅՈՒՆ» ԲԱԺՆԻՑ

Ինստիտուտ \_\_\_\_ \_\_\_ ՏՀՏԷ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Խումբ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ՏՏ921-2\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ուսանող \_\_\_\_\_\_Գասպարյան Գևորգ Արթուրի\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Խորհրդատու \_\_\_\_ Աղաջանյան Ի․Գ.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ԵՐԵՎԱՆ 2022**

ԱՌԱՋԱԴՐԱՆՔԻ ԹԵՄԱ

\_\_\_\_\_Օֆիսային տարածքներում նորմալ աշխատանքային պայմանների ապահովումը**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

ԱՌԱՋԱԴՐՎՈՂ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Բաղդասարյան Ժ.Ա. Աշխատանքի պաշտպանությունը մեքենաշինության մեջ: Երևան 1981.-220 էջ:
2. Խալաթյան Ռ.Պ., Սարգսյան Ս.Հ, Խիզանցյան. Կ.Մ. Կենսագործունեության անվտանգություն: ՀԱՊՀ Երևան-Ճարտարագետ 2022.-280 էջ:
3. Русак О. Х. и другие, Безопасность жизнедеятельности. Санкт-Петербург, 2011.
4. Гридин А.Д. Охрана труда и безопасность на опасных и вредных производствах. Москва, Альфа-Пресс , 2011.
5. Թահմազյան Ն.Կ., Հակոբջանյան Գ.Ս. Կենսագործունեության անվտանգություն: Խնդիրների ժողովածու: /Մեթոդական ձեռնարկ/: ՀԱՊՀ Երևան- Ճարտարագետ 2016.-81 էջ:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Առաջադրանքը տրված է “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Խորհրդատու \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Օֆիսային տարածքներում նորմալ աշխատանքային պայմանների ապահովումը**

Աշխատավայրում աշխատանքային պայմանների կազմակերպումն ու բարելավումը աշխատանքի արտադրողականության և արտադրության տնտեսական արդյունավետության, ինչպես նաև հենց աշխատող մարդու հետագա զարգացման կարևորագույն պահուստներից մեկն է: Սա կազմակերպության սոցիալական և տնտեսական նշանակության և աշխատանքային պայմանների բարելավման հիմնական դրսևորումն է:

Մարդու երկարատև աշխատունակությունը պահպանելու համար մեծ նշանակություն ունի աշխատանքի և հանգստի ռեժիմը ։ Աշխատանքի և հանգստի ռացիոնալ ֆիզիոլոգիապես հիմնավորված ռեժիմը նշանակում է աշխատանքի ժամանակահատվածների այնպիսի փոփոխություն հանգստի ժամանակահատվածի հետ, որի ընթացքում ձեռք է բերվում մարդու սոցիալապես օգտակար գործունեության բարձր արդյունավետություն, առողջության լավ վիճակ, աշխատունակության և աշխատանքի արտադրողականության բարձր մակարդակ: աշխատանքի և հանգստի ռացիոնալ ռեժիմը ենթադրում է հանգստի ժամանակահատվածի հետ աշխատանքի ժամանակահատվածների այնպիսի փոփոխություն, որի ընթացքում ձեռք է բերվում մարդու սոցիալապես օգտակար գործունեության բարձր արդյունավետություն, առողջության լավ վիճակ։

Լույսը բնութագրող հիմնական հասկացություններն են լուսավոր հոսքը, լույսի ուժգնությունը, լուսավորությունը և պայծառությունը:

Լույսի հոսքը կոչվում է ճառագայթային էներգիայի հոսք, որը գնահատվում է աչքի կողմից լույսի սենսացիայի միջոցով:

Լավ լուսավորությունը գործում է տոնիկ, ստեղծում է լավ տրամադրություն, բարելավում է նյարդային բարձրագույն գործունեության հիմնական գործընթացների ընթացքը:

Լուսավորության բարելավումը նպաստում է կատարողականի բարելավմանը նույնիսկ այն դեպքերում, երբ աշխատանքային գործընթացը գործնականում կախված չէ տեսողական ընկալումից:

մարդը տեղեկատվության % - ը ստանում է տեսողության օրգանների միջոցով: Լույսը դրական ազդեցություն ունի նյութափոխանակության, սրտանոթային համակարգի, նյարդահոգեբանական ոլորտի վրա ։ Ռացիոնալ լուսավորությունը նպաստում է աշխատանքի արտադրողականության բարձրացմանը, Դրա անվտանգությանը: Անբավարար լուսավորությամբ և դրա վատ որակով տեղի է ունենում տեսողական անալիզատորների արագ հոգնածություն, ավելանում է վնասվածքները ։ Չափազանց բարձր պայծառությունն առաջացնում է կուրության երևույթ, աչքի ֆունկցիայի խանգարում:

10,340,000 նմ լարման հետ էլեկտրամագնիսական սպեկտրի մի մասը կոչվում է սպեկտրի օպտիկական շրջան, որը բաժանված է ինֆրակարմիր ճառագայթման (770,340,000), տեսանելի ճառագայթման (380,770), ուլտրամանուշակագույն ճառագայթման շրջան ' 10,380 նմ: Տեսանելի տարածքում տարբեր ճառագայթումը առաջացնում է տարբեր լուսային և գունային սենսացիաներ ՝ մանուշակագույնից մինչև կարմիր: Մարդու աչքը առավել զգայուն է 550 նմ ճառագայթման նկատմամբ: Սպեկտրի սահմանների նկատմամբ զգայունությունը նվազում է:

Աշխատանքային տարածքում միկրոկլիմայի պարամետրերը պետք է համապատասխանեն օպտիմալ կամ թույլատրելի միկրոկլիմայական պայմաններին: Օպտիմալ պայմանները ապահովում են մարմնի բնականոն գործունեությունը ՝ առանց ջերմակարգավորման մեխանիզմների լարվածության: Թույլատրելի միկրոկլիմայական պայմաններում հնարավոր է ջերմակարգավորման համակարգի որոշակի լարում ՝ առանց մարդու առողջությունը խաթարելու:

Ջերմաստիճանի, խոնավության և օդի շարժման արագության պարամետրերը կարգավորվում են ՝ հաշվի առնելով ֆիզիկական աշխատանքի ծանրությունը ՝ թեթև, միջին և ծանր աշխատանք: Տարվա ցուրտ շրջանը բնութագրվում է արտաքին օդի միջին օրական ջերմաստիճանով +10°C-ից ցածր և տաք ժամանակահատվածով '+ 10°C և ավելի բարձր ջերմաստիճանով: ձմռանը ձմռանը ջերմաստիճանը նվազում է + 10 ° C-ից ցածր, իսկ ձմռանը ' + 10 ° C-ից ցածր:

Եղանակային պայմանները վերահսկելու համար օգտագործվում են սարքեր ՝ Ջերմաչափեր, ջերմագրիչ և զույգ ջերմաչափ; ակտինոմետր ճառագայթման ինտենսիվությունը չափելիս; հոգեմետր կամ հիդրոգրաֆ հարաբերական խոնավությունը չափելիս; անեմոմետր կամ կատաթերմաչափ ՝ օդի արագությունը չափելու համար:

## **Օդափոխություն**

Օդափոխությունը սարքերի համալիր է ' նորմալ օդերևութաբանական պայմաններ ապահովելու և արտադրական տարածքներից վնասակար նյութերը հեռացնելու համար:

Օդափոխությունը կարող է լինել բնական (օդափոխություն) և մեխանիկական ՝ կախված օդի շարժման եղանակից: Կախված օդափոխվող սենյակի ծավալից, առանձնանում են ընդհանուր փոխանակման և տեղական օդափոխությունը: Ընդհանուր փոխանակման օդափոխությունը ապահովում է օդի հեռացումը սենյակի ամբողջ ծավալից: Տեղական օդափոխությունը ապահովում է օդի փոխարինումը աղտոտման վայրում: Գործողության մեթոդով առանձնանում են մատակարարման, արտանետվող և մատակարարման և արտանետվող օդափոխությունը, ինչպես նաև վթարային օդափոխությունը: Արտակարգ իրավիճակների սենյակը նախատեսված է արտակարգ իրավիճակներում սենյակի գազազերծումը վերացնելու համար:

Մատակարարման օդի ծավալը պետք է հավասար լինի արտանետվող օդի ծավալին.օդափոխման համակարգի տարրերը պետք է պատշաճ կերպով տեղադրվեն սենյակում. օդի հոսքերը չպետք է բարձրացնեն փոշին և չպետք է առաջացնեն աշխատողների հիպոթերմիա. օդափոխման համակարգից աղմուկը չպետք է գերազանցի թույլատրելի մակարդակը: օդափոխման համակարգը պետք է ունենա հետևյալ պահանջները.

Օդափոխման սարքը հիմնված է օդի փոխանակման վրա, այսինքն ' սենյակի օդի ծավալը, որը փոխարինվում է ժամանակի միավորի L (մ/ժ):

Արդյունաբերության որոշ ճյուղերում կան արտադրության որոշակի տեսակներ, որտեղ անհնար է հաստատել միկրոկլիմայի թույլատրելի պայմանները ' արտադրական գործընթացի տեխնոլոգիական պահանջների կամ տնտեսապես հիմնավորված աննպատակահարմարության պատճառով (օրինակ ՝ մետալուրգիական, ցելյուլոզային և թղթե արտադրություն և այլն): Ակնհայտ է, որ անհնար է պայթուցիկ վառարանը կախել օդորակիչներով ' օդի ջերմաստիճանի թույլատրելի ցուցանիշներին հասնելու համար: Նման արտադրություններում միկրոկլիման միշտ անբարենպաստ կլինի։ Նման արտադրական տարածքներում աշխատանքային պայմանները պետք է համարվեն վնասակար և վտանգավոր: Աշխատողների վրա միկրոկլիմայի անբարենպաստ ազդեցությունը կանխելու համար գործատուն, համաձայն SanPiN 2.2.4.548-96 6.10 կետի, պարտավոր է օգտագործել պաշտպանիչ միջոցառումներ, ինչպիսիք են ' տեղական օդորակման համակարգերի օգտագործումը. օդային խեղդում; բարձր ջերմաստիճանի անբարենպաստ ազդեցության փոխհատուցումը միկրոկլիմայի այլ ցուցանիշների փոփոխությամբ. աշխատողներին համապատասխան արտահագուստի և անհատական \ u200b \ u200bպաշտպանության այլ միջոցների տրամադրում.; աշխատանքային ժամերի կարգավորման փոփոխություն, ներառյալ աշխատանքի ընդմիջումների սահմանումը, աշխատանքային օրվա կրճատումը, արձակուրդի տևողության ավելացումը և այլն:

SanPiN 2.2.4.548-96-ի հավելված 3-ը սահմանում է աշխատավայրերում աշխատողների գտնվելու ժամանակի սահմանափակումները 'թույլատրելի կարգավորող ցուցանիշներից օդի ջերմաստիճանի շեղման դեպքում' կախված աշխատանքի կատեգորիայից: Այսպիսով, 32,5 օդի ջերմաստիճանում և ia, Ib աշխատանքի կատեգորիաներում աշխատողները կարող են մնալ աշխատավայրում ոչ ավելի, քան 1 ժամ (անընդհատ կամ ընդհանուր առմամբ մեկ աշխատանքային հերթափոխի համար); աշխատողները, որոնց աշխատանքը պատկանում է IIA, IIb կատեգորիաներին, կարող են 1 ժամ մնալ աշխատավայրում 31,5 օդի ջերմաստիճանում; իսկ III կարգի աշխատանքներում աշխատողները կարող են աշխատել ոչ ավելի, քան 1 ժամ 30,5 օդի ջերմաստիճանում: Հետևաբար, եթե օդի ջերմաստիճանի նշված արժեքները գերազանցվեն, նույնիսկ ամենակարճ ժամանակը աշխատելն առնվազն անվտանգ չէ, նման պայմաններում աշխատելն ընդհանրապես նախատեսված չէ սանիտարական կանոններով: Դժբախտաբար, այս հավելվածը խորհրդատվական բնույթ է կրում և գործատուներին չի պարտավորեցնում խստորեն կատարել այն: Այնուամենայնիվ, նրա առաջարկությունները լիովին հիմնավորված են, և եթե գործատուն, որը չի ապահովում աշխատավայրերում միկրոկլիմայի թույլատրելի պայմաններ, չի ցանկանում կատարել առաջարկությունները, ապա նա պետք է այլ միջոցներ ձեռնարկի աշխատողներին պաշտպանելու համար Բարձր ջերմաստիճանի և միկրոկլիմայի այլ գործոնների անբարենպաստ ազդեցությունից: Եթե \ u200b \ u200bաշխատանքներում միկրոկլիմայի թույլատրելի պայմաններ չի ապահովում, ապա նա պետք է ձեռնարկի այլ միջոցներ ' աշխատողներին պաշտպանելու համար բարձր Գործատուն կարող է մեծացնել ընդմիջման տևողությունը մինչև երկու ժամ (Ռուսաստանի Դաշնության Աշխատանքային օրենսգրքի 128-րդ հոդված), քանի որ կազմակերպությունների ճնշող մեծամասնությունում այն \ u200b \ u200bմեկ ժամ է.իրենց ձեռնարկություններում և կազմակերպություններում ներկայացնել լրացուցիչ ընդմիջումներ. կրճատել աշխատանքային օրը: Ըստ Հ. 1 արվեստ Ռուսաստանի Դաշնության Աշխատանքային օրենսգրքի 109-ը աշխատանքի որոշակի տեսակների վրա նախատեսում է աշխատողներին տրամադրել հատուկ ընդմիջումներ աշխատանքային ժամերի ընթացքում ' տեխնոլոգիայի և արտադրության և աշխատանքի կազմակերպման պատճառով: Այդ աշխատանքների տեսակները, այդ ընդմիջումների տեւողությունը եւ տրամադրման կարգը սահմանվում են աշխատանքային ներքին կարգապահական կանոններով: Գործատուն, հաշվի առնելով արհմիութենական մարմնի կարծիքը, կարող է համապատասխան դրույթներ մտցնել այս կանոններում և սահմանել լրացուցիչ ընդմիջումներ: Բացի այդ, ոչ ոք չի խանգարում գործատուներին չափել օդի ջերմաստիճանը աշխատատեղերում և հրաման արձակել աշխատանքային օրվա կրճատման մասին ՝ SanPiN 2.2.4.548-96-ի հիման վրա: Այսպիսով, աշխատողներին ջերմության անբարենպաստ ազդեցությունից պաշտպանելու հնարավորություններ այժմ էլ կան։

# **Եզրակացություն**

Կլաստերավորումը մեքենայական ուսուցման և համակարգչային տեսողության կարևոր խնդիր է, որը թույլ է տալիս խմբավորել տվյալները՝ հիմնվելով դրանց նմանության վրա: K-means ալգորիթմը կլաստերավորման ամենահայտնի ալգորիթմներից մեկն է, որը թույլ է տալիս տվյալները բաժանել կլաստերների կանխորոշված ​​քանակի:

Օգտատիրոջ կողմից տրված պատկերների կլաստերավորման խնդիրը լուծելու համար Python-ում գրված կոդը կարող է օգտագործվել ոչ միայն իմ կողմից բերված օրինակի լուսանկարները մշակելու համար, այլ նաև այլ տեսակի տվյալներ հավաքելու համար, ինչպիսիք են տեքստը, ձայնային ֆայլերը, թվային տվյալները և այլն:

Այս կոդը կարող է կիրառվել տարբեր ոլորտներում, ինչպիսիք են փաստաթղթերի ավտոմատ դասակարգումը, շուկայի հետազոտությունը, բժշկական տվյալների վերլուծությունը, խոսքի ճանաչումը և շատ այլ ոլորտներ:

Այսպիսով, K-means կլաստերավորման ալգորիթմի օգտագործումը մեծ քանակությամբ տվյալների կազմակերպման արդյունավետ միջոց է և կարող է կիրառվել տարբեր ոլորտներում՝ խնդիրների լայն շրջանակ լուծելու համար:

# **Գրականություն**

1. Гвидо, Мюллер: Машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными, 185-225

2. Воронцов К.В. [Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования](http://www.ccas.ru/voron/download/Clustering.pdf). Курс лекций. МГУ, 2007.  
3. Jain A., Murty M., Flynn P. [Data Clustering: A Review](http://www.nd.edu/~flynn/papers/Jain-CSUR99.pdf). // ACM Computing Surveys. 1999. Vol. 31, no. 3.  
4. Котов А., Красильников Н. [Кластеризация данных](http://logic.pdmi.ras.ru/~yura/internet/02ia-seminar-note.pdf). 2006.  
5. Мандель И. Д. Кластерный анализ. — М.: Финансы и Статистика, 1988.  
6. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин — М.: Финансы и статистика, 1989.  
7. Информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных — [www.machinelearning.ru](http://www.machinelearning.ru/)  
8. Чубукова И.А. Курс лекций «Data Mining», Интернет-университет информационных технологий — [www.intuit.ru/department/database/datamining](http://www.intuit.ru/department/database/datamining/)

9. Кластеризация: алгоритмы k-means и c-means, <https://habr.com/en/articles/67078/>