

**ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ,
ՌԱԴԻՈՏԵԽՆԻԿԱ**

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ ԵՎ ՀԱՇՎՈՂԱԿԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱ

ՀՏԴ 681.3

Գ.Տ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ, Ա.Ժ. ՄՈՄՁՅԱՆ, Ա.Կ. ՄԱՅԻԼՅԱՆ

**ԲԺՇԿԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ԱՌՑԱՆՑ ՓՈԽԱՆՑՄԱՆ ԵՎ
ՎԵՐԱԴԱՍԱՎՈՐՄԱՆ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**

Հետազոտվել և մշակվել է բժշկական տվյալների փոխանցման և վերադասավորման ավտոմատացված համակարգ, որն ապահովում է իրական ժամանակում «հիվանդ-բժիշկ» բժշկական տվյալների անվտանգ երկկողմանի շրջանառությունը, այդ տվյալների պահպանումը և մշակումը, ինչպես նաև հիվանդության ախտորոշումը, խորհրդատվության տրամադրումը և բուժման գործընթացին աջակցումը:

Մշակված ավտոմատացված համակարգի արդյունավետ օգտագործումը կբավարարի բուժփիմնարկների մասնագիտացված համակարգերին ներկայացվող բարձր պահանջները, որակյալ նոր բուժժառայությունների կազմակերպումը և իրականացումը:

Առանցքային բաղադր. ավտոմատացված համակարգ, MKM-HealthData SDK, մոդել, ալգորիթմ, ցանցային սարքավորումներ, բժշկական տվյալներ:

Ներկայիս լարված գործարար կյանքում մարդկանցից շատերը խուսափում են բժիշկներին դիմելուց միայն այն պատճառով, որ չեն կարողանում գտնել ժամանակ դրա համար կամ չեն ցանկանում վատնել ժամանակը հերթերում կանգնելու վրա: Մյուս կողմից՝ սահմանամերձ տարածքներում և հեռավոր գյուղերում ապրող մարդիկ մինչ այժմ չեն կարողանում ստանալ որակյալ բժշկական օգնություն նեղ մասնագիտացված, և առհասարակ, բժիշկների պակասի պատճառով:

Հեռաբժշկական ծրագրային համակարգերի ճարտարապետությունը, լինելով բարդ հիերարխիկական համակարգ, պետք է ունենա արդյունավետ կառուցման, զարգացման և կառավարման գործիքամիջոցներ: Հեռաբժշկական ծրագրային համակարգերն արդյունավետ կառուցելու և շահագործելու համար անհրաժեշտ է, մինչ ճարտարապետությունը ֆիզիկապես նախագծելը, կիրառել նրա կառուցվածքի մոդելավորումը: Գոյություն ունեն համապատասխան տեխնոլոգիաներ՝ հեռահաղորդակցական ծրագրային հավելվածների, այդ թվում նաև՝ վերջիններիս կապակցվածության մոդելավորման համար: Այդպիսի ծրագրային տեխնոլոգիաները հնարավորություն են տալիս ստեղծել հավելվածներ առկա

օպերացիոն համակարգերի և հեռահաղորդակցական սարքավորումների՝ համակարգիչների, նոութբուքերի, պլանշետների, բջջային հեռախոսների համար: Հեռաժողովական համակարգերի մոդելավորման ծրագրային միջոցներն օգտագործվում են տեղեկություններ ստանալու, փոխանակելու և մշակելու համար:

Հեռաժողովական ծրագրային համակարգերի կառուցման և գնահատման համար արդյունավետ է կիրառել մոդելավորման ծրագրային պլատֆորմներ: Վերջիններիս օգտագործումը կհանգեցնի լրացուցիչ ֆինանսական ծախսերի նվազմանը՝ կապված լրացուցիչ հետազոտությունների և ավելորդ կառուցվածքներ ստեղծելու հետ: Հեռաժողովական ծրագրային համակարգերի կառուցման և գնահատման համար, մինչ դրա կառուցվածքը ներկայացնելը, արդյունավետ է օգտվել հայտնի տեխնոլոգիաներից՝ Swift/iOS, Java/Android, C#/Xamarin, JS/React Native և այլն [1,2]:

Հեռահաղորդակցական գործիքային միջոցների և տեխնոլոգիաների ուսումնասիրությունները, վերլուծությունները և գնահատումները հանգեցնում են նրան, որ հեռաժողովական ծրագրային համակարգերի կառուցման գործընթացում նպատակահարմար է կիրառել Xamarin cross-platform-ը [3]:

Մշակվող ծրագրային համակարգի ճարտարապետության նախագծման համար անհրաժեշտ են տվյալներ ապահովող սարքեր, սմարթֆոններ, հավելվածներ, վեբ սերվեր:

Տվյալներ ապահովող սարքավորում է խելացի ժամացույցը, որը իր ներառում է աքսելերաչափ, ջերմաչափ, բարոմետր, կողմնացույց, հաշվիչ, բջջային հեռախոս, սենսորային էկրան, GPS նավիգատոր և այլն [2]: Որոշ ժամացույցներ ունեն սպորտային կամ ֆիտնես ուղեկցումների գործառույթներ: Այսպիսի մոդելները կարող են աջակցել մարզման ծրագրերի կատարմանը, հետևել հետազոծին, ունենալ զարկերակային, քայլաչափային տվիչներ և այլն: Ինչպես և համակարգիչները, խելացի ժամացույցները կարող են հավաքել տեղեկություն արտաքին կամ ներկառուցված սենսորներից: Նրանք կարող են կառավարել կամ ստանալ տվյալներ այլ սարքերից կամ համակարգից: Խելացի ժամացույցները հաճախ կիրառում են տվյալների փոխանցման անլար տեխնոլոգիաները, ինչպիսիք են Bluetooth-ը, Wi-Fi-ը, և արբանյակային նավիգացիայի տարբեր եղանակներ, օրինակ՝ GPS:

Ներկառուցված տվիչների շնորհիվ խելացի ժամացույցները տրամադրում են ամբողջական տեղեկություն սրտի աշխատանքի, ճարպի քանակի և քնի որակի մասին: Դա հնարավոր է դառնում խելացի ժամացույցի և մարդու օրգանիզմի փոխազդեցության շնորհիվ: Օրինակ, կրելով խելացի ժամացույց և սինխրոնաց-

ներով այն սմարթֆոնի հետ, կարող ենք ստանալ կատարված քայլերի քանակը, կամ սրտի աշխատանքի տվիչի շնորհիվ կարելի է կառավարել զարկերակը և ճնշումը: Բացի այդ, այս տեղեկատվությունը կօգնի կանխորոշել սրտանոթային հիվանդությունները դեռևս առաջացման փուլում, իսկ «քնի կարգավորում» գործառույթի շնորհիվ կարելի է բուժել անքնությունը [4-8]:

Խելացի ժամացույցները ի սկզբանե մշակվել են որպես բժշկական սարքավորում և բոլոր տվիչները ստուգված են կլինիկական պայմաններում:

Տվյալներ ապահովող սարքավորումների թվին կարելի է դասել ներկայումս ի հայտ եկած տեխնիկական նորությունները՝ էլեկտրոնային ջերմաչափը, մոբայլ լաբորատորիան, անլար ստետոսկոպը, մոբայլ տոնոմետրը, վրադրվածքը, մոբայլ գլյուկոզաչափը, խելացի կշեռքը:

Այսպիսով, ունենալով համապատասխան խելացի սարքավորում, որը տրամադրում է անհրաժեշտ տվյալներ, հարկավոր է մշակել գործիքամիջոց վերջիններիս հավաքագրման և մշակման համար: Գործիքամիջոցը պետք է ապահովի առողջության հետ կապված տվյալների ստացումը և դրանց օգտագործումը մոբայլ հավելվածների իրացման ժամանակ, որոնք կաշխատեն շուկայում առկա բոլոր օպերացիոն համակարգերում [3]:

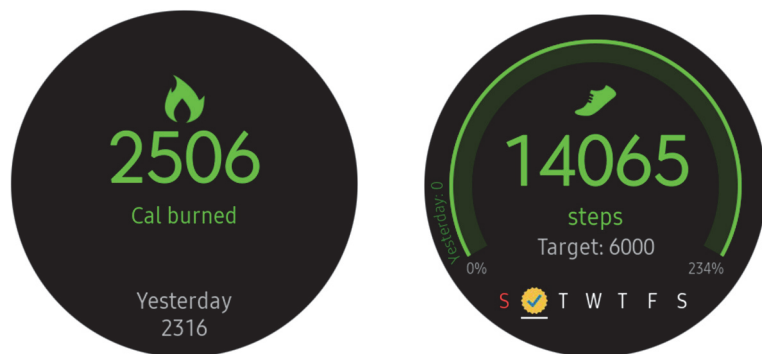
Գործիքամիջոցը հիմք է հանդիսանում մոբայլ հավելվածի ստեղծման համար, որը, ունենալով մշակված տվյալները, կարող է տրամադրել օրական, ամսական և նույնիսկ տարեկան հաշվետվություն, կատարել մոնիտորինգ և ծանուցման տեսքով տեղեկացնել այս կամ այն խնդրի մասին: Տվյալները կարող են պահպանվել ինչպես սմարթֆոնում, այնպես էլ ուղարկվել վեբ սերվեր բժշկի մոտ:

Նախագծի բաղկացուցիչ մաս է հանդիսանում հիվանդի խորհրդատվական մոբայլ հավելվածը, որի միջոցով հիվանդը տրամադրում է իր տվյալները և ստանում բժշկից համապատասխան ցուցումներ և խորհուրդներ: Հավելվածի ստեղծման գործընթացում շատ կարևոր է վերը ներկայացված MKM-HealthData գործիքմիջոցը, որը օգտագործելով՝ ծրագրավորողին մնում է միայն ճշգրտել տվյալ բնագավառի հիվանդների համար անհրաժեշտ տվյալների քանակը, ներմուծման պարբերականությունը, պահանջվելիք արտաքին տեսքը և այլն: MKM-HealthData գործիքմիջոցը հնարավորություն է տալիս նույնիսկ ցածր որակավորում ունեցող ծրագրավորողներին հեշտությամբ մշակել տվյալ ոլորտի հավելվածներ: MKM-HealthData գործիքմիջոցի ևս մեկ առավելություն է այն, որ դրանով ստեղծված հավելվածները աշխատում են նույն բիզնես լոգիկայով օգտագործվող սմարթֆոնների ավելի քան 99% օպերացիոն համակարգերի վրա, որը հնարավորություն է տալիս ներգրավելու սպառողների ավելի լայն շրջանակ:

Նախագիծը մշակելիս գործ ունենք տարատեսակ և մեծ քանակով տվյալների հետ, որոնք պետք է ենթարկվեն տարբեր մշակումների, որոնց վրա պետք է կիրառվեն տարբեր ֆիլտրեր՝ կախված տվյալ հիվանդության պահանջներից, և օգտագործողների անձնական տվյալների գաղտնիության և անվտանգության հետ, ինչը և պայմանավորել է Spring MVC վեբ framework-ի ընտրությունը [9]:

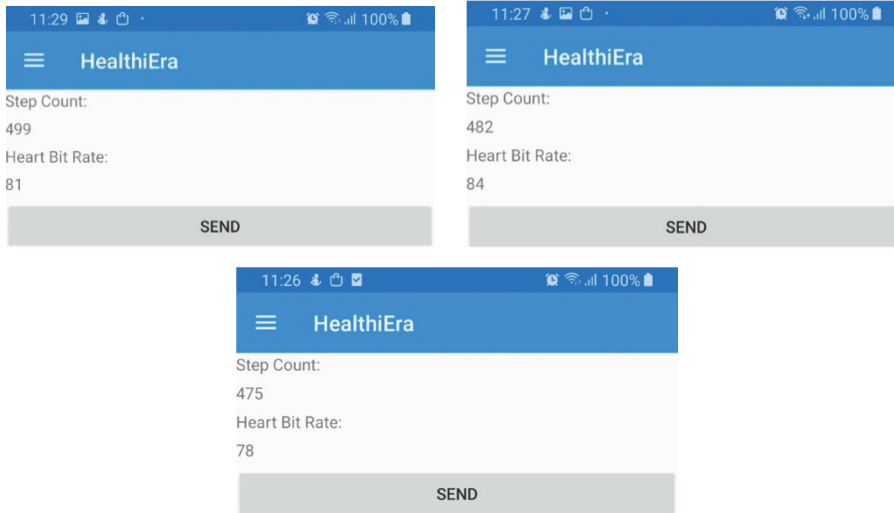
Բժշկի խորհրդատվական գործիքամիջոցի մշակումը իրականացվել է Spring MVC վեբ framework-ի և java ծրագրավորման լեզվի կիրառմամբ: Այդ գործիքամիջոցն ապահովում է կապը բժշկի և հիվանդի միջև: Հիվանդի համաձայնությամբ տվյալները տեղափոխվում են տվյալ վեբ համակարգ, որը հասանելի է համապատասխան բժշկին: Ստանալով տվյալները, բժիշկը կատարում է վերջիններիս վերլուծություն և ստացված արդյունքները ցուցումների տեսքով ուղարկում հիվանդի մոբայլ հավելվածին [9]:

Որպես տվյալներ գրանցող սարքավորում նախագծված ճարտարապետության մեջ օգտագործվել է Samsung S6 մոդելի խելացի ժամացույց:



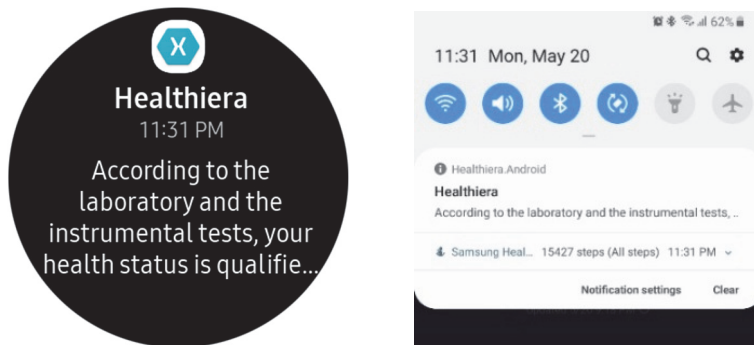
Նկ. 1. Տվյալների ցուցադրում Samsung S6 մոդելի խելացի ժամացույցի վրա

Գրանցված տվյալները մշակվում են մեր կողմից մշակված HealthiEra հավելվածի միջոցով և ուղարկվում բուժող բժշկի վեբ սերվերին, սեղմելով համապատասխան կոճակը, տվյալ դեպքում «SEND» կոճակը: Նկ. 2-ում ներկայացված են ժամանակի տարբեր պահերին տվյալների գրանցումը և ցուցադրումը HealthEra հավելվածի միջոցով: Հավելվածը պարունակում է home և about էջերը, որոնք կարող են ձևափոխվել՝ հաշվի առնելով տվյալ բուժիմնարկության պահանջները կամ բուժող բժշկի ցանկությունները:



Նկ. 2. Ժամանակի փոփոխումը պահերին փոփոխելու գրանցումը և ցուցադրումը HealthEra հավելվածի միջոցով

Տվյալների հավաքագրումից հետո հիվանդի համաձայնությամբ դրանք ուղարկվում են սերվեր: Բժիշկը, դիտելով ստացված տվյալները, իր ցուցումներն ու խորհուրդները ուղարկում է հիվանդին՝ սեղմելով «SEND» կոճակը: Հիվանդը ստանում է բժշկի խորհուրդներն ու ցուցումները ծանուցման տեսքով և հեռախոսի, և ժամացույցի վրա:



Նկ. 3. Սերվերից ստացված ծանուցում Samsung S6 մոդելի խելացի ժամացույցի և Samsung Galaxy S8 հեռախոսի վրա

Բժշկի խորհրդատվական վեբ ծրագրային համակարգի կիրառումը: Բժիշկ-հիվանդ կապն ապահովելու համար մշակվել է վեբ սերվեր: Նկ. 4-ում բերված է ծրագրի այն հատվածը, որն ապահովում է տվյալների ստացումը հեռախոսից:

```

/**
 * Get data from mobile application
 * @param stepCount
 */
@PostMapping(value = "/", params = {"stepCount"})
public void getData(@RequestParam(value = "stepCount") int stepCount.....) {
    Data data = new Data();
    data.setName(getUserName());
    data.setStepCount(stepCount);
    data.set.....;
    .....
    dataRepository.save(data);
}

```

Նկ. 4. Սարքերից տվյալների ստանալու կոդը

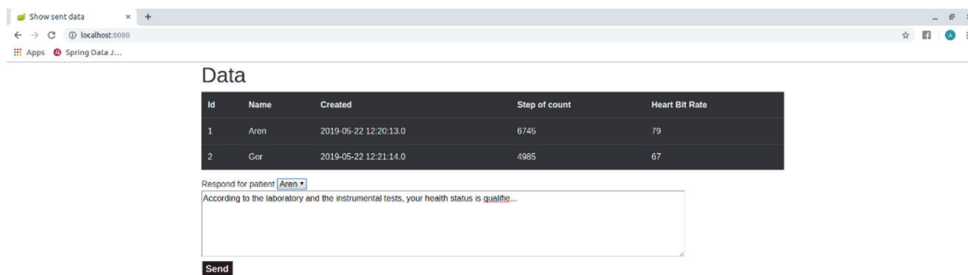
Ստացված տվյալները երևում են վեբ սերվերի էջի վրա (նկ. 5): Տվյալ օրինակում արտացոլվել են նկ. 1-ում հավաքագրված տվյալները:

Id	Name	Created	Step of count	Heart Bit Rate
1	Aren	2019-04-28 23:26:48.0	475	78
2	Aren	2019-04-28 23:27:38.0	482	84
3	Aren	2019-04-28 23:29:12.0	499	81



Նկ. 5. Մոբայլ հավելվածից ստացված տվյալները վեբ սերվերում

Բժիշկը, ստանալով համապատասխան հիվանդից տվյալները, անհրաժեշտության դեպքում կարող է իր ցուցումները և խորհուրդները գրառել բացված պատուհանում (նկ. 6) և ուղարկել ցուցակից ընտրված հիվանդին: Ցուցակը պարունակում է բոլոր հիվանդների անունները:



Նկ. 6. Ցուցումների ուղարկումը մոբայլ հավելված վեբ սերվերից

Եզրակացություն: Ընդհանրացնելով կատարված ուսումնասիրությունները, հետազոտությունները, վերլուծությունները և մշակումները՝ կարող ենք եզրահանգել.

1. Հեռաբժշկական ծրագրային համակարգերի կառուցումը և իրականացումն արդիական են զարգացող երկրներում, մասնավորապես՝ Հայաստանում: Այս համակարգերի մշակման և օգտագործման համար կիրառվել են տվյալների ստացման բժշկական սարքավորումներ, iOS և Android ծրագրավորման հիմնահարթակներ, Xamarin բազմապլատֆորմը:

2. Հիվանդի խորհրդատվական մոբայլ հավելվածն աշխատում է նույն բիզնես լոգիկայով օգտագործվող սմարթֆոնների ավելի քան 99% օպերացիոն համակարգերի վրա՝ ներառելով ապագայում կիրառության մեջ մտնող Samsung ընկերության կողմից Tizen օպերացիոն համակարգը, որը հնարավորություն է տալիս ներգրավելու սպառողների ավելի լայն շրջանակ:

3. Բժշկի խորհրդատվական վեբ ծրագրային համակարգի մշակումը իրականացվել է java ծրագրավորման լեզվի և Spring MVC վեբ framework-ի կիրառմամբ, որի ընտրությունը պայմանավորվել են տարատեսակ և մեծ քանակով տվյալները, որոնք պետք է մշակվեն և զտվեն՝ կախված տվյալ հիվանդության պահանջներից, պահպանելով օգտագործողների անձնական տվյալների գաղտնիությունը և անվտանգությունը:

4. Մշակված ծրագրային համակարգը փորձարկվել է samsung S6 մոդելի խելացի ժամացույցի և Samsung Galaxy S8 մոդելի հեռախոսի վրա: Տվյալները փոխացվել են մոբայլ հավելված, ապա վեբ սերվեր՝ հիվանդի համաձայնությամբ: Վեբ սերվերի վրա արտացոլված տվյալների հիման վրա բժիշկը ուղարկել է ցուցումներ և խորհուրդներ համապատասխան հիվանդին կամ հետևել նրա հիվանդության ընթացքին:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Kirakosian G.T., Ghulyan A.V., Manasyan Y.A, Andreasyan L.K.,** Methodology and approach for development of complex hierarchical systems in healthcare, countries // Proceeding of State Engineering University of Armenia. - 2017- Part 1. – P. 99-105.
2. **Momjyan A.J., Andreasyan L.K., Kirakossian G.T.** The architecture design of type 2 diabetes prevention and treatment decision support smart system in the telecommunication network // Proceedings of Engineering Academy of Armenia. -2018. –Vol. 15, № 2. – P. 291-294.
3. **Kirakossian G.T., Mayilyan A.K., Momjian A.J.** MKM-Health Data software development kit for mobile applications // Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology. - September 2019- November 2019.- Vol. 8, № 4. -P. 290-300.
4. **Julio P, Adem K.** Data Mining and Knowledge Discovery in Real Life Applications. - 2009.-436p.
5. Prediction models for risk of developing type 2 diabetes: systematic literature search and independent external validation study. /**Ali Abbasi, Linda M. Peelen, Eva Corpeleijn, Yvonne T van der Schouw, et al.** BMJ, 2012.- e.-5900.-345p.
6. **Dehmer M. and Emmert-Streib F.** Quantitative Graph Theory. Theory and Applications. -CRC Press, 2014.
7. **Shalev-Shwartz Sh., Ben-David Sh.** Understanding Machine Learning - From Theory to Algorithms.- 2014.- 416p.
8. **Geron A.** Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow,- 2017.- 564p.
9. **Mayilyan A.K., Momjian A.J.** Research and comparative analysis of web technologies of programming in Java // Bulletin of National Polytechnical University of Armenia. - 2019. – Vol. 1. – P. 70-76.

Գ.Տ. ԿԻՐԱԿՕՅԱՆ, Ա.Ջ. ՄՈՄԺՅԱՆ, Ա.Կ. ՄԱԻԼՅԱՆ

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-ПЕРЕДАЧИ И ПЕРЕГРУППИРОВКИ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

Исследована и разработана автоматизированная система передачи и перегруппировки медицинских данных, которая обеспечивает передачу данных в режиме реального времени, их хранение и обработку, а также диагностику заболеваний, консультирование и поддержку процесса лечения.

Эффективное использование разработанной автоматизированной системы позволит удовлетворить высокие требования специализированных медицинских систем, организацию и внедрение высококачественных новых медицинских услуг.

Ключевые слова: автоматизированная система, MKM-HealthData SDK, модель, алгоритм, сетевые устройства, медицинские данные.

G.T. KIRAKOSSIAN, A.J. MOMJIAN, A.K. MAYILYAN
DEVELOPING AN AUTOMATED SYSTEM FOR ONLINE MEDICAL
DATA TRANSFER AND REARRANGEMENT

A medical data transfer and rearrangement automated system has been developed, which ensures the data transfer in the real-time mode, their storage and development, as well as the disease diagnosis, consultation, and the treatment process support.

The effective usage of the automated system developed will satisfy the requirements of the specialized of medical systems, and allows to realize new high quality medical services.

Keywords: automated system, MKM-HealthData SDK, model, algorithm, networking equipment, medical data.

ՀՏԴ 681.3

Ա.Ժ. ՄՈՄՋՅԱՆ

ՀԵՌԱԲԺՇԿԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՄԱՆՆ ԱԶԱԿՑՈՂ
ՎԻՋՈՒԱԼԱՑՎԱԾ ԳՈՐԾԻՔԱՄԻՋՈՑԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Ուսումնասիրվել են հիվանդությունների ախտորոշման և բուժման գործընթացները և առկա խնդիրները, ծրագրավորման տարբեր մոտեցումների արդյունավետությունը բուժման գործընթացի ավտոմատացման հարցում: Մշակվել է հեռաբժշկական գործընթաց կազմակերպմանն աջակցող վիզուալացված գործիքամիջոցի, որը հնարավորություն է տալիս բժիշկներին պարզ բլոկների միջոցով կառուցել բուժման պրոցեսը՝ կախված հիվանդի մուտքային տվյալներից:

Առանցքային բառեր. IoT, արհեստական բանականություն, մասնագիտացված վիզուալ գործիքամիջոց, արդյունքների ճշգրտություն, IDE:

Ներածություն: Քրոնիկ հիվանդությունները մշտական բեռ են հիվանդների վրա, որոնք հիվանդից պահանջում են մշտապես չափումներ կատարել, արձանագրել դրանք, պարբերաբար այցելել բժշկի, ներկայացնել չափումների տվյալները, ստանալ թարմացված բուժման պլան, հետևել ցուցմունքներին [1-9]:

Հիվանդությունների հեռահար ախտորոշման և բուժմանն աջակցող համակարգն ունի հետևյալ հիմնական պահանջները՝

- հարկավոր է ստեղծել այնպիսի համակարգ, որը հեշտությամբ կարելի է թարմացնել վերջին բժշկական նորություններով, որոնք կարող են բարելավել հիվանդի բուժման որակը,

- համակարգը պետք է ունենա բարձր ճշգրտություն:

Խնդրի դրվածքը: Անհրաժեշտ է մշակել այնպիսի համակարգ, որը առավելագույնս կլուծի վերոնշյալ խնդիրները: