Բովանդակությունը

[**1.**](#_heading=h.gjdgxs) **Ներածություն** 3

[2. Գրական ակնարկ 6](#_heading=h.30j0zll)

[2.1 Անլար կապի տեխնոլոգիաների էվոլյուցիան 6](#_heading=h.1fob9te)

[2.2 Իրերի արդյունաբերական ինտերնետի առաջացումը ( IIoT ) 7](#_heading=h.3znysh7)

[2.3 Հիմնական հասկացություններ և մարտահրավերներ 5G-IIoT ինտեգրման մեջ 7](#_heading=h.2et92p0)

[2.4 5G-IIoT ինտեգրման հնարավորություններն ու առավելությունները 7](#_heading=h.tyjcwt)

[2.5 Դեպքերի ուսումնասիրություն և օգտագործման դեպքեր 7](#_heading=h.3dy6vkm)

[2.6 Ամփոփում և բացերի վերլուծություն 8](#_heading=h.1t3h5sf)

[3. 5G-IIoT ինտեգրման տեխնիկական ասպեկտները 8](#_heading=h.4d34og8)

[3.1 5G տեխնոլոգիայի հիմնական գործառույթները 8](#_heading=h.2s8eyo1)

[3.2 Տեխնիկական նկատառումներ 5G-IIoT ինտեգրման համար 8](#_heading=h.17dp8vu)

[3.3 Ցանցի ճարտարապետության և տեղակայման նկատառումներ 9](#_heading=h.3rdcrjn)

[3.4 Վիզուալիզացիա և նկարազարդում 10](#_heading=h.26in1rg)

[4. 5G-IIoT ինտեգրման մարտահրավերներն ու հնարավորությունները 10](#_heading=h.lnxbz9)

[4.1 Մարտահրավերներ 10](#_heading=h.35nkun2)

[4.1.1 Ենթակառուցվածքային ներդրումներ. 10](#_heading=h.1ksv4uv)

[4.1.2 Փոխգործունակության խնդիրներ: 10](#_heading=h.44sinio)

[4.1.3 Անվտանգության մտահոգություններ. 10](#_heading=h.2jxsxqh)

[4.1.4 Տվյալների կառավարում և վերլուծություն: 11](#_heading=h.z337ya)

[4.1.5 Կարգավորման և Համապատասխանության հարցեր. 11](#_heading=h.3j2qqm3)

[4.2 Հնարավորություններ 11](#_heading=h.1y810tw)

[4.2.1 Բարելավված միացում: 11](#_heading=h.4i7ojhp)

[4.2.2 Իրական ժամանակում որոշումների կայացում. 11](#_heading=h.2xcytpi)

[4.2.3 Ընդլայնված ավտոմատացում: 11](#_heading=h.1ci93xb)

[4.2.4 Նորարար օգտագործման դեպքեր: 12](#_heading=h.3whwml4)

[4.2.5 Ընդարձակություն և ճկունություն: 12](#_heading=h.2bn6wsx)

[5. 5G-միացված IIoT- ի դեպքերի ուսումնասիրություններ և կիրառություններ 12](#_heading=h.qsh70q)

[5.1 Արտադրական արդյունաբերություն 12](#_heading=h.3as4poj)

[5.1.1 Կանխատեսող սպասարկում: 12](#_heading=h.1pxezwc)

[5.1.2 Խելացի գործարաններ: 12](#_heading=h.49x2ik5)

[5.2 Տրանսպորտային արդյունաբերություն 13](#_heading=h.2p2csry)

[5.2.1 Ինքնավար Տրանսպորտ : 13](#_heading=h.147n2zr)

[5.2.2 Նավատորմի կառավարում: 13](#_heading=h.3o7alnk)

[5.3 Առողջապահության արդյունաբերություն 13](#_heading=h.23ckvvd)

[5.3.1 Հեռավոր հիվանդի մոնիտորինգ : 13](#_heading=h.ihv636)

[5.3.2 Հեռաբժշկություն: 13](#_heading=h.32hioqz)

[5.4 Էներգետիկ արդյունաբերություն 14](#_heading=h.1hmsyys)

[5.4.1 Խելացի ցանցեր: 14](#_heading=h.41mghml)

[5.4.2 Ակտիվների կառավարում: 14](#_heading=h.2grqrue)

[5.5 Ամփոփում և վերլուծություն 14](#_heading=h.vx1227)

[6. 5G-IIoT ինտեգրման ապագա ուղղություններն ու հետևանքները 14](#_heading=h.3fwokq0)

[6.1 Զարգացող տեխնոլոգիաներ և միտումներ 14](#_heading=h.1v1yuxt)

[6.1.1 Եզրային հաշվարկ: 14](#_heading=h.4f1mdlm)

[6.1.2 AI և մեքենայական ուսուցում : 15](#_heading=h.2u6wntf)

[6.2 Արդյունաբերական տրանսֆորմացիայի հետևանքները 15](#_heading=h.19c6y18)

[6.2.1 Թվային փոխակերպում: 15](#_heading=h.3tbugp1)

[6.2.2 Բիզնես մոդելներ և արժեքային շղթաներ. 15](#_heading=h.28h4qwu)

[6.3 Մարտահրավերներ և նկատառումներ 15](#_heading=h.nmf14n)

[6.3.1 Կիբերանվտանգություն: 15](#_heading=h.37m2jsg)

[6.3.2 Կարգավորող շրջանակներ. 16](#_heading=h.1mrcu09)

[6.4 Էթիկական և սոցիալական հետևանքներ 16](#_heading=h.46r0co2)

[6.4.1 Գաղտնիություն և տվյալների կառավարում: 16](#_heading=h.2lwamvv)

[6.4.2 Ազդեցություն աշխատուժի վրա. 16](#_heading=h.111kx3o)

[6.5 Ամփոփում և եզրակացություն 16](#_heading=h.3l18frh)

[7. Եզրակացություն 17](#_heading=h.206ipza)

[7.1 Հիմնական բացահայտումների ամփոփում 17](#_heading=h.4k668n3)

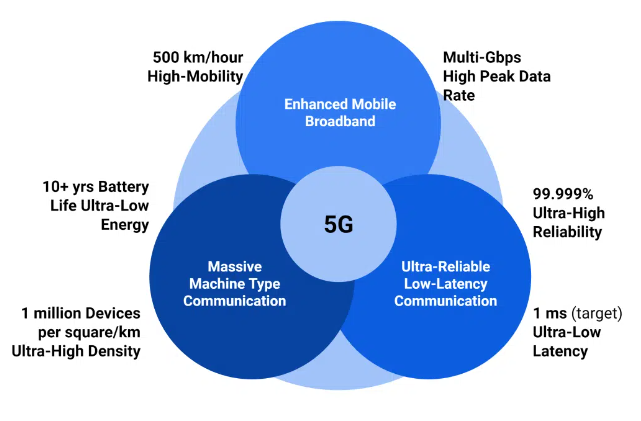
[7.2 Ներդրումներ և նշանակություն 17](#_heading=h.2zbgiuw)

[7.3 Առաջարկություններ 17](#_heading=h.1egqt2p)

[7.4 Եզրակացություն 18](#_heading=h.3ygebqi)

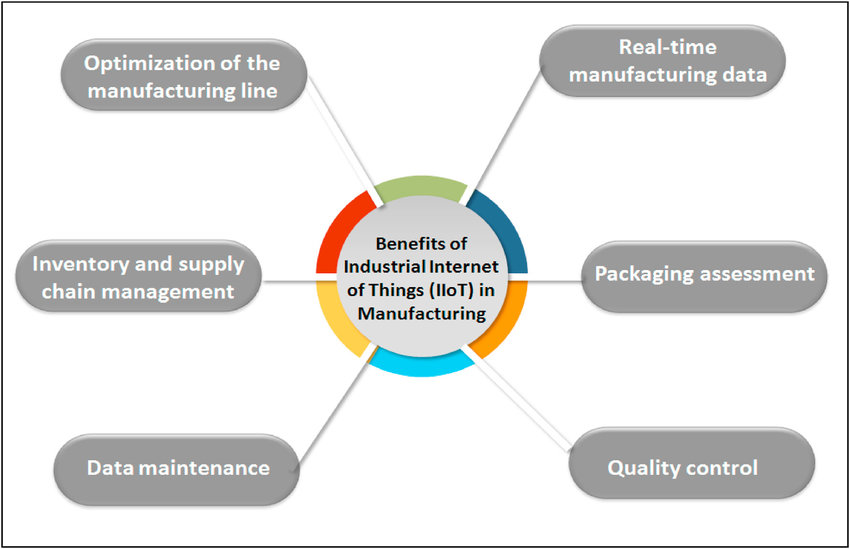
[**Օգտագործված գրականության ցանկ** 18](#_heading=h.2dlolyb)

# **Ներածություն**

Այս հետազոտությնունը միտված է ներկայացնելու 5Gցանցի ստեղծած հնարաորությունները Արդյունաբերական բանացանցերում(IIoT), ներկայացնելով  ինտեգրման հետ կապված պահանջները։ 5Gցանցի ինտեգրումը Արդյունաբերական բանացանցերում հնարավորություն է տալիս ստեղծել խելացի գործարաններ, որտեղ մեքենաները, սարքաորումները և սենսորները հաղորդակցվում են իրական ժամանակում։ Այս օպտիմիզացումը բարելավում է արտադրական գործընթացները, նվազեցնելով պարապուրդի ժամանակը և բարելավելով ընդհանուր գործառական արդյունավետությունը։ Այն մեծ ներուժ ունի հեղափոխելու արդյունաբերական գործընթացները, ավտոմատացումը և հաղորդակցությունը։ 5G ցանցերը ներկայացնում են բջջային կապի տեխնոլոգիայի վերջին էվոլյուցիան՝ խոստանալով զգալի առաջընթացներ նախորդ սերունդների համեմատ, ինչպիսին է 4G LTE-ը: Որը խոստանում է զգալի բարելավումներ իրականացնել ցանցի արագության, հզորության և հուսալիության մեջ [1](Նկար 1)։

Նկար1․ 5G ցանցի առանձնահատկությունները

5G-ն առաջարկում է տվյալների էապես ավելի բարձր արագություն, իսկ առավելագույն արագությունը հասնում է մինչև 20 գիգաբիթ/վրկ: Սա թույլ է տալիս շատ մեծ արագություններով ներբեռնումներ, բարձր հստակությամբ բովանդակության անխափան հոսք և տվյալների արագ փոխանցում: 5G ցանցերն ապահովում են շատ ցածր ուշացում՝ հասցնելով մինչև 1 միլիվայրկյան ( ms ): Այս գրեթե ակնթարթային արձագանքումը կարևոր է իրական ժամանակում այնպիսի ծրագրերի համար, ինչպիսիք են ինքնավար մեքենաները, հեռավար վիրաբուժությունը և արդյունաբերական ավտոմատացումը: 5G-ի միջոցով ցանցերը կարող են միաժամանակ աջակցել միացված սարքերի հսկայական քանակի` շնորհիվ այնպիսի գործառույթների, ինչպիսին է զանգվածային մեքենայական տիպի հաղորդակցությունը ( mMTC ): Այս ավելացված հզորությունը հնարավորություն է տալիս անխափան կապ ունենալ IoT սարքերի և հավելվածների լայն շրջանակի համար: 5G ցանցերն առաջարկում են բարձր հուսալիություն և ճկունություն՝ ապահովելով հետևողական կապ և արդյունավետություն նույնիսկ դժվարին միջավայրում:Իսկ արդեն Իրերի արդյունաբերական ինտերնետը ( IIoT ) վերաբերում է IoT տեխնոլոգիաների ինտեգրմանը արդյունաբերական գործընթացներին և գործառնություններին: Արդյունաբերական պարամետրերում IIoT-ն ընդգրկում է միացված սարքերի, սենսորների, մղիչների և կառավարման համակարգերի լայն շրջանակ, որոնք հավաքում են տվյալներ, վերահսկում են ակտիվները և հնարավորություն են տալիս ավտոմատացում և օպտիմալացում: IIoT- ի հիմնական առավելություններ է ավտոմատացում, գործողությունների հեռակա մոնիտորինգ և ընտրություն կատարելը տվյալների հիման վրա, հետևաբար՝ բարելավելով գործառնական արդյունավետությունը​[2](Նկար 2)։



Նկար2․ Իրերի արդյունաբերական ինտերնետի առավելությունները

Սենսորները և միացված սարքերը հավաքում են իրական ժամանակի տվյալներ այնպիսի պարամետրերի վերաբերյալ, ինչպիսիք են ջերմաստիճանը, ճնշումը, թրթռումը և կատարողականի ցուցանիշները արդյունաբերական սարքավորումներից և ակտիվներից: IIoT-ը հնարավորություն է տալիս ավտոմատացնել արդյունաբերական գործընթացները՝ թույլ տալով հեռակառավարման մոնիտորինգ, կառավարում և օպտիմիզացում գործառնությունների համար: IIoT սարքերից հավաքագրված տվյալները կարող են վերլուծվել՝ գործնական պատկերացումներ ստանալու, որոշումների կայացման վերաբերյալ տեղեկացված լինելու և արդյունավետության, արտադրողականության և որակի բարելավման համար: 5G ցանցերի ինտեգրումը IIoT-ին էական նշանակություն և պոտենցիալ ազդեցություն ունի արդյունաբերական գործընթացների և գործառնությունների համար.

**Անխափան միացում**. 5G-ի տվյալների փոխանցման բարձր արագությունը, ցածր հետաձգումը և մեծացված հզորությունը թույլ են տալիս անխափան կապ և հաղորդակցություն սարքերի, սենսորների և կառավարման համակարգերի միջև արդյունաբերական միջավայրերում:

**Իրական ժամանակում արձագանքողություն**. 5G ցանցերի ծայրահեղ ցածր ուշացումը թույլ է տալիս իրական ժամանակի մոնիտորինգ, վերահսկում և որոշումներ կայացնել՝ բարձրացնելով գործառնական արդյունավետությունն ու արձագանքողությունը արդյունաբերական գործընթացներում:

IIoT-ի կոնվերգենցիան հնարավորություն է տալիս փոխակերպվող ծրագրերի, ինչպիսիք են կանխատեսելի սպասարկումը, ինքնավար գործառնությունները և հեռավոր մոնիտորինգը, ինչը հանգեցնում է արդյունավետության բարելավմանը, ծախսերի կրճատմանը և արդյունաբերական միջավայրում ուժեղացված մրցունակությանը:

**Ավարտական աշխատանքի նպատակները ներառում են.**

IIoT- ի հետ 5G ցանցերի ինտեգրման տեխնիկական ասպեկտների ուսումնասիրություն , ներառյալ հիմնական գործառույթները, մարտահրավերները և հնարավորությունները:

IIoT- ի ազդեցությունը արդյունաբերական գործընթացների և գործառնությունների վրա՝ կենտրոնանալով արդյունավետության, արտադրողականության և նորարարության վրա:

- Ուսումնասիրելով իրական աշխարհի դեպքերի ուսումնասիրությունները և 5G-ով միացված IIoT-ի կիրառությունները տարբեր ոլորտներում, ինչպիսիք են արտադրությունը, էներգետիկան, տրանսպորտը և առողջապահությունը:

- Հետազոտելով 5G-IIoT ինտեգրման ապագա ուղղությունները և հետևանքները արդյունաբերական վերափոխման համար, ներառյալ զարգացող տեխնոլոգիաները, միտումները և հնարավորությունները:

**Ավարտական աշխատանքի շրջանակը ներառում է.**

IIoT հավելվածների և դրանց ինտեգրման վերաբերյալ առկա գրականության համապարփակ վերանայում :

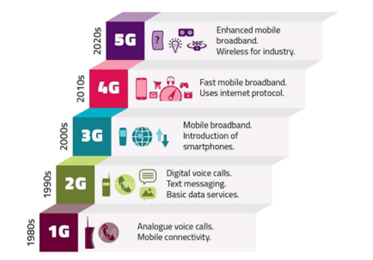
- 5G-IIoT ինտեգրման հետ կապված տեխնիկական ասպեկտների, մարտահրավերների և հնարավորությունների խորը վերլուծություն և քննարկում:

- Իրական աշխարհի դեպքերի ուսումնասիրություններ և կիրառություններ՝ 5G-ով միացված IIoT- ի գործնական հետևանքներն ու առավելությունները ցույց տալու համար :

- Արդյունաբերական կազմակերպությունների, քաղաքականություն մշակողների և հետազոտողների համար ապագա զարգացումների, միտումների և հետևանքների քննարկում:

# 2. Գրական ակնարկ

## 2.1 Անլար կապի տեխնոլոգիաների էվոլյուցիան

Այս պատմական ակնարկը ցույց է տալիս անլար կապի համակարգերի էվոլյուցիան 1G-ից մինչև 5G տեխնոլոգիայի ներկայիս դարաշրջանը: Սկսած 1895թ.-ին անլար հաղորդման ոլորտում Մարկոնիի անլար փոխանցման բեկումնային փորձերից, պատմությունը նավարկվում է առանցքային իրադարձությունների միջով, ներառյալ բջջային հեռախոսների հայտնվելը և բջջային ցանցերի հաջորդական սերունդների տեղակայումը: Էվոլյուցիայի յուրաքանչյուր փուլ ներդնում է նոր նորամուծություններ՝ միաժամանակ անդրադառնալով ներհատուկ մարտահրավերներին, ինչպիսիք են սպեկտրի բաշխումը և ենթակառուցվածքի ծախսերը: Այս պատմական ակնարկի միջոցով մենք պատկերացումներ ենք ձեռք բերում հասարակության վրա անլար հաղորդակցության փոխակերպիչ ազդեցության և ավելի արագ, ավելի արդյունավետ և մատչելի կապի շարունակական հետապնդման վերաբերյալ[3]​ ​(Նկար3​):

Նկար3​․​ Անլար կապի տեխնոլոգիաների էվոլյուցիան​

Առաջին սերնդի (1G) բջջային կապ.

Մարտին Կուպերի առաջին սերնդի բջջային հեռախոսի առաջացումը 1970-ականներին։ Անալոգային ազդանշանների ներդրում և այնպիսի համակարգերի տեղակայում, ինչպիսիք են AMPS, NMTS, TACS և ETACS:

Մարտահրավերները, ինչպիսիք են ձայնի վատ որակը և սահմանափակ շարժունակությունը, ընդգծեցին հետագա նորարարության անհրաժեշտությունը:

Երկրորդ սերունդ (2G).

Անցում թվային համակարգերի GSM-ով, CDMA-ով և SMS-ի ներդրմամբ:

Նորարարությունները, ինչպիսիք են GPRS-ը, EDGE-ը և CDMA2000-ը, ուղղված էին տվյալների փոխանցման ավելի բարձր տեմպերի և շարժական ինտերնետի ծառայությունների պահանջարկին:

Մարտահրավերները ներառում էին սպեկտրի բաշխումը և տարբեր ստանդարտների միջև փոխգործունակությունը:

Երրորդ սերունդ (3G).

UMTS-ի ներդրում և մուլտիմեդիա հնարավորություններով սմարթֆոնների տարածում։ Էվոլյուցիա դեպի 3.5G և ավելին՝ HSDPA, HSUPA և HSPA+ տեխնոլոգիաներով: Մարտահրավերները ներառում էին ենթակառուցվածքի ծախսերը և հին համակարգերի հետ համատեղելիության խնդիրները:

Չորրորդ սերնդի (4G) հեղափոխություն.

LTE-ի և LTE Advanced-ի տեղակայում, ինչը թույլ է տալիս զգալիորեն ավելի բարձր տվյալների փոխանցման արագություն և նվազեցված ուշացում: VoLTE-ի և առաջադեմ մուլտիմեդիա ծառայությունների ներդրումը նշանավորեց շարժական կապի պարադիգմային փոփոխություն: Մարտահրավերները, ինչպիսիք են սպեկտրի սակավությունը և թանկարժեք ենթակառուցվածքների արդիականացման անհրաժեշտությունը, շարունակվում էին:

Հինգերորդ սերնդի (5G) պարադիգմա.

Գերարագ ինտերնետի արագություն և նվազագույն ուշացում, որը խոստանում է 5G տեխնոլոգիան: Առաջադեմ տեխնոլոգիաների օգտագործում, ինչպիսիք են միլիմետրային ալիքները և փոքր բջիջները՝ միացման աճող պահանջները բավարարելու համար: Մարտահրավերները ներառում են սպեկտրի տեղաբաշխումը, ենթակառուցվածքի ծախսերը և անվտանգության ու գաղտնիության ապահովումն ավելի ու ավելի կապակցված աշխարհում:

Եզրակացություն:

Եզրակացությունն անդրադառնում է անլար կապի պատմական հետագծին՝ ընդգծելով տեխնոլոգիական նորարարության կրկնվող բնույթը և արդյունաբերության առջև ծառացած մշտական մարտահրավերները: Այն ընդգծում է անլար կապի փոխակերպիչ ազդեցությունը հասարակության վրա և ավելի արագ, հուսալի և մատչելի կապի շարունակական ձգտումը:

## 2.2 Իրերի արդյունաբերական ինտերնետի առաջացումը ( IIoT )

Իրերի արդյունաբերական ինտերնետի (IIoT) ի հայտ գալը ձևավորվել է տեխնոլոգիական առաջընթացների ժամանակացույցի և հիմնական ստանդարտների հաստատման շնորհիվ, ինչը հանգեցնում է դրա էվոլյուցիան արդյունաբերական միջավայրում փոխակերպող ուժի:

**IIoT-ի զարգացման ժամանակագրություն և ստանդարտներ**

**1980-2000-ականներ. Վաղ ցանցային տեխնոլոգիաներ**

- 1980-ականների վերջին և 1990-ականների սկզբին 10BASE-T Ethernet կապերը դարձան ամենալայն կիրառվող ստանդարտներից մեկը՝ առաջարկելով տվյալների փոխանցման արագություն մինչև 10 Մեգաբիթ/վրկ (Mbps):

- 1999թ.-ին 802.11b-ի նման անլար ցանցային տեխնոլոգիաների ստանդարտացումը նշանակալի տեղաշարժ նշանավորեց՝ ճանապարհ հարթելով Wi-Fi կապի և տվյալների փոխանցման ավելի արագ արագության համար:

**2010-ականներ. առաջընթաց բջջային ցանցերում**

- Բջջային ցանցերը զարգացել են վաղ 2G տեխնոլոգիաներից, որոնք ապահովում են մոտավորապես 0,1 Մբիթ/վ արագություն, մինչև ժամանակակից 5G ցանցեր, որոնք առաջարկում են 200 Մբիթ/վրկ կամ ավելի միացումներ:

- Ստանդարտներ, ինչպիսին է Narrowband IoT (NB-IoT), 4G-ի տարբերակ, որը հարմարեցված է IoT հավելվածների համար, ի հայտ են եկել՝ լուծելու IIoT տեղակայման հատուկ կարիքները:

**2020-ականներ. Հաջորդ սերնդի միացում**

- 2020 թվականին Wi-Fi 6E-ի ստեղծումը ներմուծեց էլ ավելի արագ արագություններ և բարելավված կատարողականություն՝ հնարավորություն տալով հուսալի միացում խիտ ռադիո միջավայրերում:

- Long Range Wide Area Network (LoRaWAN), ցածր էներգիայի, լայնածավալ ցանցի տեխնոլոգիա, որն աչքի է ընկել իր ունակությամբ՝ աջակցելու IIoT հավելվածները երկար հեռավորությունների վրա՝ նվազագույն էներգիայի սպառմամբ:

**IIoT առաջխաղացումների թվային վերլուծություն**

**Մշակման հզորություն և պահեստավորման հզորություն**

- Մուրի օրենքը, որը դիտարկվում է 1960-ականներից ի վեր, երկու տարին մեկ կրկնապատկում է միկրոչիպերի տրանզիստորի խտությունը, ինչը հանգեցնում է մշակման հզորության էքսպոնենցիալ աճի:

- Այսօր ժամանակակից պրոցեսորներն ի վիճակի են բարդ հաշվարկներ կատարել ծայրահեղ միջավայրերում, մինչդեռ պահպանման տեխնոլոգիաները թույլ են տալիս մի քանի տերաբայթ տվյալների կուտակում կոմպակտ ձևով, մեկ տերաբայթի համար $150-ից պակաս արժեքով:

**Սենսորների և շարժման տեխնոլոգիա**

- Թվային տեսախցիկների լուծաչափը տարիների ընթացքում նկատելի աճ է գրանցել՝ սմարթֆոնների ժամանակակից տեսախցիկներով, որոնք ի վիճակի են նկարահանել ավելի քան 48 միլիոն պիքսել պարունակող պատկերներ՝ 1994-ի 300 հազար պիքսելից մի փոքր ավելին:

- Գործարկիչները, որոնց օրինակը ռոբոտային զենքերն են, դարձել են ավելի բարդ՝ թույլ տալով զանազան առարկաների ճշգրիտ մանիպուլյացիա՝ առաջադեմ զգայական հնարավորություններով:

**Եզրակացություն**

IIoT-ի զարգացման ժամանակացույցը բնութագրվում է նորարարության և ստանդարտացման շարունակական ցիկլով, որը պայմանավորված է տեխնոլոգիական առաջընթացի անողոք տեմպերով: Լարային ցանցերի վաղ օրերից մինչև նոր սերնդի կապի ստանդարտների սկիզբը, յուրաքանչյուր կարևոր իրադարձություն առաջ է մղել IIoT-ն՝ բացելով արդյունաբերական միջավայրերում ավտոմատացման, արդյունավետության և տվյալների վրա հիմնված որոշումների կայացման նոր հնարավորություններ: Մինչ IIoT-ի ճանապարհորդությունը շարունակվում է, կազմակերպությունները պետք է ընդունեն այս առաջընթացները՝ միաժամանակ անդրադառնալով անվտանգության և փոխգործունակության մարտահրավերներին՝ միացված տեխնոլոգիայի փոխակերպող ներուժը լիովին իրացնելու համար:

## 2.3 Հիմնական հասկացություններ և մարտահրավերներ 5G-IIoT ինտեգրման մեջ

**Հիմնական հասկացությունները 5G-IIoT ինտեգրման մեջ**

1. **Ultra-Reliable Low-Latency Communication (URLLC):**

**Գերհուսալի ցածր հապաղումներով հաղորդակցություն**

URLLC-ը 5G ցանցերի հիմնական հատկանիշն է, որը թույլ է տալիս չափազանց ցածր ուշացում և բարձր հուսալիություն հաղորդակցություն, որը կարևոր է արդյունաբերական միջավայրերում իրական ժամանակում կիրառելու համար, ինչպիսիք են արդյունաբերական ավտոմատացումը, հեռակառավարումը և գործընթացի մոնիտորինգը:

**2. Massive Machine-Type Communication (mMTC):**

mMTC-ն թույլ է տալիս 5G ցանցերին աջակցել մեծ թվով միացված սարքերի, ինչը հնարավորություն է տալիս տեղակայել սենսորների, ակտուատորների և արդյունաբերական սարքավորումների խիտ ցանցերը IIoT հավելվածներում: Սա հեշտացնում է իրական ժամանակի մոնիտորինգը, տվյալների հավաքագրումը և արդյունաբերական գործընթացների և ակտիվների վերահսկումը:

**3. Ցանցի կտրում.**

Ցանցի կտրումը հնարավորություն է տալիս ստեղծել վիրտուալացված, մեկուսացված ցանցի հատվածներ մեկ ֆիզիկական ենթակառուցվածքի շրջանակներում, որոնցից յուրաքանչյուրը հարմարեցված է հատուկ պահանջներին, ինչպիսիք են թողունակությունը, հետաձգումը և հուսալիությունը: Սա թույլ է տալիս օպերատորներին արդյունավետորեն բաշխել ռեսուրսները և ապահովել հարմարեցված կապ տարբեր IIoT հավելվածների համար՝ տարբեր կարիքներով:

**4. Edge Computing:**

Edge computing-ը մշակման և վերլուծության հնարավորություններն ավելի է մոտեցնում տվյալների ստեղծման կետին՝ նվազեցնելով հետաձգումը և հնարավորություն տալով իրական ժամանակում որոշումներ կայացնել և վերահսկել IIoT հավելվածներում: Վերամշակելով տվյալները ցանցի եզրին, ավելի մոտ արդյունաբերական սարքերին և սենսորներին, եզրային հաշվարկը բարձրացնում է արձագանքման և արդյունավետությունը արդյունաբերական գործընթացներում:

**5. Անվտանգություն և գաղտնիություն.**

Անվտանգությունն ու գաղտնիությունը առաջնային են 5G-IIoT ինտեգրման մեջ՝ հաշվի առնելով արդյունաբերական տվյալների զգայուն բնույթը և անվտանգության խախտումների հնարավոր ազդեցությունը: Հիմնական հասկացությունները ներառում են անվտանգ նույնականացում, գաղտնագրում, մուտքի վերահսկում և անվտանգ սարքի կառավարում՝ ապահովելու IIoT տվյալների և համակարգերի գաղտնիությունը, ամբողջականությունը և հասանելիությունը:

**5G-IIoT ինտեգրման մարտահրավերները**

**1. Փոխգործունակություն.**

IIoT էկոհամակարգերում տարասեռ սարքերի, արձանագրությունների և հարթակների միջև փոխգործունակության ապահովումը նշանակալի մարտահրավեր է: Հին համակարգերի ինտեգրումը ժամանակակից 5G ցանցերի և IIoT սարքերի հետ պահանջում է ստանդարտացված արձանագրություններ, միջերեսներ և տվյալների ձևաչափեր՝ անխափան հաղորդակցությունը և տվյալների փոխանակումը հեշտացնելու համար:

**2. Ցանցի ծածկույթ և հուսալիություն.**

Արդյունաբերական միջավայրերում ամենուրեք ցանցի ծածկույթի և բարձր հուսալիության հասնելը կարող է դժվար լինել այնպիսի գործոնների պատճառով, ինչպիսիք են ազդանշանի թուլացումը, միջամտությունը և շրջակա միջավայրի պայմանները: Արդյունաբերական միջավայրերում 5G ենթակառուցվածքի, ներառյալ բազային կայանների և փոքր բջիջների տեղակայումը պահանջում է մանրակրկիտ պլանավորում և օպտիմիզացում՝ ապահովելու համապատասխան ծածկույթ և կատարում:

**3. Ընդարձակություն և ռեսուրսների կառավարում**.

5G ցանցերում մասշտաբայնության և ռեսուրսների բաշխման կառավարումը` IIoT-ի տեղակայման մեջ միացված սարքերի և հավելվածների աճող թվին աջակցելու համար բարդ խնդիր է: Ռեսուրսների արդյունավետ կառավարումը, ներառյալ սպեկտրի տեղաբաշխումը, թողունակության ապահովումը և ցանցի կտրումը, կարևոր է IIoT հավելվածների բազմազան պահանջները բավարարելու համար՝ միաժամանակ օպտիմալացնելով ցանցի կատարումն ու արդյունավետությունը:

**4. Տվյալների կառավարում և վերլուծություն.**

IIoT սարքերի կողմից ստեղծված հսկայական տվյալների կառավարումը և գործող պատկերացումների արդյունահանումը զգալի մարտահրավերներ են ստեղծում: Տվյալների արդյունավետ կառավարումը, պահպանումը, մշակումը և վերլուծությունը կարևոր են IIoT տվյալներից արժեք ստանալու և արդյունաբերական գործընթացներում տեղեկացված որոշումներ կայացնելու համար:

**5. Կանոնակարգային համապատասխանություն.**

Տվյալների գաղտնիության, անվտանգության և բնապահպանական կանոնակարգերի հետ կապված կարգավորող պահանջներին և արդյունաբերության ստանդարտներին համապատասխանելը կարևոր նշանակություն ունի IIoT տեղակայման ժամանակ: Կանոնակարգերի հետ համապատասխանության ապահովումը, ինչպիսիք են GDPR-ը, HIPAA-ն և ոլորտի հատուկ ստանդարտները, պահանջում են տվյալների կառավարման ամուր շրջանակներ, անվտանգության միջոցներ և լավագույն փորձի պահպանում:

## 2.4 5G-IIoT ինտեգրման հնարավորություններն ու առավելությունները

5G տեխնոլոգիան խոստումնալից փարոս է՝ իրերի արդյունաբերական ինտերնետի (IIoT) լանդշաֆտը հեղափոխելու համար՝ առաջարկելով բազմաթիվ առավելություններ և մի շարք հնարավորություններ՝ համեմատած իր նախորդի՝ 4G-ի հետ:

5G-ի առավելությունները IIoT-ում

1. Ընդլայնված արագություն և հզորություն

5G-ի տրամադրած արագության և հզորության թռիչքը անզուգական է, որն առաջարկում է տվյալների փոխանցման մինչև 10 անգամ ավելի արագ տեմպեր, քան 4G-ը: Թողունակության այս զգալի բարելավումը արդյունաբերություններին հնարավորություն է տալիս կայծակնային արագությամբ մշակել և փոխանցել հսկայական քանակությամբ տվյալներ:

5G ցանցերի ավելացված հզորությունը թույլ է տալիս արդյունաբերական էկոհամակարգերում միացված սարքերի էքսպոնենտալ աճը: Այս մասշտաբայնությունը ապահովում է անխափան միացում սենսորների, ակտուատորների և IIoT այլ սարքերի լայն զանգվածի համար՝ խթանելով տվյալների վրա հիմնված պատկերացումների և ավտոմատացման տարածումը արդյունաբերական տարբեր պարամետրերում:

2. Ստորին ուշացում

5G-ի առավել խորը առաջընթացներից մեկը 4G-ի նկատմամբ դրա ուշագրավ ցածր ուշացումն է, որը չափում է 1 միլիվայրկյանից պակաս: Այս գրեթե ակնթարթային արձագանքման ժամանակը չափազանց կարևոր է արդյունաբերական միջավայրերում հսկողության հետ կապված սցենարների համար, որտեղ մի քանի վայրկյանի որոշումները կարող են բոլոր փոփոխությունները կատարել արդյունավետության օպտիմալացման և անվտանգության ապահովման հարցում:

5G-ի կրճատված հապաղումը հնարավորություն է տալիս իրական ժամանակի հաղորդակցությանը և համակարգմանը փոխկապակցված սարքերի միջև՝ հեշտացնելով սինխրոն գործողությունները բարդ արտադրական գործընթացներում, ինքնավար մեքենաներում և առաքելության համար կարևոր այլ ծրագրերում:

3. Տեղակայման ճկունություն

5G ցանցերն առաջարկում են անզուգական ճկունություն տեղակայման մեջ՝ թույլ տալով ստեղծել ոչ հանրային ցանցեր, որոնք սովորաբար կոչվում են համալսարանական ցանցեր: Այս նվիրված ցանցերը բավարարում են արդյունաբերական և մունիցիպալ միջավայրերի եզակի պահանջները՝ տրամադրելով հարմարեցված կապի լուծումներ հատուկ օգտագործման դեպքերի և գործառնական կարիքների համար:

5G ցանցերի արագ տեղակայումը և ծախսարդյունավետ կարգավորումը դրանք դարձնում են իդեալական ընտրություն հեռավոր կամ դժվար վայրերում կապը ընդլայնելու համար, որտեղ ավանդական լարային ենթակառուցվածքը կարող է անիրագործելի կամ տնտեսապես անիրագործելի լինել: Այս հասանելիությունը արագացնում է IIoT լուծումների ընդունումը՝ հնարավորություն տալով կազմակերպություններին օգտագործել տվյալների վրա հիմնված պատկերացումները և ավտոմատացումը իրենց ողջ գործունեության ընթացքում:

IIoT-ում 5G-ի հնարավորությունները

1. Edge Computing-ի հզորացում

5G-ի ցածր հետաձգման և տվյալների փոխանցման բարձր արագությունների համադրությունը բացում է եզրային հաշվարկների ողջ ներուժը՝ հնարավորություն տալով տվյալների ապակենտրոնացված մշակումը ցանցի եզրին: Այս բաշխված հաշվողական պարադիգմը թույլ է տալիս իրական ժամանակում վերլուծել և որոշումներ կայացնել՝ նվազագույնի հասցնելով տվյալների՝ կենտրոնացված սերվերներ հետ ու առաջ ճանապարհորդելու անհրաժեշտությունը:

Աղբյուրին ավելի մոտ տվյալներ մշակելով՝ եզրային հաշվարկը նվազեցնում է հետաձգման և թողունակության օգտագործումը, օպտիմիզացնում է ցանցային ռեսուրսները և բարձրացնում IIoT հավելվածների արձագանքունակությունն ու արդյունավետությունը: Այս հնարավորությունը հատկապես արժեքավոր է այնպիսի սցենարների դեպքում, ինչպիսիք են կանխատեսելի սպասարկումը, որտեղ անհապաղ պատկերացումները կարող են կանխել ծախսատար պարապուրդը և սարքավորումների խափանումները:

2. Կիբեր-ֆիզիկական համակարգերի անխափան ինտեգրման հեշտացում

Կիբեր-ֆիզիկական համակարգերի անխափան ինտեգրումը IIoT-ում 5G-ի փոխակերպման ներուժի հիմքում է: Օգտագործելով ծայրամասային ամպային մոդելները և առաջադեմ ցանցային տեխնոլոգիաները՝ 5G ցանցերը ստեղծում են փոխկապակցված էկոհամակարգեր, որտեղ թվային և ֆիզիկական աշխարհներն անխափան կերպով միավորվում են:

Այս կոնվերգենցիան խթանում է փոխազդեցության նոր տարածքներ, որտեղ հավելվածները, ծառայությունները և խելացի սարքերը փոխազդում են իրական ժամանակում՝ լղոզելով վիրտուալ և ֆիզիկական միջավայրերի միջև սահմանները: Նման ինտեգրումը հիմք է հանդիսանում ապագա IIoT հավելվածների համար, որտեղ կիբեր-ֆիզիկական համակարգերը գործում են ներդաշնակորեն՝ խթանելու նորարարությունը, արդյունավետությունը և ճկունությունը արդյունաբերական գործառնություններում:

Եզրակացություն

Եզրափակելով, 5G տեխնոլոգիայի գալուստը ներկայացնում է իրերի արդյունաբերական ինտերնետի հնարավորությունների պարադիգմային փոփոխություն՝ բացելով արագության, հուսալիության և ճկունության աննախադեպ մակարդակներ: Խելացի գործարաններում իրական ժամանակի հսկողության ուժեղացումից մինչև ընդլայնված իրականության հավելվածներում ընկղմվող փորձի հնարավորություն տալը, 5G-ն արդյունաբերություններին հնարավորություն է տալիս օգտագործելու IIoT-ի ողջ ներուժը թվային դարաշրջանում նորարարության, արդյունավետության և մրցունակության խթանման համար: Քանի որ կազմակերպություններն ընդունում են 5G-ի փոխակերպման հնարավորությունները, IIoT-ում հնարավորի սահմանները շարունակում են ընդլայնվել՝ ճանապարհ հարթելով ապագայի համար, որը սահմանվում է կապված հետախուզության և անխափան ավտոմատացման միջոցով:

5G տեխնոլոգիան խոստումնալից փարոս է՝ իրերի արդյունաբերական ինտերնետի (IIoT) լանդշաֆտը հեղափոխելու համար՝ առաջարկելով բազմաթիվ առավելություններ և մի շարք հնարավորություններ՝ համեմատած իր նախորդի՝ 4G-ի հետ:

**5G-ի առավելությունները IIoT-ում**

**1. Ընդլայնված արագություն և հզորություն**

5G-ի տրամադրած արագության և հզորության թռիչքը անզուգական է, որն առաջարկում է տվյալների փոխանցման մինչև 10 անգամ ավելի արագ տեմպեր, քան 4G-ը: Թողունակության այս զգալի բարելավումը արդյունաբերություններին հնարավորություն է տալիս կայծակնային արագությամբ մշակել և փոխանցել հսկայական քանակությամբ տվյալներ:

5G ցանցերի ավելացված հզորությունը թույլ է տալիս արդյունաբերական էկոհամակարգերում միացված սարքերի էքսպոնենտալ աճը: Այս մասշտաբայնությունը ապահովում է անխափան միացում սենսորների, ակտուատորների և IIoT այլ սարքերի լայն զանգվածի համար՝ խթանելով տվյալների վրա հիմնված պատկերացումների և ավտոմատացման տարածումը արդյունաբերական տարբեր պարամետրերում:

**2. Ստորին ուշացում**

5G-ի առավել խորը առաջընթացներից մեկը 4G-ի նկատմամբ դրա ուշագրավ ցածր ուշացումն է, որը չափում է 1 միլիվայրկյանից պակաս: Այս գրեթե ակնթարթային արձագանքման ժամանակը չափազանց կարևոր է արդյունաբերական միջավայրերում հսկողության հետ կապված սցենարների համար, որտեղ մի քանի վայրկյանի որոշումները կարող են բոլոր փոփոխությունները կատարել արդյունավետության օպտիմալացման և անվտանգության ապահովման հարցում:

5G-ի կրճատված հապաղումը հնարավորություն է տալիս իրական ժամանակի հաղորդակցությանը և համակարգմանը փոխկապակցված սարքերի միջև՝ հեշտացնելով սինխրոն գործողությունները բարդ արտադրական գործընթացներում, ինքնավար մեքենաներում և առաքելության համար կարևոր այլ ծրագրերում:

**3. Տեղակայման ճկունություն**

5G ցանցերն առաջարկում են անզուգական ճկունություն տեղակայման մեջ՝ թույլ տալով ստեղծել ոչ հանրային ցանցեր, որոնք սովորաբար կոչվում են համալսարանական ցանցեր: Այս նվիրված ցանցերը բավարարում են արդյունաբերական և մունիցիպալ միջավայրերի եզակի պահանջները՝ տրամադրելով հարմարեցված կապի լուծումներ հատուկ օգտագործման դեպքերի և գործառնական կարիքների համար:

5G ցանցերի արագ տեղակայումը և ծախսարդյունավետ կարգավորումը դրանք դարձնում են իդեալական ընտրություն հեռավոր կամ դժվար վայրերում կապը ընդլայնելու համար, որտեղ ավանդական լարային ենթակառուցվածքը կարող է անիրագործելի կամ տնտեսապես անիրագործելի լինել: Այս հասանելիությունը արագացնում է IIoT լուծումների ընդունումը՝ հնարավորություն տալով կազմակերպություններին օգտագործել տվյալների վրա հիմնված պատկերացումները և ավտոմատացումը իրենց ողջ գործունեության ընթացքում:

**IIoT-ում 5G-ի հնարավորությունները**

**1. Edge Computing-ի հզորացում**

5G-ի ցածր հետաձգման և տվյալների փոխանցման բարձր արագությունների համադրությունը բացում է եզրային հաշվարկների ողջ ներուժը՝ հնարավորություն տալով տվյալների ապակենտրոնացված մշակումը ցանցի եզրին: Այս բաշխված հաշվողական պարադիգմը թույլ է տալիս իրական ժամանակում վերլուծել և որոշումներ կայացնել՝ նվազագույնի հասցնելով տվյալների՝ կենտրոնացված սերվերներ հետ ու առաջ ճանապարհորդելու անհրաժեշտությունը:

Աղբյուրին ավելի մոտ տվյալներ մշակելով՝ եզրային հաշվարկը նվազեցնում է հետաձգման և թողունակության օգտագործումը, օպտիմիզացնում է ցանցային ռեսուրսները և բարձրացնում IIoT հավելվածների արձագանքունակությունն ու արդյունավետությունը: Այս հնարավորությունը հատկապես արժեքավոր է այնպիսի սցենարների դեպքում, ինչպիսիք են կանխատեսելի սպասարկումը, որտեղ անհապաղ պատկերացումները կարող են կանխել ծախսատար պարապուրդը և սարքավորումների խափանումները:

2. Կիբեր-ֆիզիկական համակարգերի անխափան ինտեգրման հեշտացում

Կիբեր-ֆիզիկական համակարգերի անխափան ինտեգրումը IIoT-ում 5G-ի փոխակերպման ներուժի հիմքում է: Օգտագործելով ծայրամասային ամպային մոդելները և առաջադեմ ցանցային տեխնոլոգիաները՝ 5G ցանցերը ստեղծում են փոխկապակցված էկոհամակարգեր, որտեղ թվային և ֆիզիկական աշխարհներն անխափան կերպով միավորվում են:

Այս կոնվերգենցիան խթանում է փոխազդեցության նոր տարածքներ, որտեղ հավելվածները, ծառայությունները և խելացի սարքերը փոխազդում են իրական ժամանակում՝ լղոզելով վիրտուալ և ֆիզիկական միջավայրերի միջև սահմանները: Նման ինտեգրումը հիմք է հանդիսանում ապագա IIoT հավելվածների համար, որտեղ կիբեր-ֆիզիկական համակարգերը գործում են ներդաշնակորեն՝ խթանելու նորարարությունը, արդյունավետությունը և ճկունությունը արդյունաբերական գործառնություններում:

**Եզրակացություն**

Եզրափակելով, 5G տեխնոլոգիայի գալուստը ներկայացնում է իրերի արդյունաբերական ինտերնետի հնարավորությունների պարադիգմային փոփոխություն՝ բացելով արագության, հուսալիության և ճկունության աննախադեպ մակարդակներ: Խելացի գործարաններում իրական ժամանակի հսկողության ուժեղացումից մինչև ընդլայնված իրականության հավելվածներում ընկղմվող փորձի հնարավորություն տալը, 5G-ն արդյունաբերություններին հնարավորություն է տալիս օգտագործելու IIoT-ի ողջ ներուժը թվային դարաշրջանում նորարարության, արդյունավետության և մրցունակության խթանման համար: Քանի որ կազմակերպություններն ընդունում են 5G-ի փոխակերպման հնարավորությունները, IIoT-ում հնարավորի սահմանները շարունակում են ընդլայնվել՝ ճանապարհ հարթելով ապագայի համար, որը սահմանվում է կապված հետախուզության և անխափան ավտոմատացման միջոցով:

## 2.5 Դեպքերի ուսումնասիրություն և օգտագործման դեպքեր

Օգտագործման դեպք 1. Կանխատեսելի սպասարկում

Համառոտ նկարագիր. Արտադրող ընկերությունն օգտագործում է 5G-ով միացված IIoT սենսորները, որոնք ներկառուցված են արտադրական մեքենաներում՝ իրական ժամանակում վերահսկելու սարքավորումների առողջությունը:

Իրականացում. սենսորները հավաքում են տվյալներ ջերմաստիճանի, թրթռումների և այլ հիմնական ցուցանիշների վերաբերյալ, որոնք փոխանցվում են 5G ցանցերի միջոցով ամպի վրա հիմնված վերլուծական հարթակներ:

Առավելությունները. Կանխատեսող սպասարկման ալգորիթմները վերլուծում են տվյալները՝ հայտնաբերելու անոմալիաները և կանխատեսելու սարքավորումների խափանումները նախքան դրանք տեղի ունենալը, նվազագույնի հասցնելով պարապուրդը, նվազեցնելով պահպանման ծախսերը և օպտիմալացնելով ակտիվների օգտագործումը:

Օգտագործեք դեպք 2. Խելացի գործարաններ

Համառոտ նկարագիր. Գործարանն ընդունում է 5G-ով միացված IIoT լուծումներ՝ խելացի արտադրական միջավայր ստեղծելու համար:

Իրականացում. 5G ցանցերը միացնում են բազմաթիվ սենսորներ, ռոբոտներ և կառավարման համակարգեր գործարանի հատակով, ինչը հնարավորություն է տալիս իրական ժամանակում վերահսկել, վերահսկել և օպտիմիզացնել արտադրական գործընթացները:

Առավելությունները. Բարելավված արդյունավետություն, ճկունություն և ճկունություն արտադրական գործառնություններում, այնպիսի առավելություններով, ինչպիսիք են ցիկլի ժամանակի կրճատումը, որակի ուժեղացված վերահսկողությունը և փոփոխվող արտադրության պահանջներին հարմարվողականության բարձրացումը:

2. Տրանսպորտային արդյունաբերություն

Օգտագործեք դեպք 3. Ինքնավար տրանսպորտային միջոցներ

Համառոտ նկարագիր. Ավտոմոբիլային ընկերություն մշակում է ինքնավար մեքենաներ, որոնք սնուցվում են 5G կապով:

Իրականացում. 5G ցանցերը հնարավորություն են տալիս իրական ժամանակի հաղորդակցություն տրանսպորտային միջոցների, ենթակառուցվածքների և ամպի վրա հիմնված կառավարման համակարգերի միջև՝ հեշտացնելով այնպիսի գործառույթներ, ինչպիսիք են նավիգացիան, բախումներից խուսափելը և երթևեկության կառավարումը:

Առավելությունները. բարելավված անվտանգություն, արդյունավետություն և հարմարավետություն ճանապարհին, այնպիսի առավելություններով, ինչպիսիք են վթարների նվազեցումը, երթևեկության օպտիմալացված հոսքը և ուղևորների բարելավված փորձը:

Օգտագործեք դեպք 4. նավատորմի կառավարում

Համառոտ նկարագիր. Լոգիստիկ ընկերությունն օգտագործում է 5G-ով միացված IIoT լուծումներ՝ նավատորմի կառավարման գործառնությունները օպտիմալացնելու համար:

Իրականացում. 5G ցանցերը միացնում են տրանսպորտային միջոցները, բեռների բեռնարկղերը և լոգիստիկ հանգույցները՝ հնարավորություն տալով իրական ժամանակում հետևել, մոնիտորինգ և օպտիմալացնել բեռնափոխադրումների և առաքման ուղիները:

Առավելությունները. Բարելավված տեսանելիություն, արդյունավետություն և հուսալիություն լոգիստիկ գործառնություններում, այնպիսի առավելություններով, ինչպիսիք են տարանցման ժամանակի կրճատումը, վառելիքի ցածր սպառումը և մատակարարման շղթայի ուժեղացված ճկունությունը:

3. Առողջապահության արդյունաբերություն

Օգտագործեք դեպք 5. Հիվանդի հեռակառավարման մոնիտորինգ

Համառոտ նկարագիր. Առողջապահության մատակարարը իրականացնում է 5G-ով միացված IIoT լուծումներ՝ հիվանդների հեռավոր մոնիտորինգի համար:

Իրականացում․ բիոսենսորներով հագեցված կրելի սարքերը հավաքում են առողջական տվյալներ, ինչպիսիք են սրտի հաճախությունը, արյան ճնշումը և գլյուկոզայի մակարդակը, որը փոխանցվում է 5G ցանցերի միջոցով առողջապահական ծառայություններ մատուցողներին՝ իրական ժամանակում մոնիտորինգի և միջամտության համար։

Օգուտներ. հիվանդի արդյունքների բարելավում, առողջապահական ծախսերի կրճատում և առողջապահական ծառայությունների բարելավված հասանելիություն՝ օգուտներով, ինչպիսիք են առողջական խնդիրների վաղ հայտնաբերումը, ակտիվ միջամտությունները և հիվանդանոցային հետընդունումների կրճատումը:

Օգտագործեք դեպք 6. Հեռաբժշկություն

Համառոտ նկարագիր. Հեռաբժշկության պլատֆորմը օգտագործում է 5G կապի հնարավորություն՝ հեռավար խորհրդատվությունների և բժշկական պրոցեդուրաների համար:

Իրականացում. 5G ցանցերն ապահովում են բարձր արագությամբ, ցածր ուշացման միացում իրական ժամանակում վիդեոկոնֆերանսների, բժշկական պատկերների և ախտորոշիչ ծառայությունների համար հիվանդների և բուժաշխատողների միջև:

Առավելությունները. Առողջապահական ծառայությունների հասանելիության բարձրացում, հիվանդների արդյունքների բարելավում և առողջապահական անհամամասնությունների նվազում՝ օգուտներով, ինչպիսիք են հեռահար ախտորոշումը, բուժումը և խորհրդատվությունը, հատկապես անբավարար կամ հեռավոր տարածքներում:

4. Էներգետիկ արդյունաբերություն

Օգտագործեք դեպք 7. Խելացի ցանցեր

Համառոտ նկարագիր. Կոմունալ ծառայություններ մատուցող ընկերությունն ընդունում է 5G-ով միացված IIoT լուծումներ՝ արդիականացնելու իր էլեկտրացանցային ենթակառուցվածքը:

Իրականացում. 5G ցանցերը միացնում են խելացի հաշվիչները, ենթակայանները և էլեկտրաէներգիայի արտադրության օբյեկտները՝ հնարավորություն տալով իրական ժամանակի մոնիտորինգ, վերահսկում և օպտիմալացում էներգիայի բաշխման և սպառման համար:

Առավելությունները. Ցանցի հուսալիության, արդյունավետության և ճկունության բարձրացում՝ օգուտներով, ինչպիսիք են կրճատված անջատումները, բարելավված էներգաարդյունավետությունը և վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների ուժեղացված ինտեգրումը:

Օգտագործեք դեպք 8. Ակտիվների կառավարում

Համառոտ նկարագիր. Էներգետիկ ընկերությունն օգտագործում է 5G-ով միացված IIoT լուծումներ ակտիվների կառավարման և կանխատեսելի սպասարկման համար:

Իրականացում. 5G ցանցերը միացնում են սենսորները և մոնիտորինգի սարքերը, որոնք տեղադրված են կարևոր ենթակառուցվածքային ակտիվների վրա, ինչպիսիք են էլեկտրակայանները, խողովակաշարերը և հաղորդման գծերը, ինչը հնարավորություն է տալիս իրական ժամանակի մոնիտորինգ իրականացնել ակտիվների առողջության և կատարողականի վրա:

Առավելությունները. Ակտիվների հուսալիության, երկարակեցության և կատարողականի բարելավում, այնպիսի առավելություններով, ինչպիսիք են պարապուրդի կրճատումը, սպասարկման օպտիմիզացված գրաֆիկները և ուժեղացված անվտանգությունն ու համապատասխանությունը:

## 2.6 Ամփոփում և բացերի վերլուծություն

Ամփոփեք գրականության վերանայման հիմնական արդյունքները և կատարեք բացերի վերլուծություն՝ բացահայտելու այն ոլորտները, որտեղ անհրաժեշտ է հետագա հետազոտություն: Ընդգծեք գիտելիքների բացերը, չլուծված խնդիրները և ապագա հետազոտությունների և նորարարությունների հնարավորությունները 5G-IIoT ինտեգրման ոլորտում:

# 3. 5G-IIoT ինտեգրման տեխնիկական ասպեկտները

## 3.1 5G տեխնոլոգիայի հիմնական գործառույթները

Սկսեք քննարկելով 5G տեխնոլոգիայի հիմնական գործառույթները և ինչպես են դրանք հեշտացնում ինտեգրումը Իրերի արդյունաբերական ինտերնետին ( IIoT ): Նշեք հիմնական հատկանիշները, ինչպիսիք են.

- mmWave ընդդեմ Sub-6 GHz հաճախականությունների. Բացատրեք mmWave-ի և sub-6 GHz հաճախականությունների միջև եղած տարբերությունները , դրանց համապատասխան առավելություններն ու սահմանափակումները և դրանց համապատասխանությունը արդյունաբերական միջավայրերում տարբեր օգտագործման դեպքերի համար:

- Ցանցի կտրատում. Քննարկեք ցանցի կտրման հայեցակարգը և այն, թե ինչպես է այն հնարավորություն տալիս ստեղծել վիրտուալացված, մեկուսացված ցանցի հատվածներ, որոնք հարմարեցված են IIoT-ի հատուկ հավելվածներին և պահանջներին:

- Edge Computing. ուսումնասիրեք եզրային հաշվարկների ինտեգրումը 5G ցանցերի հետ և ինչպես է այն հնարավորություն տալիս իրական ժամանակում մշակել, վերլուծել և որոշումներ կայացնել ցանցի եզրին, նվազեցնելով ուշացումը և բարձրացնելով արձագանքման հնարավորությունը IIoT հավելվածների համար:

## 3.2 Տեխնիկական նկատառումներ 5G-IIoT ինտեգրման համար

Ավելի խորը ուսումնասիրեք 5G ցանցերը IIoT-ի հետ ինտեգրելու տեխնիկական նկատառումները , ներառյալ՝

- Անվտանգության արձանագրություններ. Քննարկեք անվտանգության կարևորությունը IIoT տեղակայման մեջ և ուսումնասիրեք անվտանգության արձանագրություններն ու մեխանիզմները՝ ապահովելու տվյալների գաղտնիությունը, ամբողջականությունը և իսկությունը 5G-ով միացված IIoT համակարգերում:

IIoT էկոհամակարգերում տարասեռ սարքերի, սենսորների և հարթակների միջև անխափան հաղորդակցության և ինտեգրման համար :

IIoT հավելվածների հուսալիությունը, հասանելիությունը և կատարումը 5G ցանցերում, հատկապես առաքելության կարևոր և հետաձգման նկատմամբ զգայուն օգտագործման դեպքերի համար:

## 3.3 Ցանցի ճարտարապետության և տեղակայման նկատառումներ

Քննարկեք ցանցի ճարտարապետությունը և տեղակայման նկատառումները 5G-ով միացված IIoT տեղակայումների համար, ներառյալ.

- Բջջային ենթակառուցվածք. Վերլուծեք 5G բազային կայանների, փոքր բջիջների և բաշխված ալեհավաքային համակարգերի (DAS) տեղակայումը` արդյունաբերական միջավայրերում IIoT հավելվածների համար ծածկույթ և հզորություն ապահովելու համար:

- Backhaul և Fronthaul Networks. Ուսումնասիրեք backhaul և fronthaul ցանցային ճարտարապետությունները՝ 5G բազային կայանները հիմնական ցանցերին և եզրային հաշվողական ռեսուրսներին միացնելու համար՝ ապահովելով տվյալների բարձր արագության փոխանցում և ցածր լատենտային հաղորդակցություն:

- Cloud and Edge Integration. Քննարկեք ամպային և ծայրամասային հաշվողական ռեսուրսների ինտեգրումը 5G ցանցերի հետ, և ինչպես է այն հնարավորություն տալիս IIoT տվյալների բաշխված մշակումն ու վերլուծությունը աջակցել իրական ժամանակում որոշումների կայացմանը և վերահսկմանը:

## 3.4 Վիզուալիզացիա և նկարազարդում

Տրամադրեք տեսողական օժանդակ միջոցներ, դիագրամներ և նկարազարդումներ՝ օգնելու պատկերացնել 5G-IIoT ինտեգրման տեխնիկական ասպեկտները, ներառյալ ցանցային ճարտարապետությունները, տեղակայման սցենարները և տվյալների հոսքի դիագրամները: Օգտագործեք այս վիզուալները բարդ հասկացությունների և տեխնոլոգիաների ըմբռնումն ու հստակությունը բարելավելու համար:

# 4. 5G-IIoT ինտեգրման մարտահրավերներն ու հնարավորությունները

## 4.1 Մարտահրավերներ

### 4.1.1 Ենթակառուցվածքային ներդրումներ.

- Քննարկեք զգալի ներդրումները, որոնք անհրաժեշտ են 5G ենթակառուցվածքի տեղակայման համար, որոնք կարող են աջակցել IIoT հավելվածներին, ներառյալ բազային կայանների կառուցումը, արդիականացման backhaul ցանցերը և ներդրման եզրային հաշվողական հնարավորությունները:

### 4.1.2 Փոխգործունակության խնդիրներ:

IIoT էկոհամակարգի տարբեր սարքերի, արձանագրությունների և հարթակների միջև անխափան փոխգործունակության ապահովման հետ կապված մարտահրավերները և քննարկեք ստանդարտացված արձանագրությունների և միջերեսների կարևորությունը:

### 4.1.3 Անվտանգության մտահոգություններ.

IIoT-ի տեղակայման հետ կապված անվտանգության խոցելիությունը և ռիսկերը , ներառյալ տվյալների խախտումները, չարտոնված մուտքը և չարամիտ ծրագրերի հարձակումները, և քննարկեք անվտանգության կայուն միջոցների կարևորությունը, ինչպիսիք են գաղտնագրումը, նույնականացումը և անվտանգ սարքի կառավարումը:

### 4.1.4 Տվյալների կառավարում և վերլուծություն:

- Բացահայտեք մարտահրավերները՝ կապված 5G-ով ապահովված IIoT սարքերի կողմից ստեղծված հսկայական քանակությամբ տվյալների կառավարման և վերլուծության հետ, ներառյալ պահեստավորումը, մշակումը և գործնական պատկերացումների արդյունահանումը, և քննարկեք առաջադեմ վերլուծական գործիքների և տեխնիկայի անհրաժեշտությունը:

### 4.1.5 Կարգավորման և Համապատասխանության հարցեր.

- Քննարկեք կարգավորող պահանջները և արդյունաբերության ստանդարտները՝ կապված տվյալների գաղտնիության, անվտանգության և բնապահպանական կանոնակարգերի հետ, և ուսումնասիրեք մարտահրավերները՝ կապված այնպիսի կանոնակարգերի, ինչպիսիք են GDPR-ը, HIPAA-ն և ոլորտի հատուկ ստանդարտներին համապատասխանությունն ապահովելու համար:

## 4.2 Հնարավորություններ

### 4.2.1 Բարելավված միացում:

- Բացահայտեք, թե ինչպես են 5G ցանցերն առաջարկում տվյալների ավելի բարձր արագություն, ավելի ցածր ուշացում և ավելի մեծ հզորություն՝ համեմատած նախորդ սերունդների հետ՝ թույլ տալով անխափան կապ և հաղորդակցություն IIoT հավելվածների համար արդյունաբերական միջավայրերում:

### 4.2.2 Իրական ժամանակում որոշումների կայացում.

- Քննարկեք, թե ինչպես են 5G ցանցերի ծայրահեղ ցածր հետաձգումը և բարձր հուսալիությունը հնարավորություն են տալիս իրական ժամանակում մոնիտորինգ, վերահսկում և որոշումներ կայացնել արդյունաբերական գործընթացներում՝ բարձրացնելով գործառնական արդյունավետությունն ու արձագանքողությունը:

### 4.2.3 Ընդլայնված ավտոմատացում:

- Վերլուծեք, թե ինչպես է 5G-ով միացված IIoT-ն նպաստում արդյունաբերական գործընթացների ավտոմատացման ավելի մեծ մակարդակներին՝ նվազեցնելով ձեռքի միջամտությունից կախվածությունը և բարելավելով արդյունավետությունն ու արտադրողականությունը:

### 

### 4.2.4 Նորարար օգտագործման դեպքեր:

- Բացահայտեք նորարարական օգտագործման դեպքերն ու հավելվածները, որոնք միացված են 5G-ով միացված IIoT- ով , ինչպիսիք են կանխատեսելի սպասարկումը, ինքնավար գործառնությունները, հեռակառավարման մոնիտորինգը և մատակարարման շղթայի օպտիմալացումը, և քննարկեք դրանց հնարավոր ազդեցությունը արդյունաբերական գործունեության վրա:

### 4.2.5 Ընդարձակություն և ճկունություն:

- Քննարկեք, թե ինչպես են 5G ցանցերը նախագծված՝ բավարարելու IIoT տեղակայման աճող պահանջները՝ աջակցելով միացված սարքերի և հավելվածների զանգվածային թվով տարբեր պահանջներով, և ընձեռելով ընդլայնելիություն և ճկունություն արդյունաբերական պարամետրերում:

# 5. 5G-միացված IIoT- ի դեպքերի ուսումնասիրություններ և կիրառություններ

## 5.1 Արտադրական արդյունաբերություն

### 5.1.1 Կանխատեսող սպասարկում:

- Բացահայտեք, թե ինչպես են արտադրողները օգտագործում 5G-ով միացված IIoT-ը կանխատեսելի սպասարկման համար՝ օգտագործելով մեքենաների մեջ ներկառուցված սենսորների իրական ժամանակի տվյալները՝ կանխատեսելու և կանխելու սարքավորումների խափանումները, նվազագույնի հասցնելու պարապուրդը և օպտիմալացնելու սպասարկման գրաֆիկները:

### 5.1.2 Խելացի գործարաններ:

- Քննարկեք խելացի գործարանների հայեցակարգը, որոնք սնուցվում են 5G-ով միացված IIoT- ով , որտեղ փոխկապակցված սարքերը, սենսորները և կառավարման համակարգերը հնարավորություն են տալիս անխափան հաղորդակցություն, իրական ժամանակի մոնիտորինգ և հարմարվողական արտադրական գործընթացներ՝ հանգեցնելով բարելավված արդյունավետության և արտադրողականության:

## 5.2 Տրանսպորտային արդյունաբերություն

### 5.2.1 Ինքնավար Տրանսպորտ :

- Վերլուծեք, թե ինչպես է 5G կապը հեշտացնում հաղորդակցությունը ինքնավար մեքենաների և ենթակառուցվածքների միջև՝ հնարավորություն տալով իրական ժամանակում նավիգացիան, բախումներից խուսափելը և երթևեկության կառավարումը և քննարկել ճանապարհային անվտանգության և երթևեկության արդյունավետության վրա հնարավոր ազդեցությունը:

### 5.2.2 Նավատորմի կառավարում:

- Քննարկեք, թե ինչպես է 5G-ով միացված IIoT-ն հնարավորություն է տալիս իրական ժամանակում հետևել և վերահսկել տրանսպորտային միջոցների և բեռնափոխադրումների ոլորտում տրանսպորտային ոլորտում, օպտիմալացնելով երթուղու պլանավորումը, բարելավելով վառելիքի արդյունավետությունը և ընդլայնելով լոգիստիկ գործողությունները:

## 5.3 Առողջապահության արդյունաբերություն

### 5.3.1 Հեռավոր հիվանդի մոնիտորինգ :

- Բացահայտեք, թե ինչպես են առողջապահական ծառայություններ մատուցողները օգտագործում 5G-ով միացված IIoT-ը հիվանդների հեռավոր մոնիտորինգի համար՝ օգտագործելով կրելի սարքեր և սենսորներ՝ իրական ժամանակում կենսական նշաններ և առողջական տվյալներ հավաքելու համար՝ հնարավորություն տալով առողջապահական պրոակտիվ միջամտություններին և բարելավելով հիվանդների արդյունքները:

### 5.3.2 Հեռաբժշկություն:

IIoT- ի դերը հեռաբժշկության կիրառությունները, ինչպիսիք են հեռահար խորհրդատվությունները, վիրտուալ կլինիկաները և վիրաբուժական պրոցեդուրաները, առողջապահական ծառայությունների հասանելիությունը բարելավելու և առողջապահական անհամամասնությունները նվազեցնելու գործում:

## 5.4 Էներգետիկ արդյունաբերություն

### 5.4.1 Խելացի ցանցեր:

- Վերլուծեք, թե ինչպես են կոմունալ ծառայությունները օգտագործում 5G-ով միացված IIoT-ը խելացի ցանցերի կիրառման համար, ինչպիսիք են էներգիայի արտադրության, բաշխման և սպառման իրական ժամանակի մոնիտորինգը, էներգաարդյունավետության օպտիմալացումը և ցանցի հուսալիությունն ու ճկունությունը:

### 5.4.2 Ակտիվների կառավարում:

- Քննարկեք, թե ինչպես են էներգետիկ ընկերությունները օգտագործում 5G-ով միացված IIoT ակտիվների կառավարման համար, հետևում են ենթակառուցվածքային ակտիվների վիճակին և կատարողականին, ինչպիսիք են էլեկտրակայանները, ենթակայանները և խողովակաշարերը, օպտիմալացնելով սպասարկման ժամանակացույցերը և երկարացնելով ակտիվների կյանքի ցիկլերը:

## 5.5 Ամփոփում և վերլուծություն

IIoT-ի դեպքերի ուսումնասիրություններից և կիրառություններից տարբեր ոլորտներում:

- Վերլուծեք ընդհանուր թեմաները, հաջողության գործոնները և մարտահրավերները, որոնց բախվում են 5G-ով ապահովված IIoT լուծումներ տեղակայող կազմակերպությունները և քննարկեք արդյունաբերական վերափոխման և նորարարության հետևանքները:

# 6. 5G-IIoT ինտեգրման ապագա ուղղություններն ու հետևանքները

## 6.1 Զարգացող տեխնոլոգիաներ և միտումներ

### 6.1.1 Եզրային հաշվարկ:

- Քննարկեք եզրային հաշվարկների աճող կարևորությունը 5G-ով միացված IIoT տեղակայումներում և ուսումնասիրեք զարգացող միտումները, ինչպիսիք են եզրային AI-ն և եզրային վերլուծությունը, որոնք հնարավորություն են տալիս իրական ժամանակում մշակել և վերլուծել տվյալների ցանցի եզրին, նվազեցնելով ուշացումը և բարձրացնելով արձագանքման հնարավորությունը:

### 6.1.2 AI և մեքենայական ուսուցում :

- Վերլուծեք AI-ի և մեքենայական ուսուցման դերը 5G-ով միացված IIoT հավելվածներում, ինչպիսիք են կանխատեսելի սպասարկումը, անոմալիաների հայտնաբերումը և օպտիմալացումը, և քննարկեք, թե ինչպես են այս տեխնոլոգիաները թույլ տալիս ինքնուրույն որոշումներ կայացնել և օպտիմալացնել արդյունաբերական գործընթացներում:

## 6.2 Արդյունաբերական տրանսֆորմացիայի հետևանքները

### 6.2.1 Թվային փոխակերպում:

- Ուսումնասիրեք 5G-IIoT ինտեգրման ավելի լայն հետևանքները արդյունաբերական վերափոխման համար, ներառյալ դեպի թվայնացում, ավտոմատացում և արդյունաբերական գործընթացներում և գործառնություններում տվյալների վրա հիմնված որոշումների կայացման անցումը:

### 6.2.2 Բիզնես մոդելներ և արժեքային շղթաներ.

- Քննարկեք, թե ինչպես է 5G-ով միացված IIoT-ը վերափոխում ավանդական բիզնես մոդելները և արժեքային շղթաները այնպիսի ոլորտներում, ինչպիսիք են արտադրությունը, տրանսպորտը և առողջապահությունը, և ուսումնասիրեք եկամուտների ստեղծման և արժեքի ստեղծման նոր հնարավորություններ:

## 6.3 Մարտահրավերներ և նկատառումներ

### 6.3.1 Կիբերանվտանգություն:

IIoT տեղակայման համատեքստում և քննարկեք կիբերանվտանգության ռիսկերն ու խոցելիությունները, ներառյալ սպառնալիքների հայտնաբերումը, կանխարգելումը և միջադեպերին արձագանքելու ռազմավարությունները:

### 6.3.2 Կարգավորող շրջանակներ.

- Քննարկեք կարգավորող շրջանակների և ստանդարտների անհրաժեշտությունը՝ կարգավորելու 5G-ով միացված IIoT-ի տեղակայումները, ապահովելով տվյալների գաղտնիության, անվտանգության և փոխգործունակության պահանջներին համապատասխանությունը, ինչպես նաև խրախուսելով վստահությունն ու վստահությունը այս տեխնոլոգիաների ընդունման նկատմամբ:

## 6.4 Էթիկական և սոցիալական հետևանքներ

### 6.4.1 Գաղտնիություն և տվյալների կառավարում:

- Ուսումնասիրեք էթիկական նկատառումները՝ կապված տվյալների հավաքագրման, օգտագործման և փոխանակման հետ 5G-ով միացված IIoT տեղակայումներում և քննարկեք գաղտնիության, թափանցիկության և հաշվետվողականության կարևորությունը տվյալների կառավարման շրջանակներում:

### 6.4.2 Ազդեցություն աշխատուժի վրա.

IIoT- ի հնարավոր ազդեցությունը աշխատուժի վրա, ներառյալ աշխատանքի դերերի, հմտությունների պահանջների և աշխատավայրի դինամիկայի փոփոխությունները և քննարկել աշխատուժի վերապատրաստման, վերապատրաստման և նոր տեխնոլոգիաներին հարմարվելու ռազմավարությունները:

## 6.5 Ամփոփում և եզրակացություն

- Ամփոփեք 5G-IIoT ինտեգրման հիմնական պատկերացումներն ու հետևանքները արդյունաբերական վերափոխման, տեխնոլոգիաների ընդունման և հասարակության ազդեցության համար:

IIoT-ի կողմից ներկայացված հնարավորությունների և մարտահրավերների մասին և առաջարկություններ տրամադրեք արդյունաբերական կազմակերպություններին, քաղաքականություն մշակողներին և հետազոտողներին՝ նավարկելու այս զարգացող լանդշաֆտը:

# 7. Եզրակացություն

## 7.1 Հիմնական բացահայտումների ամփոփում

Ամփոփեք թեզի հիմնական բացահայտումները և պատկերացումները՝ ընդգծելով յուրաքանչյուր բաժնում քննարկված հիմնական կետերը, ներառյալ.

- 5G ցանցերի և իրերի արդյունաբերական ինտերնետի ակնարկ ( IIoT ):

- 5G-IIoT ինտեգրման տեխնիկական ասպեկտները, մարտահրավերները և հնարավորությունները:

- 5G-ով միացված IIoT-ի դեպքերի ուսումնասիրություններ և կիրառություններ տարբեր ոլորտներում:

- Արդյունաբերական վերափոխման համար 5G-IIoT ինտեգրման ապագա ուղղություններն ու հետևանքները:

## 7.2 Ներդրումներ և նշանակություն

Քննարկեք թեզի ներդրումը 5G-IIoT ինտեգրման ոլորտում, ներառյալ.

- 5G ցանցերի ինտեգրման հետ կապված տեխնիկական ասպեկտների, մարտահրավերների և հնարավորությունների ըմբռնումը IIoT- ի հետ :

IIoT-ի դեպքերի վերաբերյալ տարբեր ոլորտներում:

- 5G-IIoT ինտեգրման ապագա ուղղությունների և հետևանքների բացահայտում արդյունաբերական վերափոխման, տեխնոլոգիաների ընդունման և հասարակության վրա ազդեցության համար:

## 7.3 Առաջարկություններ

Տրամադրել առաջարկություններ արդյունաբերական կազմակերպություններին, քաղաքականություն մշակողներին և հետազոտողներին՝ հիմնվելով թեզի արդյունքների և պատկերացումների վրա, ներառյալ.

- 5G-IIoT ինտեգրման հետ կապված մարտահրավերների հաղթահարման և հնարավորությունների հաղթահարման ռազմավարություններ:

Արդյունաբերական միջավայրում 5G-ով ապահովված IIoT համակարգերի տեղակայման և շահագործման լավագույն փորձը :

- Հետագա հետազոտությունների և հետախուզման ոլորտներ՝ 5G-IIoT ինտեգրման ոլորտը առաջ մղելու և մնացած բացերն ու մարտահրավերները լուծելու համար:

## 7.4 Եզրակացություն

Ավարտեք թեզը` կրկնելով 5G-IIoT ինտեգրման կարևորությունը արդյունաբերական վերափոխման և նորարարության համար և ընդգծելով հնարավոր օգուտներն ու մարտահրավերները, որոնք կապված են արդյունաբերական միջավայրում 5G-ով միացված IIoT համակարգերի տեղակայման և շահագործման հետ: Մտածեք 5G-IIoT ինտեգրման ավելի լայն հետևանքների և սոցիալական ազդեցության մասին և լավատեսություն արտահայտեք Արդյունաբերություն 4.0-ի դարաշրջանում կապված արդյունաբերությունների ապագայի համար:

# **Օգտագործված գրականության ցանկ**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | H. Kadia, “TeckNexus,” 16 March 2024. [Առցանց]. Available: https://tecknexus.com/5g-network/5g-networks-know-about-5g. |
| [2] | A. H. R. P. S. S. R. R. S. Mohd Javaid \*, “Upgrading the manufacturing sector via applications of Industrial Internet of Things (IIoT),” *Sensors International,* p. 17, September 2021. |
| [3] | Rajiv, “RF Page,” 4 July 2023 . [Առցանց]. Available: https://www.rfpage.com/evolution-of-wireless-technologies-1g-to-5g-in-mobile-communication/. |