



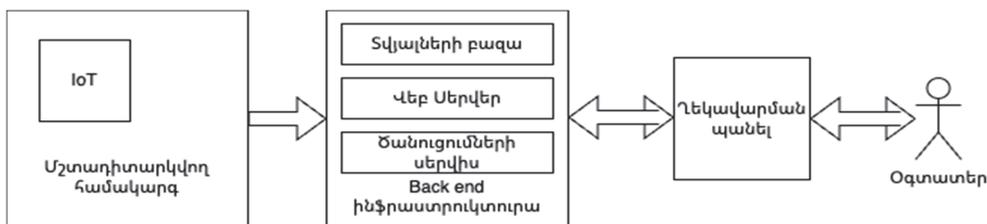
ները, որոնք նրանք կարող են ապահովել: Սենսորային տվիչների ճշգրտության գործոնները ուղղակիորեն ազդում են հավաքագրված տվյալների արժանահավատության վրա, ինչը կարևոր է որոշումների կայացման և համակարգի արձագանքման տեսակետից: Ավելին, տարբեր տեսակի IoT սենսորների և դրանց հատուկ կիրառությունների ճիշտ համադրությունը երաշխավորում է, որ համակարգը խնդիրներին արագ կանձագանքի: Այս գործոնների անտեսումը կարող է հանգեցնել համակարգի ոչ արդյունավետ աշխատանքի, ծախսերի ավելացման և ֆունկցիոնալության վատթարացման:

IoT սարքերը և սենսորներն աշխատում են ֆիզիկական ազդանշանների հիման վրա, ու դրանց գործողության ամենատարածված սկզբունքները բաժանվում են՝ դիմադրողական, տատանողական, ինդուկտիվ, օպտիկական և մագնիսական տեսակների [3-5]:

IoT սենսորների ճշգրտության գործոնները, մասնավորապես՝ զգայնությունը, չափողականությունը, չափման միջակայքը, գծայնությունը և արձագանքման ժամանակը, ազդում են համակարգի աշխատանքի վրա՝ որոշելով դրանց համապատասխանությունը կոնկրետ խնդրի դեպքում [6]:

Այսպիսով, սենսորների ճիշտ ինտեգրումը հիմք է հանդիսանում IoT սարքերի մոնիտորինգի առցանց համակարգի աշխատանքի համար՝ կամրջելով ֆիզիկական միջավայրի և թվային պատկերացումների միջև առկա բացը:

**2. IoT սարքով մոնիթորինգի առցանց համակարգի կազմակերպումը և իրականացումը:** Նկ. 1-ում ներկայացված է IoT սարքով մոնիտորինգի առցանց համակարգի մշակված ընդհանրացված կառուցվածքը:

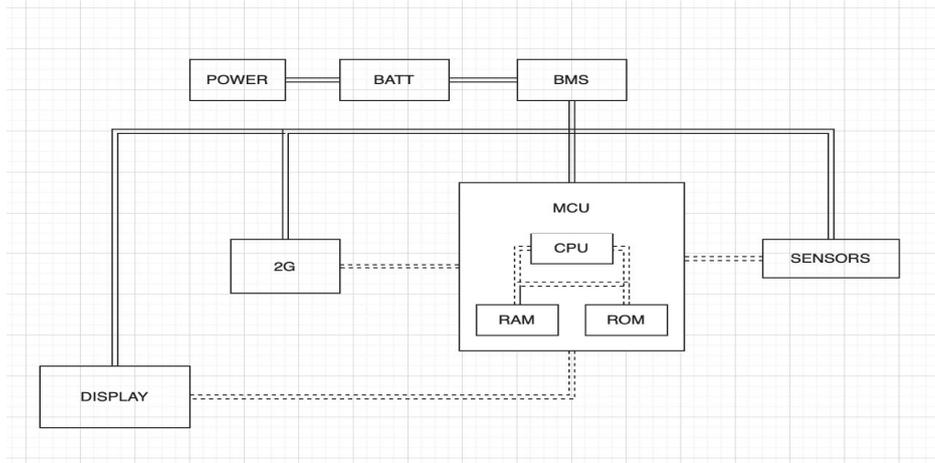


Նկ. 1. IoT սարքով մոնիտորինգի առցանց համակարգի ընդհանրացված կառուցվածքը

Առաջարկվում է IoT սարքը տեղադրել մշակված մոնիտորինգի առցանց համակարգի կառուցվածքի այն ֆունկցիոնալ հատվածում, որն անհրաժեշտ է մշտադիտարկել համակարգի արդյունավետ աշխատանքի համար (նկ. 1): IoT սարքը տվյալներ է ուղարկում Back end համակարգին, որտեղ աշխատելու է վեբ սերվերը՝ տվյալները ընդունելու և մշակելու համար, տվյալների բազան՝ տվյալները պահպանելու համար, և ծանուցումների սերվիսը՝ շեղումների դեպքում

ծանուցումներ ուղարկելու համար: Օգտատերը մշակված առցանց համակարգին առնչվելու է ղեկավարման վահանակի միջոցով, որտեղ նա կարգաբերելու է համակարգը. իր սարքերը, ծանուցումներ ստանալու համար նվազագույն կամ առավելագույն միջակայքը և այլն:

Նկ. 2-ում ներկայացված է IoT սարքի կառուցվածքը:



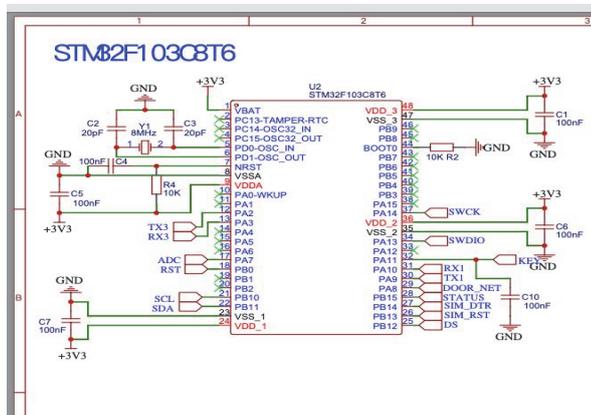
Նկ. 2. IoT սարքի կառուցվածքը

Նկ. 2-ում կետագծերով նշված են տվյալների փոխանցման միացումները, իսկ չընդհատվող գծերով՝ հոսանքինը: Նկ. 2-ում սնուցման բլոկին միացված է մարտկոցը, որը հոսանքի կորստի դեպքում որոշակի ժամանակ ապահովում է համակարգի աշխատունակությունը: Մարտկոցից հետո դրվում է մարտկոցի կառավարման համակարգը (BMS)՝ անվտանգ, արդյունավետ և հուսալի շահագործումն ապահովելու համար: Այն վերահսկում է այնպիսի կարևոր պարամետրեր, ինչպիսիք են լարումը, հոսանքը և ջերմաստիճանը՝ կանխելու գերլիցքավորումը, լիցքաթափումը կամ գերտաքացումը, ինչը կարող է վնասել մարտկոցը կամ վտանգավորություն առաջացնել:

Մշակվող առցանց մոնիտորինգի համակարգի կառուցվածքում (նկ. 1) հատկապես կարևոր են IoT սարքի կառուցվածքում ներառված հանգույցները (նկ. 2):

**Միկրոկարգավորիչ հանգույցի ընտրությունը (MCU, նկ. 2):** MCU-ը (Microcontroller Unit, միկրոկարգավորիչ) կոմպակտ ինտեգրված սարք է, որը նախատեսված է ներկառուցված համակարգում հատուկ առաջադրանքներ կատարելու համար: Այն ներառում է պրոցեսոր (CPU), երկու տեսակ՝ RAM և ROM հիշողություններ: MCU-ները լայնորեն օգտագործվում են IoT սարքերում այնպիսի խնդիրների լուծման համար, ինչպիսիք են տվյալների հավաքագրումը, ազդա-

նշանի մշակումը և սարքերի վերահսկումը: Դրանք իրական ժամանակում գործառնությունների տեսանկյունից ծախսարդյունավետ են, էներգաարդյունավետ և օպտիմալացված են սահմանափակ ռեսուրսներով համակարգերում: Որպես MCU ընտրվել է ARM Cortex M0+ մոդուլը [7]: Ընտրությունը հիմնավորում է նրանով, որ այդ մոդուլը զբաղեցնում է բացառիկ փոքր տարածք, էներգախնայող է և հնարավորություն է տալիս հասնել 32-բիթանոց աշխատանքի 8-բիթանոցի արժեքով: Նկ. 3-ում տրված է համակարգի սխեմատիկական պատկերը, որը կառուցված է STM32F103C8T6 միկրոկոնտրոլերի շուրջ, որը պատկանում է ARM Cortex-M3 ընտանիքին: Սխեման ներառում է բաղադրիչներ, որոնք անհրաժեշտ են միկրոկոնտրոլերի արդյունավետ աշխատանքի համար:



Նկ. 3. Համակարգի սխեմատիկական պատկերումը

Սխեմայի հիմնական բաղադրիչներն են.

- ✓ clock - 8 ՄՀց crystal oscillator, որին միացված են երկու կոնդենսատոր (C2 և C3), որոնք ապահովում են միկրոկոնտրոլերի կայուն clock-ի աղբյուրը:
- ✓ էլեկտրաէներգիայի մատակարարում. միկրոկոնտրոլերը սնուցվում է 3,3 Վ հոսանքի աղբյուրից՝ անջատող կոնդենսատորներով (C1, C4, C5, C6 և C7)՝ լարումը կայունացնելու և աղմուկը նվազագույնի հասցնելու համար:
- ✓ Ծրագրավորման ինտերֆեյս. BOOT0 ,SWDIO և SWCLK փիները միասին օգտագործվում են ծրագրավորման նպատակներով:
- ✓ GPIO ինտերֆեյս (DS, DOOR\_NET, STATUS) սենսորների մոդուլի համար:
- ✓ UART ինտերֆեյս (Rx3, Tx3), որոնք ապահովում են հաղորդակցություն ինտերնետ մոդուլի հետ:
- ✓ UART ինտերֆեյս (Rx, Tx)՝ համակարգն արատորոշելու համար:
- ✓ I2C ինտերֆեյս (SCL, SDA), որոնք ապահովում են հաղորդակցությունը էկրանի հետ:

**Հաղորդակցության հանգույցի ընտրությունը** (2G, նկ. 2): Հաղորդակցության հանգույցի համար ընտրվել է SIM800L մոդուլը՝ իր կոմպակտ չափի, էներգիայի ցածր սպառման և 2G GSM ցանցերում աշխատելու հնարավորության համար [8]: Բացի այդ, SIM800L մոդուլի ընտրությունը կարևոր գործոն է մարտկոցով աշխատող IoT սարքերի համար, ինչպես նաև մոդուլի ինտեգրումը ARM Cortex M0+ միկրոպրոցեսորի հետ պարզ է: 2G ցանցն առաջարկում է բավարար թողունակություն սենսորային տվյալների փոխանցման համար և ունի լայնածավալ ծածկույթի առավելություն՝ ապահովելով հեռավոր վայրերում հուսալի հաղորդակցություն:

**Էկրանի հանգույցի ընտրությունը** (Display, նկ. 2): Էկրանի հանգույցի համար ընտրվել է SSD1306 OLED էկրանը՝ իր հստակ տեսողական պատկերի, էներգիայի ցածր սպառման և միկրոպրոցեսորի հետ ինտեգրման հեշտության համար: Յուրաքանչյուր տվյալներն իրական ժամանակում ցուցադրելու ունակությունը շատ կարևոր է՝ տեղում մոնիտորինգի և տվյալների անհապաղ ստուգման համար: Բացի այդ, SSD1306 OLED էկրանն ընտրվել է, քանի որ այն հաղորդակցվում է պարզ և արդյունավետ հաղորդակցման I2C-ի արձանագրության միջոցով, որը թույլ է տալիս հեշտ ինտեգրվել միկրոպրոցեսորին, ինչպես նաև OLED էկրանի ինտերֆեյսի նախագծման ժամանակ առաջնահերթություն է տրվել ընթերցելիությանը և պարզությանը:

**Սենսորային հանգույցի ընտրությունը** (Sensors, նկ. 2): Սենսորային հանգույցի համար ընտրվել է DS18B20 ջերմաչափը, որը ջերմաստիճանի թվային տվիչ է, հայտնի է իր ճշգրտությամբ և բազմակողմանիությամբ [9]: Այդ ջերմաչափի հիմնական առանձնահատկություններն են բարձր ճշգրտությունը, ջերմաստիճանի չափման մեծ միջակայքը և թվային ելքը, որը բացառում է անալոգային թվային փոխակերպման անհրաժեշտությունը:

**Սերվերի տեխնոլոգիայի ընտրությունը** (Վեբ սերվեր, նկ. 1): Դիտարկվող IoT ջերմաստիճանի մոնիտորինգի առցանց համակարգի արդյունավետ սերվերային տեխնոլոգիան որոշելիս կատարվել է համեմատական վերլուծություն երեք առաջատար ամպային հարթակների միջև՝ Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP) և Microsoft Azure: Վերլուծության արդյունքում ստացվել են հետևյալ եզրահանգումները.

- AWS-ը բացառապես հարմար է IoT հավելվածների համար՝ առաջարկելով IoT-ին հատուկ ծառայությունների լայն շրջանակ, ինչպիսիք են AWS IoT Core-ը և AWS IoT Analytics:

- Google Cloud Platform (GCP): GCP-ի առավելությունն են տվյալների վերլուծության և մեքենայական ուսուցման պատրաստի լուծումները, որոնք օգտակար են սենսորային տվյալների մեծ ծավալների մշակման և վերլուծության համար:

● Microsoft Azure. Azure-ն առաջարկում է IoT ծառայությունների համապարփակ փաթեթ, ներառյալ Azure IoT Hub-ը և Azure IoT Edge-ը:

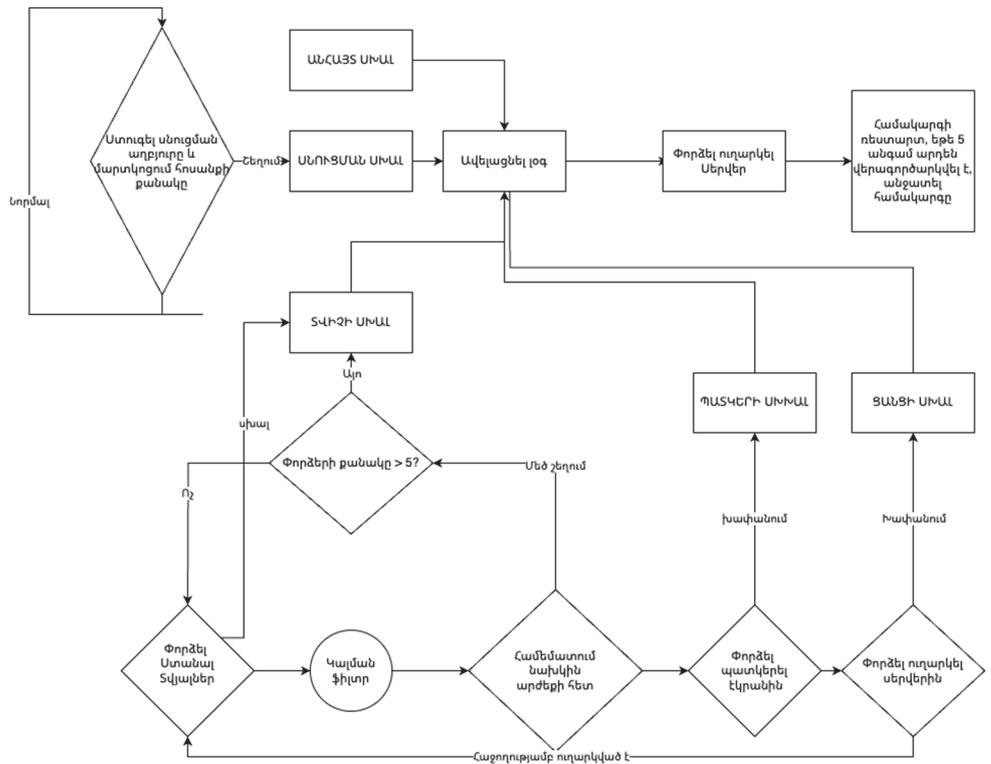
Այս վերլուծության հիման վրա AWS-ն ընտրվել է որպես առաջարկվող IoT սարքով մոնիտորինգի առցանց համակարգի ամպային հարթակ, ինչպես նաև AWS-ը աջակցում է հետազոտական աշխատանք իրականացնելուն: AWS-ը ոչ միայն տրամադրում է IoT հավելվածների համար հարմարեցված անհրաժեշտ գործիքներն ու ծառայությունները, այլև առաջարկում է հուսալիության, մասշտաբայնության և անվտանգության հավասարակշռություն:

Նկ. 2-ում IoT համակարգի առաջարկված կառուցվածքում ներառված Back-End և օգտագործողի Front-End համար մշակվել է վեբ հավելված՝ օգտագործելով Python (Django) և React JS: Այս համադրությունն ընտրվել է մի քանի պատճառով.

➤ Python (Django): Django-ն՝ Python-ի բարձր մակարդակի վեբ ֆրեյմվորկ է, առաջարկում է մաքուր և պրագմատիկ դիզայն: Դրա համատեղելիությունը տարբեր տվյալների շտեմարանների հետ և հզոր ORM (Object-Relational Mapping) հնարավորությունները հեշտացնում են backend-ի զարգացումը:

➤ React JS: Ընտրված է Front-End-ի համար՝ React JS-ն ուժեղացնում է օգտագործողի փորձը իր արդյունավետ և դինամիկ ինտերֆեյսներով:

Որոշակի ժամանակ համակարգը փորձարկելուց հետո պարզվեց, որ չափազանց կարևոր է ունենալ խնդիրների վաղաժամ հայտնաբերման համակարգեր և սցենարներ՝ հնարավոր սխալները ավտոմատ շտկելու, նրանց մասին տեղեկությունը հավաքագրելու և տվյալների բազայում պահելու համար, հետագայում դրանք ուսումնասիրելու, վերլուծելու և կատարելագործելու նպատակով: Աշխատանքում մշակված IoT սարքում ներդրվել է կարգավիճակի մոնիտորինգի կայուն ենթահամակարգ՝ ապահովելու սարքի կայունությունն ու հուսալիությունը տարբեր գործառական պայմաններում: Այս համակարգը նախագծված է տարբեր կարգավիճակներ հայտնաբերելու և կանոնավոր պարբերականությամբ կենտրոնական սերվերին ազդակներ հղելու համար, ինչը թույլ է տալիս ակտիվ կառավարում և արագ լուծում տալ ցանկացած խնդրի, որը կարող է առաջանալ սարքավորման աշխատանքի ընթացքում: Նկ. 4-ում ներկայացված է համակարգի սխալների հայտնաբերման գործընթացի իրականացման ալգորիթմը:



Նկ. 4. Համակարգում սխալների հայտնաբերման գործընթացի ալգորիթմը

Համակարգի աշխատանքի վիճակներն են.

1. **Նորմալ կարգավիճակ.** IoT սարքն աշխատում է օպտիմալ կերպով, բոլոր սենսորները գործում են ակնկալվող պարամետրերի սահմաններում, և խափանումներ չեն հայտնաբերվել:
2. **Ցանցի սխալ.** IoT սարքը դժվարություններ է ունենում ցանցային ենթակառուցվածքի հետ կապ հաստատելու կամ պահպանելու հարցում:
3. **Սնուցման սխալ.** Էլեկտրաէներգիայի սխալի կարգավիճակը ստեղծվում է, երբ IoT սարքը բախվում է իր սնուցման հետ կապված խնդիրների, ինչպիսիք են լարման տատանումները, հոսանքի անջատումները կամ մարտկոցի սպառումը:
4. **Տվիչի սխալ.** Տվիչից կամ հնարավոր չէ ստանալ տվյալներ, կամ ստացված տվյալները արժանահավատ չեն:
5. **Անհայտ սխալ.** Ներառում է սխալներ, որոնք չեն տեղավորվում նախապես սահմանված կատեգորիաներում կամ հստակորեն չեն բացահայտվել համակարգի կողմից:

Սխալների հայտնաբերումից հետո մշակվել են սխալներն ուղղելու հետևյալ քայլերը.

- Սխալների գրանցում-լուգավորում. կարգավիճակի փոխանցման ծախսով փորձերի դեպքում սարքը մանրամասն տեղեկություններ է գրանցում իր ներքին հիշողության մեջ հանդիպող սխալների մասին և դրանք ուղարկում սերվերին:

- Կրկին փորձի մեխանիզմներ. եթե սարքը դժվարությունների է հանդիպում կարգավիճակի թարմացումները կենտրոնական սերվեր ուղարկելու ժամանակ, այն գործարկում է կրկնակի մեխանիզմներ՝ մի քանի փորձ կատարելու համար:

- Համակարգի ավտոմատ վերագործարկում. եթե սարքը հայտնաբերում է մշտական սխալներ կամ անսարքություններ, որոնք խոչընդոտում են դրա բնականոն աշխատանքին, այն սկսում է համակարգի ավտոմատ վերագործարկումը:

- Վերագործարկումից հետո ընթացակարգ. վերագործարկվելուց հետո սարքը ստուգում է իր համակարգի սխալների տվյալների բազան՝ նախկինում հանդիպած սխալները սերվերին ուղարկելու համար:

**3. Մշակված համակարգի աշխատանքը և փորձարկումը:** Մշակված առցանց համակարգի աշխատանքը սկսում ենք IoT սարքի վրա հիմնված մոնիտորինգի համակարգը կարգավորելով և գործարկելով: Այնուհետև օգտատերը պետք է SIM քարտ տեղադրի IoT սարքում. SIM քարտը պետք է ունենա ինտերնետ հասանելիություն՝ բավարար կապով, որպեսզի ապահովի սերվերի հետ հուսալի հաղորդակցությունը: SIM քարտը տեղադրելուց հետո IoT սարքը (սենսորային տվիչը) պետք է տեղադրվի այն վայրում, որտեղ անհրաժեշտ է տվյալները հավաքել և մշտադիտարկել՝ հաշվի առնելով ինչպես շրջակա միջավայրի պայմանները, որոնք անհրաժեշտ են սենսորների ճշգրիտ ընթերցումների համար, այնպես էլ բջջային ցանցի ծածկույթի առկայությունը՝ կայուն հեռահաղորդակցական կապը պահպանելու համար:

IoT սարքը պետք է միացված լինի հոսանքի աղբյուրին: Ակտիվացումից հետո IoT սարքը կբեռնվի և կապ կհաստատի սերվերի հետ: Այստեղ ավարտվում է IoT սարքի ֆիզիկական տեղադրման գործընթացը:

Հաջորդ քայլը ադմինիստրատորի վահանակի միջոցով կատարում է թվային սենսորի կարգաբերումը: Օգտագործողը մուտք է գործում ադմինիստրատորի վահանակ, որտեղ օգտատերը անցնում է «Սենսորներ» բաժին և ավելացնում նոր սենսոր: Սենսորը ավելացնելուց հետո օգտագործողը սահմանում է շեմային պարամետրերը. սահմանվում են մոնիտորինգի համար անհրաժեշտ տվյալների ընդունելի միջակայքերը: Օգտագործողին ծանուցումները կուղարկվեն այն

Ժամանակ, երբ սենսորների տվյալները գերազանցեն սահմանված շեմերը՝ ապահովելով ցանկացած անոմալիաների ժամանակին արձագանքում:

Երբ սենսորը կարգավորված է, այն սկսում է ավտոմատ կերպով տվյալներ փոխանցել սերվերին: Հաղորդված տվյալները ցուցադրվում են իրական ժամանակում ադմինիստրատորի վահանակում:

Մշակված այս համակարգը գործնականում փորձարկվել է հիվանդանոցային սառնարանների ջերմաստիճանների և խոնավության առցանց մոնիտորինգի համար, որոնք օգտագործվում են այնպիսի նյութերի պահպանման համար, ինչպիսիք են պատվաստանյութերը, դեղամիջոցները և արյան նմուշները: Սենսորները անընդհատ չափում են միջավայրի պարամետրերը, ինչպիսիք են ջերմաստիճանը և խոնավությունը՝ տվյալներ ուղարկելով Backend սերվերին (նկ. 2), որտեղ սահմանվում են կարևոր ազդանշանների միջակայքերը:

Նկ. 5-ում պատկերված է սառնարանում տեղադրված մշակված առցանց համակարգը:

IoT սարքով առցանց մոնիտորինգի համակարգի ադմինիստրատորը հնարավորություն ունի վահանակի միջոցով (նկ. 2) մշտադիտարկել առկա վիճակը, (նկ. 6): Ոչ նորմալ պայմանների դեպքում, ինչպիսին է ընդունելի սահմաններից ջերմաստիճանի բարձրացումը, համակարգը ծանուցում է ադմինիստրատորին:



Նկ. 5. Մշակված առցանց համակարգը սառնարանում



Նկ. 6. Աղմինիստրատորի վահանակի պատկերը

Աղմինիստրատորի վահանակն ապահովում է օգտագործողի համար հարմար ինտերֆեյս: Օգտատերերը հնարավորություն ունեն՝ ավելացնելու նոր սարքեր, կարգաբերելու և նշելու սարքերի թույլատրելի միջակայքերը, իրական ժամանակում մշտադիտարկելու համակարգերը, զտելու ըստ ամսաթվի, և արդյունքները ներբեռնելու PDF կամ PNG ֆորմատներով: Վահանակի վարչական մասում հնարավորություն կա՝ ավելացնելու նոր օգտատերեր և իրավասություններ, ինչն ապահովում է ինֆորմացիայի հասանելիությունը միայն նշված խմբի մարդկանց:

**Եզրակացություն:** Հետազոտվել և մշակվել են շրջակա միջավայրի վերաբերյալ տվյալներ հավաքելու և վերահսկելու IoT մոնիտորինգի առցանց համակարգի կազմակերպումն ու իրականացումը: Ստացվել են հետևյալ արդյունքները.

- Կատարվել է սենսորային տվիչների մասերի հիմնավոր ընտրություն, որի արդյունքում ընտրվել են. ARM Cortex M0+ մոդուլը, SIM800L մոդուլը, SSD1306 OLED էկրանը, DS18B20 ջերմաչափը, AWS տեխնոլոգիան:
- Մշակվել է IoT սարքի ճարտարապետությունը, որն ապահովում է տվյալների անխափան ուղարկումը ամպային սերվերին:
- Մշակվել է IoT սարքի սխեման, պատրաստվել է սարքավորումը, իրականացվել է սերվերային ծրագրակազմը և տեղադրվել AWS ամպային համակարգում:
- Պատրաստված IoT սարքով մոնիտորինգի առցանց համակարգը փորձարկվել է իրական պայմաններում՝ ապահովելով լավ արդյունք՝ խնդիրների արագ վերհանում:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. IoT Devices and Sensors: Types, Functions, and Use Cases (2022)  
<https://eicta.iitk.ac.in/knowledge-hub/internet-of-things/iot-devices-and-sensors-types-functions-and-use-cases/>.
2. Sensors on Internet of Things Systems for the Sustainable Development of Smart Cities: A Systematic Literature Review (2024): <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/7/2074> .
3. IoT for Next-Generation Smart Systems (2020):  
URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/8972389>
4. IoT Data Quality Issues and Potential Solutions: A Literature Review / **T. Mansouri, M.R. Sadeghi Moghadam, et al.** -2021.-arXiv.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.13303>
5. Advances in Sensor Technologies in the Era of Smart Factory and Industry 4.0 (2020)  
URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/23/6783>
6. Advances in Smart Environment Monitoring Systems Using IoT and Sensors (2020)  
URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/11/3113>
7. Arm Developers Page URL: <https://developer.arm.com/Processors/Cortex-M0-Plus>
8. SIM800L GSM / GRPS module URL: <https://nettigo.eu/products/sim800l-gsm-grpsmodule#:~:text=SIM800L%20is%20a%20miniature%20cellular,making%20and%20receiving%20voice%20calls>.
9. Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer URL:  
<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/DS18B20.pdf>

**Գ.Դ. ԿԻՐԱԿՕՍՅԱՆ, Ը.Տ. ՕԳԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ա.Ա. ԱՐՄԻՅՈՅԱՆ**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГА С УСТРОЙСТВОМ IoT**

Проведены исследования и разработана система онлайн-мониторинга с использованием IoT-устройства, предназначенная для сбора и управления данными в реальном времени с датчиков окружающей среды, включая цифровой термометр. Разработанная система имеет многоуровневую архитектуру, обеспечивающую управление различными типами IoT-устройств для онлайн-мониторинга.

**Ключевые слова:** IoT-устройство, датчик, система мониторинга, база данных, AWS.

**G.T. KIRAKOSSIAN, Ts.S. HOVHANNISYAN, A.A. HARUTYUNYAN**

### **RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN ONLINE MONITORING SYSTEM WITH IoT DEVICES**

Research and development of an online monitoring system using an IoT device have been conducted. The system is designed for real-time data collection and management using environmental sensors, including a digital thermometer. The developed online system features a multi-level architecture that enables the management of various types of IoT devices for online monitoring.

**Keywords:** IoT device, sensor, monitoring system, database, AWS.