

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.28.12.2017.T.07.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ПИСЕЦКИЙ ЮРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**МАСОФАДАН МОНИТОРИНГ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИ ВА**  
**УСУЛЛАРИ**

05.04.02 – Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение тизимлари  
ва қурилмалари. Мобил, тола-оптик алоқа тизимлари

**ТЕХНИКА ФАНЛАР БЎЙИЧА ДОКТОРИ (DSc)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2018**

**Техника фанлари бўйича доктори (DSc) диссертацияси автореферати  
мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации  
доктора (DSc) по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of the doctor of sciences (DSc)  
on technical sciences**

**Писецкий Юрий Валерьевич**

Масофадан мониторинг қилиш қурилмалари ва усуллари.....3

**Писецкий Юрий Валерьевич**

Методы и устройства дистанционного мониторинга.....27

**Pisetskiy Yuriy Valerevich**

Methods and devices of remote monitoring.....51

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....55

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.28.12.2017.Т.07.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ПИСЕЦКИЙ ЮРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**МАСОФАДАН МОНИТОРИНГ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИ ВА**  
**УСУЛЛАРИ**

05.04.02 – Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение тизимлари  
ва қурилмалари. Мобил, тола-оптик алоқа тизимлари

**ТЕХНИКА ФАНЛАР БЎЙИЧА ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ**  
**АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2018**

Техника фанлари бўйича фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида №B2017.1.DSc/T40 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий маслаҳатчи:**

**Арипов Хайрулла Кабилович**  
физика-математика фанлар доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Бахрамов Сагдулла Абдуллаевич**  
физика-математика фанлари доктори,  
профессор, академик

**Сиддиков Илхомжон Хакимович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Иногамов Акмал Муратович**  
техника фанлари доктори

**Етакчи ташкилот:**

**«Ўзбектелеком» акционерлик компанияси**

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.28.12.2017.T.07.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темура кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (\_\_\_ рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100202, Тошкент, Амир Темура кўчаси, 108-уй. Тел.: (+99871) 238-65-44).

Диссертация автореферати 2018 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ да тарқатилди.  
(2018 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси.)

**Р.Н. Усманов**

Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Б.Н. Рахимов**

Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш илмий котиби, т.ф.д.

**А. Абдукаюмов**

Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш қошидаги илмий семинар  
раис ўринбосари, т.ф.д., профессор

## КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлиги.** Жаҳонда етакчи инфокоммуникацион тармоқлар ва тизимлар инновацион соҳалар билан техник ўзаро боғланганлиги ахборот-коммуникация технологияларининг турли воситалари ва ечимларига интеграцияланиши ҳамда турли йўналишларда, жумладан саноат корхоналари технологик жараёнларини бошқариш, транспорт, қишлоқ хўжалиги, ижтимоий ва бошқа йўналишларда масофадан мониторинг қилиш алоҳида аҳамият касб этади. Ривожланган мамлакатларда, жумладан АҚШ, Германия, Франция, Жанубий Корея, Япония, Россия ва бошқа мамлакатларда хавфли корхоналарни мониторинг қилишнинг янги технологиялари ва усулларини қўллаш орқали индустрияда ишлатиладиган ёнғин ва экологик хавфли вазиятларни аниқлаш ва олдини олиш учун узлуксиз мониторинг қилишга катта эътибор қаратилмоқда. Шу жиҳатдан ёнғинга хавфли газларни назорат қилишнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда корхоналарнинг маҳаллий ёки ҳудудий кўламларга экологик таъсирини назорат қилиш, техноген характердаги фавқулоддаги вазиятлар телекоммуникацион тизимлари орқали огоҳлантириш, симсиз технологияларга асосланган мониторинг қилиш тизимлари ва усулларини ишлаб чиқиш илмий асослари яратилмоқда. Бу борада, жумладан автоном ва автоматик радиомониторинг қилиш тизимларининг қўлланилишига асосланган газ-кимёвий объектлар қурилмаларини назорат қилиш усулларини, иқлим шароитлари учун энг кам хатоликли масофадан радиомониторинг қилиш усули, кимёвий ва физик параметрларни аниқлаш учун ишончли универсал сенсорли модулларни ишлаб чиқиш, шу билан бирга радиомониторинг қилиш автоном тизимларининг аппарат комплекслари ва унинг компонентларини яратиш, хавфли объектларни марказлаштирилган назорат қилиш учун маълумотларни узатиш тармоқларини қуриш тизимларини ишлаб чиқишни илмий асослаш зарур ҳисобланади.

Республикамизда ишлаб чиқариш корхоналарининг хавфли газ ташламалари масофали мониторинг сигнализация тизимларини мақсадли такомиллаштиришга йўналтирилган чора-тадбирларни амалга оширишга, жумладан, симсиз алоқа технологиялар ёрдамида масофадан узлуксиз назорат қилиш, кимё, нефть ёки газ корхоналарида хавфли чегаравий рухсат этиладиган концентрацияларини масофадан автоматик радиомониторинг қилиш тизимларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, «...ахборот-коммуникацион технологияларни иқтисод, ижтимоий соҳа, бошқариш тизимларига жорий этилиши»<sup>1</sup>вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш,

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони

жумладан, ишлаб чиқариш корхоналарида ёнғин ва экологик хавфли вазиятларни аниқлаш ва олдини олиш усуллари ишлаб чиқиш, узлуксиз мониторинг қилиш усуллари ва автоматлаштирилган қурилмаларини яратиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини кейинги ривожлантириш бўйича ҳаракатлар дастури тўғрисида»ги, 2017 йил 21 июндаги ПФ-5066-сон «Фавқулудда вазиятларда огоҳлантириш ва баргараф қилиш тизимларининг самарадорлигини тубдан ошириш бўйича чоралар тўғрисида»ги Фармонлари, 2017 йил 2 июндаги ПҚ-3030-сон «Фавқулудда вазиятлардан аҳоли ва ҳудудларни ҳимоя қилиш соҳасида мутахассисларни тайёрлаш тизимининг кейинги такомиллаштириш бўйича чоралар тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларга мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникацион технологияларни ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи<sup>2</sup>.** Индустрияда ишлатиладиган ёнғин ва экологик хавфли вазиятларни аниқлаш ва олдини олишга токсик ва ёнғинга хавфли газларни назорат қилишни узлуксиз мониторинг қилиш усуллари, автоматлаштирилган қурилмаларини яратишга қаратилган илмий-тадқиқотлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида, шу жумладан, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Massachusetts Institute of Technology (АҚШ), Nanjing Kelisaike Safety Equipment Corporation (Хитой), Москва алоқа ва информатика техника университети илмий маркази, «Аналитик-ТС» МЧЖ, «ОПТЭК» акционер жамияти (Россия) ва Тошкент ахборот технологиялари университети, Тошкент давлат техника университетиди (Ўзбекистон) кенг қамровли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Сенсорларнинг нозик динамик характеристикалари ишлаб чиқилган, кинетик параметрлар конкурент эффектининг сезгир датчикларга таъсирини баҳолаш кўрсаткичларини такомиллаштириш ҳамда қурилмаларини яратиш муаммоларига оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: газоаналитик қурилмаларнинг селективлигини катализаторлар асосида яхшилаш усулини (Columbia University of New York, Institute of Electrical and

---

<sup>2</sup>Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи S.Nakata, K.Takemura, K.Neya. Non-linear dynamic responses of a semiconductor gas sensor: Evaluation of kinetic parameters and competition effect on the sensor response. – Sensors and actuators. B (chemical) 76 (2001), Ph. 436-441, R.S.Morrison. Sensor and Actuators, 12, 425 (1987), Güpel W., Schierbaum K.D. // Sensors Actuators. B. 1995. Vol. 26-27. P. 1-23, Alterkop B., Parkansky N., Goldsmith S., and Boxman R.L. // J. Phys. D.: Appl. Phys. 2003. Vol. 36. P. 552-558, Varghese O.K., Malhotra L.K. // J. Appl. Phys. 2000. Vol. 87. P. 7457-7463 ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

Electronics Engineering, Massachusetts Institute of Technology, США, Винница миллий техника университети, Украина), вакуум технологиялари ёрдамида термоплатина элементларга катализаторларни қоплаш билан термокаталитик датчикларни танловчанлигини янги қоришмалар асосида такомиллаштирилган («ОПТЭК» акционерлик жамияти, Россия, Миллий академиясининг молекуляр ва атом физика институти, Беларусь, М.В.Ломоносов номидаги Москва давлат университети, Россия), нанотурдаги наностерженли кўп қатламли датчиклари, шунингдек газларни таҳлил қилувчи тизимлари ишлаб чиқилган, (Waseda University School of Science And Engeniering, Seikei University, Vacuum Metallurgical Co. Ltd., Japan), полимер газ датчиклари массивларини ўтказиш учун оддий, ихчам сўров усули ишлаб чиқилган, (University of Toronto, Canada, The University of Manchester, Великобритания).

Дунёда ишлаб чиқариш соҳаларидаги хавфли объектларда газ ажралиш жараёни назоратини масофадан мониторинг қилиш тизимларини такомиллаштириш ва қурилмаларни яратиш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: автоном ва автоматик радиомониторинг тизимлари ёрдамида газ-кимёвий объектларини назорат қилишнинг янги самарали усулларини ишлаб чиқиш, масофавий мониторинг қилишнинг минимал хатоликка эга прецизион усулини ишлаб чиқиш, газларнинг физик ва кимёвий хусусиятларини аниқлаш учун сенсорли модулларини ишлаб чиқиш, турли частота диапазонларида ишловчи радиомониторинг қурилмасини яратиш.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Индустрияда ишлатиладиган ёнғин ва экологик хавфли вазиятларни аниқлаш ва олдини олишга токсик ва ёнғинга хавфли газларни назорат қилиш, автоматлаштирилган қурилмаларини яратиш муаммоларига қатор монографиялар ва журналлар мақолалари бағишланган. Узлуксиз мониторинг қилиш назариясининг ривожланишида бир қатор олимлар: Williams D., Ross MacDonald, ҳамда М.Е.Н. Amrani, Р.А. Payne, R.M. Dowdeswell, A.D. Hoffman, Израэль Ю.А., Герасимов И.П., Ковдо В.А., Стынько В.А. ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб борганлар ҳамда катта ҳисса қўшганлар.

Республикамызда масофадан радиомониторинг қилишни назарий асосларини такомиллаштириш ва ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш бўйича бир қатор олимлар илмий тадқиқот ишларини олиб боришган, жумладан, академик Т.Д. Раджабов томонидан газлар датчиклари тўплани ўтказиш учун оддий, ихчам сўров усули ишлаб чиқилган. Бунинг учун улар орқали Вин кўприги осцилляторлари тўртта каналли тизими лойиҳалаштирилган ва қурилган. Юсупбеков Н.Р., Абдуллаев Д.А., Назаров А.М., Серикбаев Б.А., Абдурахманов Э.А., Сахибов Ш.Д. ва уларнинг шогирдлари томонидан термокаталитик алмаштиргичларнинг хоссалари асосида газ анализаторларнинг танлаш қобилятини ошириш усуллари ишлаб чиқилган, нефть маҳсулотлари буғларини анализ қилувчи қурилма яратилган.

Соҳага оид тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатадики, баён этилган ишларнинг натижасига кўра улар асосан мониторинг тизимларининг айрим

параметрларини тадқиқ этиш, сигналларни қайта ишлаш усулларини ишлаб чиқиш ҳамда тизимдаги баъзи қурилмаларнинг (датчиклар, модулар, узатиш канали ва ҳ.к.) характеристикаларини яхшилашга бағишланган. Ушбу ишларда атроф-муҳит параметрларини ҳамда хавфли объектлардаги ёнғиндан ва портлашда хавфли моддаларни автоматлаштирилган масофали мониторинг тизимининг бутун комплекси корхоналар фаолиятининг хусусиятларини ва Ўзбекистоннинг иқлим шароитини ҳисобга олган ҳолда етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент ахборот технологиялари илмий-тадқиқот ишлари режасининг №А-7-423- «Атроф-муҳитда токсик, ёнғинга ва портлашга хавфли газларни аниқлаш бўйича масофадан радиомониторинг қилиш тизимини яратиш» (2006-2008) мавзусидаги лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқот мақсади** ёнғин ва экологик хавфли вазиятларни аниқлаш ва олдини олишга мўлжалланган токсик ва ёнғинга хавфли газларни назорат қилишнинг узлуксиз мониторинг қилиш усуллари ва юқори самарадорли автоматлаштирилган қурилмаларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

автоном тарзда радиомониторинг қилувчи тизимлар воситасида газ-кимёвий объектларнинг қурилмаларини назорат қилиш усулларини ишлаб чиқиш;

Ўзбекистон иқлим шароитларини ҳисобга олган ҳолда масофадан радиомониторинг қилишнинг оптимал алгоритмга асосланган махсус услубини ишлаб чиқиш;

радиомониторинг тизимида рақамли сигналларни узатиш учун радиоканал ташкил этиш;

газларнинг кимёвий ва физикавий параметрларини ишончли аниқловчи сенсорли модуларни ишлаб чиқиш;

радиомониторинг қилувчи автоном тизимлар аппаратлар комплексларининг компонентларини яратиш;

термокимёвий каталитик датчикларнинг термик параметрлари ва ажрата олиш қобилиятини тадқиқ этиш;

хавфли объектларни марказлаштирилган тарзда назорат қилишга мулжалланган маълумотлар узатиш тармоқларини қуришга оид амалий тавсиялар ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида хавфли газлар мавжуд бўлган ишлаб чиқариш корхоналари, мониторинглашда сигнализация воситалари, элементлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети**ни ишлаб чиқариш корхоналарининг атроф-муҳитини автоматлаштирилган радиомониторинг қилиш усуллари, алгоритмлари ва қурилмаларини ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар жараёнида аналитик ва дастурий тадқиқотлар усуллари, тизимлар умумий назарияси ва техник диагностика



қилиш, замонавий радиоалоқа назарияси, рақамли сигналларни қайта ишлаш усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотларнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

энг кичик хатолик ва юқори сезгирлик билан автоном ҳамда ишончли ишлайдиган усули атроф-муҳитини масофадан мониторинг қилиш мезонлари орқали ишлаб чиқилган;

юқори ишончлилик, сезгирлик ва ҳалақитбардошлик билан кенг хароратлар чегараларида хавфли объектлар атроф-муҳитидаги ёнувчан моддалар ҳақидаги маълумотларни қайд этиш ва ишлов беришга имкон берадиган автоматик мониторинг қилиш аппарат комплекси таъминоти ёрдамида яратилган;

Ўзбекистоннинг иқлим шароитларида нефть ва газни қайта ишлаш қорхоналарида хавфли объектларни масофадан мониторинг қилиш тизимини самарали ишлатиш ингредиент услуги асосида ишлаб чиқилган;

конструктив ўзгартиргични қўллаш асосида Ўзбекистоннинг иқлим шароитларида самарали ва ишончли ишлатиш учун термокаталитик датчик ишлаб чиқилган;

Ўзбекистоннинг турли минтақаларида хавфли объектларни марказлашган мониторинг қилиш корпоратив тармоғини яратиш усули асосланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

Ўзбекистоннинг иқлим шароитларига мўлжалланган атроф-муҳит параметрларининг энг кичик хатоликда берадиган автоматик масофадан радиомониторинг қилиш самарадор усули ишлаб чиқилган;

рақамли радиосигналларни узатиш 26,95 МГц частота асосида яратилган хавфли объектларни радиомониторинг қилиш тўрт каналли автоном автоматик қўлланишига асосланган атроф-муҳитни узлуксиз назорат қилиш тизими ишлаб чиқилган;

конструктив ўзгартиргич асосида Ўзбекистоннинг иқлим шароитларига мослаштирилган яхшиланган характеристикали юқори селектив термокаталитик датчик ишлаб чиқилган;

термокаталитик датчиклар қўллаш асосида хавфли объектларни марказлаштирилган мониторинг қилиш корпоратив тармоқни куриш усули яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги автоматик масофадан радиомониторинг қилиш самарадор усули ишлаб чиқилган, рақамли дискрет сўров тизими алгоритми, термокаталитик сенсори параметрларини ҳисоблаш, ингредиент усули ва ҳисоблашлар орқали термокаталитик сенсори автоматик узлуксиз радиомониторинг қилиш усуллари билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти температура ва газларнинг кенг динамик диапазонда турли ҳилдаги термокаталитик датчиклар ва сенсорли модуллардан келувчи сигналларни оптималлаштирилган алгоритм бўйича қайта ишлашга асосланган ҳавфли газларни мониторинг қилиш ишлаб

чиқилган янги усулида мониторинг тизими сифатини ошириш имконини бериши билан баҳоланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти яратилган тизим Ўзбекистоннинг иқлим шароитида ҳавфли объектларни комплекс равишда, узоқ вақт давомида узлуксиз, юқори аниқликда мониторинг қилиш имконини беради. Тизимда унификацияланган қабул қилиш канали, радиоканаллар бўйлаб ахборот узатишнинг замонавий рақамли технологиялари татбиқ этилиши туфайли уни турли ҳавфли қайта ишловчи корхоналарда мобил, автоном равишда ва тезкор ҳолда қўллаш мумкин.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Масофадан мониторинг қилиш қурилмалари ва усуллари бўйича олинган натижалар асосида:

ёнғиндан огоҳлантириш бўйича Тошкент телеминорасидаги узунлиги бўйича 375 метрли автоном радиоканали муайян вақт оралиғида алоҳида ишлайдиган алгоритм асосида самарали радиомониторинг тизими «РТУМ» ДУКда жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 8 июндаги 33-8/4153-сон маълумотномаси). Натижада 26,95 МГц частота рақамли радиосигнални автоном узатиш усулини қўллаш орқали ёнғин сигнализацияси учун сарф ҳаражатларни камайтириш имконини берган;

автоном радиоканални қўлаган ҳолда ҳамда ингредиент мониторинг усули асосида термокаталитик сенсорли, 4 каналли газни қайта ишловчи станциянинг радиомониторинг тизими «Avaton gaz avto» МЧЖ, «Gazkompressor-Servis» МЧЖ, «Rahshona-Н.Н.» МЧЖ, «Buyuk Boriy-Valiy» МЧЖларда жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 8 июндаги 33-8/4153-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқотлар натижасида ҳавфли газ исини аниқлаш сифатини ошириш ва газларни сизиб чиқишини аниқлашни тезлаштириш, ишлаб чиқаришда ишлаш жараёнида ҳавфсизлигини ошириш имконини берган;

ёнилғи қуйиш шоҳобчаларида бир вақтнинг ўзида газсимон аралашмаларнинг тўғридан-тўғри намунасини радиомониторинг усули асосида Ўзбекистон шароитига мосланган термокаталитик сенсор билан узлуксиз назорат қилиш автомобилларга ёқилғи ва газ қуйиш шаҳобчаси «ALEKS PLYUS BIZNES» МЧЖга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 8 июндаги 33-8/4153-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқотлар натижасида яқка тартибдаги мониторинг тизими асосида автомобилларга ёқилғи ва газ қуйиш шаҳобчаси бир вақтнинг ўзида назорат қилиш корхона техник ходимларининг ишини сезиларли даражада осонлаштиради, корхона меҳнат ресурсларини тежаш имконини берган;

оптик сигналларини узатиш усули асосида мониторинг тизимида қўлланиладиган универсал сенсор модули «РТУМ» ДУК, «Avaton gaz avto» МЧЖ, «Gazkompressor-Servis» МЧЖ, «Rahshona-Н.Н.» МЧЖ, «Buyuk Boriy-Valiy» МЧЖ, «ALEKS PLYUS BIZNES» МЧЖларда жорий этилган

(Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 8 июндаги 33-8/4153-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқотлар натижасида универсал сенсорли модули асосида мониторинг тизимининг функционаллигини кенгайтириш, натижаларининг ишончлилигини 1,5 марта ошириш имконини берган;

Ўзбекистон иқлим шароити учун ишлаб чиқилган термокаталитик сенсорлар газни қайта ишлаш заводида бевосита танлаб олиш усули ва ишлаб чиқилган радио мониторинг тизимини такомиллаштириш усули «Avaton gaz avto» МЧЖ, «Gazkompressor-Servis» МЧЖ, «Rahshona-Н.Н.» МЧЖ, «Buyuk Boriy-Valiy» МЧЖ, «Aleks Plyus Biznes» МЧЖларда жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 8 июндаги 33-8/4153-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқотлар натижасида билвосита газни танлаш усулини такомиллаштириш орқали сенсорнинг ишлаш ҳарорати оралиғини чет эл аналогларидан нисбатан ўлчаш хатосини камайтириш имконини берган.

**Тадқиқотлар натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқотнинг назарий ва амалий натижалари 4 та халқаро ва 18 та республика илмий-амалий анжуманларда маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Тадқиқот мавзуси бўйича жами 46 та илмий иш чоп этилган бўлиб, жумладан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 21 та мақола, 18 та республика ва 3 таси хорижий журналларда, нашр қилинган, ҳамда 1 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 150 саҳифани ташкил этади.

## **ДИССЕРТАЦИЯ ИШИНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида диссертация иши мавзусининг долзарблиги ва зарурлиги асослаб берилган, тадқиқотнинг мақсад ва вазибалари, объекти ва предмети белгилаб берилган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига тадқиқотнинг мослиги аниқланган, илмий янгилиги ва амалий натижалари, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш рўйхати, нашр этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Атроф-муҳитни мониторинг қилиш замонавий усуллари ва тизимлари”** деб номланган биринчи бобида атроф-муҳитни мониторинг қилиш усуллари, шунингдек, фавқулодда вазиятларни мониторинг қилиш орқали диагностика қилиш ва тахминлаш усуллари

келтирилган, хавфли газларни мониторинг қилиш замонавий тизимлари таҳлил қилинган. Мониторинг қилиш тизимлари учун газ сенсорларининг таснифланиши ва турлари кўриб чиқилган. Масофадан мониторинг қилиш тизимлари учун маълумотларни узатиш тармоқлари ўрганилган. Мониторинг қилиш тизимлари учун маълумотларни узатиш технологияларига талабларни таҳлил қилиш ва ўрганиш ўтказилган. Ўтказилган атроф-муҳитни мониторинг қилишнинг замонавий усуллари, қурилмаларининг шарҳи ва таҳлилидан тадқиқотнинг вазифалари шакллантирилган.

Бажарилган ишлар бўйича қуйидагилар ўрнатилди:

Мониторинг қилиш қуйидаги асосий амалий йўналишларни ўз ичига олади: атроф-муҳитнинг ҳолати ва унга таъсир этадиган омилларни кузатиш; атроф-муҳитнинг ҳақиқий ҳолати ва унинг ифлосланиши даражасини баҳолаш; бўлиши мумкин бўлган ифлосланишлар натижасидаги атроф-муҳитнинг ҳолатини тахминлаш ва бу ҳолатни баҳолаш.

Мониторинг қилиш тизимлари таъсир этиш омиллари, ифлослантириш манбалари ва таъсир этиш кўламлари бўйича бўлинади. Улардан энг кўп ишлатиладиганлари ингредиентли мониторинг қилиш, нуктавий стационар манбаларни мониторинг қилиш ва фазовий мониторинг қилиш ҳисобланади. Ўз навбатида, маълумотларни умумлаштириш бўйича хавфли зоналарда антропоген манба таъсирини локал мониторинг қилиш, ҳудудий ва локал антропоген таъсирларни импакт мониторинг қилишга ажратилади.

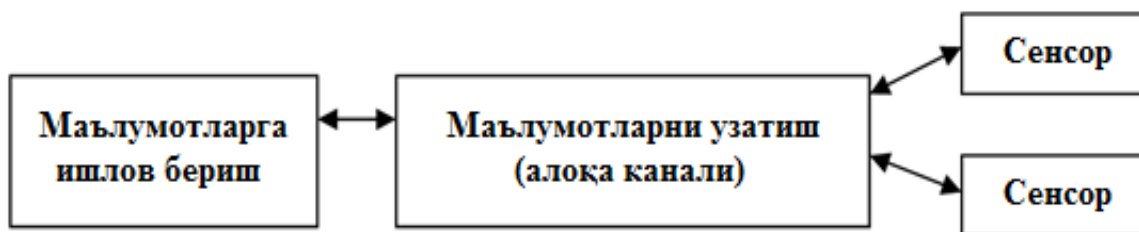
Сифатли оператив назорат қилиш учун замонавий мониторинг қилиш тизимлари табиий ва антропоген келиб чиқишдаги атмосфера таркибининг кимёвий таркибини кузатиш физик-кимёвий усуллари кенг қўллайди. Бу ҳолда актив зондлаш ва ўрганиладиган объектларни назорат қилиш, шунингдек, тажриба маълумотларини қайд этишни амалга ошира оладиган радиометрик қабуллаш-узатиш аппаратураси билан жиҳозланган радиоэлектрон воситалар қўлланадиган масофадан мониторинг қилиш энг қулай бўлади.

Мониторинг қилишдан асосий мақсад алоҳида хавфлар турларини кузатиш билан шуғулланадиган турли идоралар ва ташкилотларнинг интеллектуал, ахборот ва технологик имкониятларини бирлаштириш асосида фавқулодда вазиятларни аниқ ва ишончли тахминлаш учун маълумотларни тақдим этиш ҳисобланади. Мониторинг қилиш маълумотлари тахминлаш учун асос бўлиб хизмат қилади, унинг натижасида қандайдир объект, ҳодиса, жараённинг бўлажак ҳолати ҳақидаги гипотетик маълумотлар олинади.

Ҳозирги вақтда хавфли газларнинг портлашгача концентрациясини аниқлайдиган мониторинг қилиш тизимларини қуриш усуллари катор турлари мавжуд. Лекин улардан кўпчилиги юқори нархга эга (эксплуатацион сарфларни қўшганда), тўлиқ унификацияланмаган, шунингдек, функционал етарли эмас.

Деярли барча мониторинг қилиш тизимлари ўхшаш функционал тузилма бўйича қурилади, у газоанализаторлар ёки сенсорлар, маълумотларни узатиш ва қабул қилиш тизими ва маълумотларга ишлов бериш тизимини ўз ичига олади (1.1- расм). Маълумотларни узатиш ва қабул қилиш тизими бир неча

усулларда бажарилиши мумкин. Бу симли, радиоканалли ва оптик тизимларнинг турлари бўлиши мумкин. Шунингдек, бир вақтда бир неча маълумотларни тўплаш усуллари ўз ичига оладиган комбинацияланган мониторинг қилиш тизимлари мавжуд.



**1- расм. Мониторинг қилиш тизимининг тузилмаси**

Мониторинг қилиш тизимлари ишлатадиган алоқа каналларини баҳолаш учун алоҳида узатиш тизимларининг кўрсаткичларини ёмонлашишига турли омилларнинг нисбий характеристикалари таҳлил қилинган. Ўтказилган таҳлил кўрсатдики, ишлаб чиқариш объектларидаги хавфли газларнинг ошган концентрациясини аниқлаш учун ўз автоном ишлайдиган радиоканалидан фойдаланиш энг оптимал ҳисобланади.

Меъёрий ҳужжатлар ва радиотўлқинларнинг тарқалиши дипазонли хоссаларини ўрганиш кўрсатдики, фуқаролар радиоалоқаси учун ажратилган 27 МГц частоталар дипазонидан фойдаланиш энг оптимал бўлади. Бу дипазонда радиотўлқинлар узатиш антеннасида ёруғлик нурига ўхшаш тўғри чизик бўйича қабул қилиш антеннасига тарқалади.

Ернинг эгрилиги ҳисобга олинганида тўғри кўриниш масофасини куйидаги формула бўйича ҳисоблаш мумкин:

$$R_3 = (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}) \quad (1)$$

бу ерда  $H_1$  ва  $H_2$  – узатиш ва қабул қилиш нуқталарида антеннанинг осилиш баландликлари.

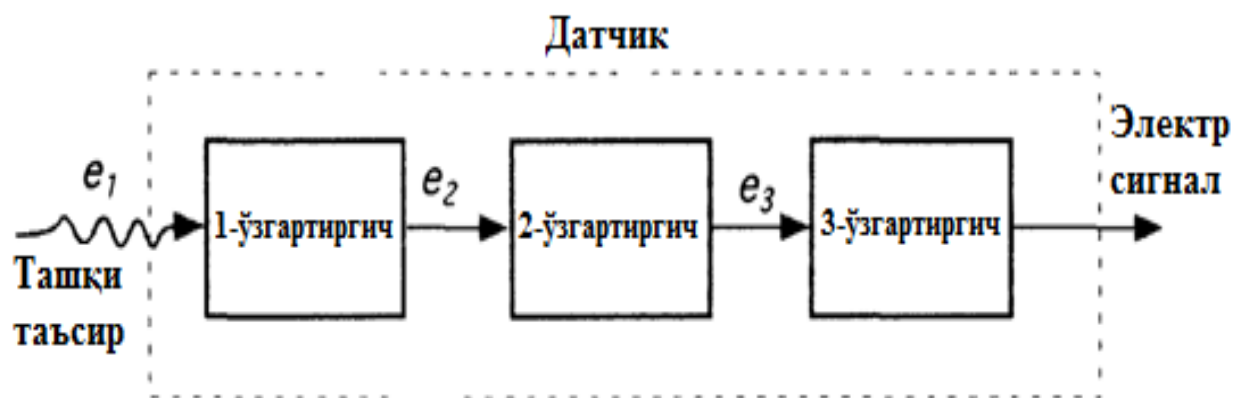
Шу билан бир вақтда Си-Би радиотўлқин 11 метр атрофидаги узунликка эга бўлиш билан ерни айланиб ўтиш билан ер сирти бўйлаб тарқала олади, бу унга тўғри кўриниш зонасида узокроққа тарқалишга (ер усти тўлқини) имкон беради. Радиокўриниш зонаси бунда куйидаги формула бўйича ҳисобланиши мумкин:

$$R_r = (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}). \quad (2)$$

Алоқа масофаси атроф-муҳит сатҳидан антенналарнинг ўрнатилиш баландликлари, ўрнатиш нуқтасининг геодезик баландликлари, ишлатиладиган антенналар турлари, нурланиш поляризацияси (горизонтал ёки вертикал, узаткичнинг қуввати, қабул қилиш нуқтасидаги ҳалақитлар

сатҳи, алоқа трассасадаги тўсиқларнинг бўлиши, ишлатиладиган модуляциялаш тури ва ҳатто об-ҳаво шароитларига боғлиқ бўлади.

Газни таҳлил қилиш тушунчаси ўрганилган, мониторинг қилиш тизимлари учун газ сенсорларининг таснифланиши ва турлари келтирилган. Кўрсатилганки, кўплаб ҳолларда ўзгартиргичлар таркибий датчикларнинг қисми ҳисобланади (2- расм).

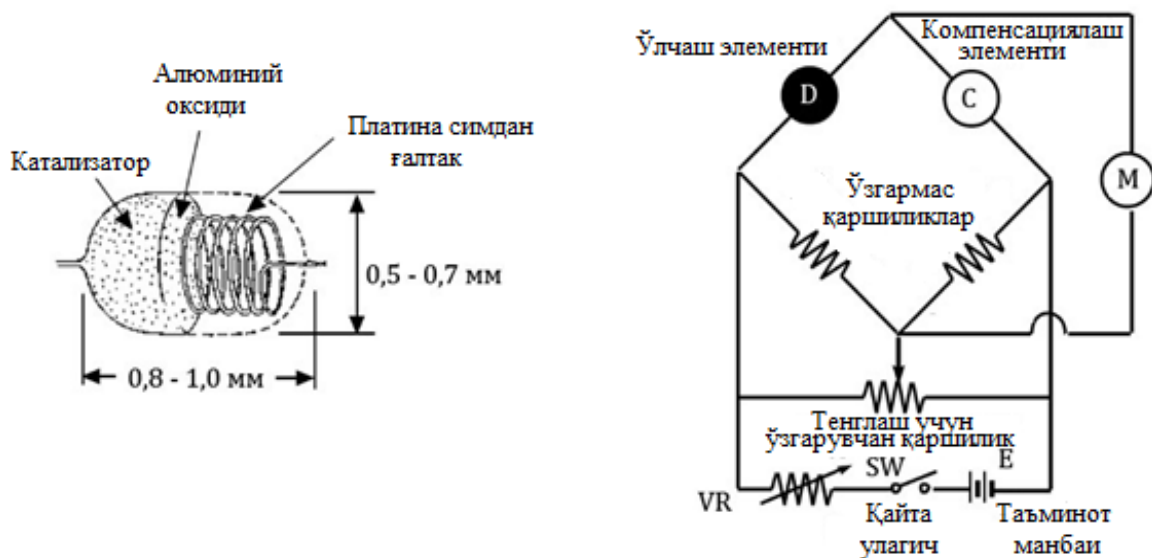


2- расм. Датчикнинг умумий кўриниши

Ўрнатилганки, кимёвий датчик таркибида иккита ўзгартиргич бўлиши мумкин, улардан биринчиси кимёвий реакциялар энергиясини ўзгартиради, иккинчиси эса термоэлемент бўлиб, у иссиқликни электр сигналга ўзгартиради. Бу ўзгартиргичларнинг комбинацияси кимёвий реакцияга жавоб тариқасида электр сигнални берадиган асбоб – кимёвий датчик ҳисобланади.

Хавфли газларни мониторинг қилиш турли усуллари ва ишлатилиш йўлларига асосланган хавфли газларни мониторинг қилишнинг замонавий тизимлари таҳлили ўтказилган. Термокаталитик сенсорларнинг авзалликлари таъкидланган: ўрнатиш, калибрлаш ва ишлатишнинг оддийлиги, катта хизмат қилиш муддати, паст нархи, турли газларга калибрлаш имконияти, чангли атмосферадаги юқори ишончлилиги, оширилган ҳароратлар шароитларидаги юқори ишончлилиги, намлик, ҳарорат ва босимнинг ўзгаришларга кам сезгирлиги, кўплаб углеводородларни (углерод билан водороднинг кимёвий бирикмаларини) аниқлаш имконияти.

Термокаталитик датчикнинг ишлаши газнинг оксидланишида иссиқлик энергиясининг ажралиши принципига асосланган. Уитстон кўприги ёрдамидаги датчик ҳароратнинг ўзгаришини газнинг концентрациясига тўғри пропорционал бўлган сигналга ўзгартиради. Конструктив жиҳатдан датчик катализаторга ўрнатилган қизиш элементлари жуфтлиги – референс ва актив элементлардан ташкил топган (3- расм).



**3- расм. Термокаталитик сенсор ва унинг электр схемаси**

Масофадан мониторинг қилиш тизимлари учун маълумотларни узатиш тармоқлари, уларнинг таснифланиши, ишлатиш турлари ва усуллари кўриб чиқилган. Унинг якунида мониторинг қилиш тизимлари учун маълумотларни узатиш технологияларига талабларни таҳлил қилиш ўтказилган.

Диссертациянинг “Газ аралашмалари концентрацияларини радиомониторинг қилиш тизимларини қуриш принциплари ва унинг компонентлари параметрларини танлашнинг асосий мезонлари” деб номланган иккинчи бобда газнинг чиқиб кетишини назорат қилиш масофадан радиомониторинг қилиш тизимларининг аппарат воситаларига қўйиладиган асосий талаблар келтирилган. Келтирилган талаблар ва тадқиқ қилинган мониторинг қилиш усуллари асосида масофадан радиомониторинг қилиш тизимини қуриш конфигурацияси ишлаб чиқилган.

Мониторинг қилишда тизим учун танланган тўлқинлар диапазонининг хоссаларини таҳлил қилиш ўтказилган, барқарор радиосигнални таъминлаш бўйича тавсиялар асосида алоқа масофасини аниқлашнинг айрим ҳисоблари амалга оширилган. Агар катта алоқа масофаси учун трактнинг кучайтириши кам бўлса, уни катта кучайтиришли антеннани танлаш, коаксиал кабелларнинг узунлигини ва мос равишда сўнишини камайтириш билан ошириш зарур. Ўрнатилганки, ультрақисқа тўлқинлар ёрдамида самарали алоқа учун узаткич ва қабуллагич антенналари орасида тўсиқсиз тўғри кўриниш линиясини таъминлаш зарур.

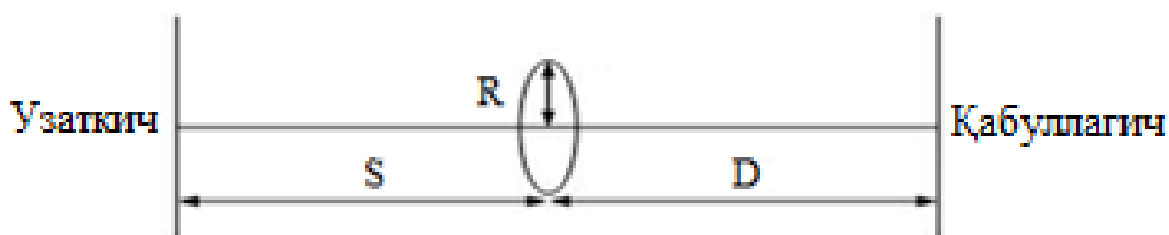
Алоқа масофасини оширадиган йўналтирилган антенналар қўлланганда Гюйгенс принципига асосланган Френель зоналари тушунчасидан фойдаланилган, унга мувофиқ муҳитнинг қўзғалиш етиб борадиган ҳар бир нуқтасининг ўзи иккиламчи тўлқинлар манбаи бўлиб қолади ва нурланиш майдони барча иккиламчи тўлқинлар суперпозицияс сифатида қаралиши мумкин.

Ҳисоблашлар қуйидаги формулаларга мувофиқ ўтказилган:

$$R = \sqrt{\frac{\lambda SD}{S+D}}, \quad (3)$$

$$R = 17,3 \sqrt{1/f \frac{SD}{S+D}}, \quad (4)$$

Френелнинг тасдиқлашича, R радиусли ва S + D масофали Френелнинг биринчи зонасига тушадиган барча тўсиқлар энг салбий таъсирни кўрсатади (4- расм). Келтирилган ҳисоблашлар бўйича ишлаб чиқиладиган тизимнинг берилган параметрларидан алоқа масофасини 30-40 километрларгача таъминлаш учун антеннанинг осилиш баландлиги 30 метрлар олинди.



4- расм. Френель зонаси

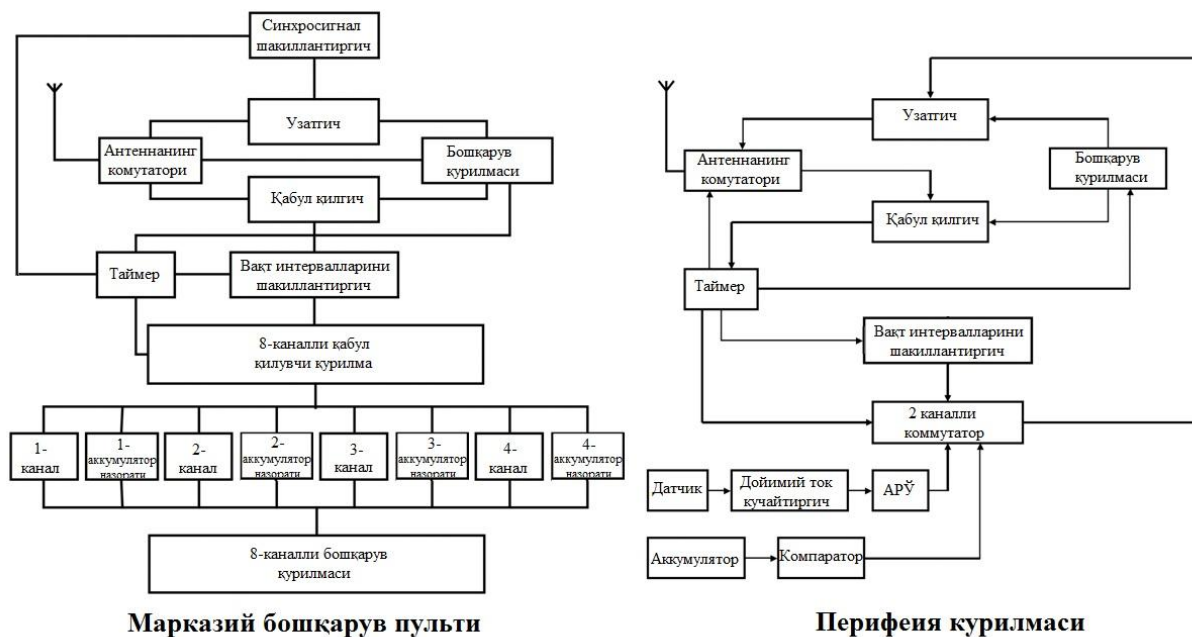
Зич қурилишлар ва заводлар объектларининг мураккаб инфратузилмаси шароитларида қабуллаш антеннасига сигнал бир неча турли йўллардан келади ва турли фазаларда қўшилади, шунинг учун сигналнинг сатҳи қабуллаш антеннаси атиги 1-2 метр сурилганида юзлаб марталарга ўзгариши мумкин. Бу ҳолда қабул қилиш антеннасининг ўрнатилиши нуқтасида сигналнинг сатҳларини ўлчашлар усули билан амалий ҳаракат қилиш зарур.

Термокаталитик сенсорлар қўлланадиган ингредиент мониторинг қилиш усулига асосланган ишлаб чиқилган услуб ёрдамида 27МГц диапазондаги ўз каналдан фойдаланиладиган, шунингдек, дискрет рақамли сўров алгоритмидан фойдаланиладиган радиомониторинг тизимининг блок-схемаси ишлаб чиқилган (5- расм).

Танланган радиомониторинг қилиш тизимини куриш усули куйидаги аҳамиятли авзалликларга боғлиқ: ўз радиоканалидан фойдаланиш ҳисобига ёрдамчи тизимлар ва технологияларга тизимнинг ишлаш автономлиги ва боғлиқ эмаслиги; периферия қурилмаларининг симсиз уланиши саноат объектларининг мураккаб инфратузилмаси шароитларида қулай; радиосигналнинг паст қувватидан фойдаланиш чекланган ишлаш радиусини беради, бу электромагнит мослашувчанлик ва аккумуляторлар зарядининг рационал сарфланиш муаммосини ечади

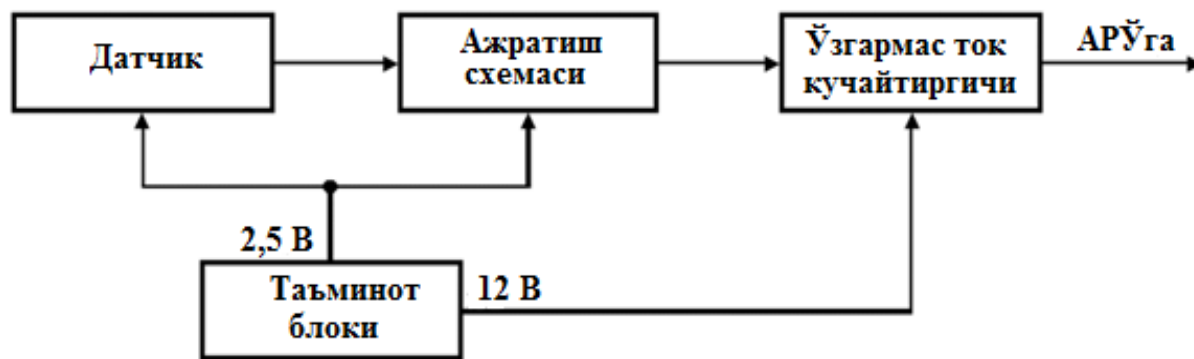
Фуқаролар дипазонида рақамли сигналларни қабул қилиш ва узатиш учун ишлатиладиган ўрганилган тузилиш схемалари асосида радиомониторинг қилиш тизимининг компонентлари ишлаб чиқилган, унинг ишлаш тавсифи келтирилган.





5- расм. Радиомониторинг тизимининг блок-схемаси

Датчикни улаш учун яхшиланган характеристикали модулнинг тузилиш схемаси ишлаб чиқилган. Датчикнинг чиқиш сигнали амплитудаси 0 дан 2 Вгача интервалда ўзгаради. Бу сигналнинг сатҳи ишлов бериш учун етарли эмас, шунинг учун схемага 2,5-5,5 Вли амплитудани олиш ва уни кейинги АРЎга бериш учун ўзгармас ток кучайтиргичи киритилган (6- расм).



6- расм. Сенсорли модулнинг блок-схемаси

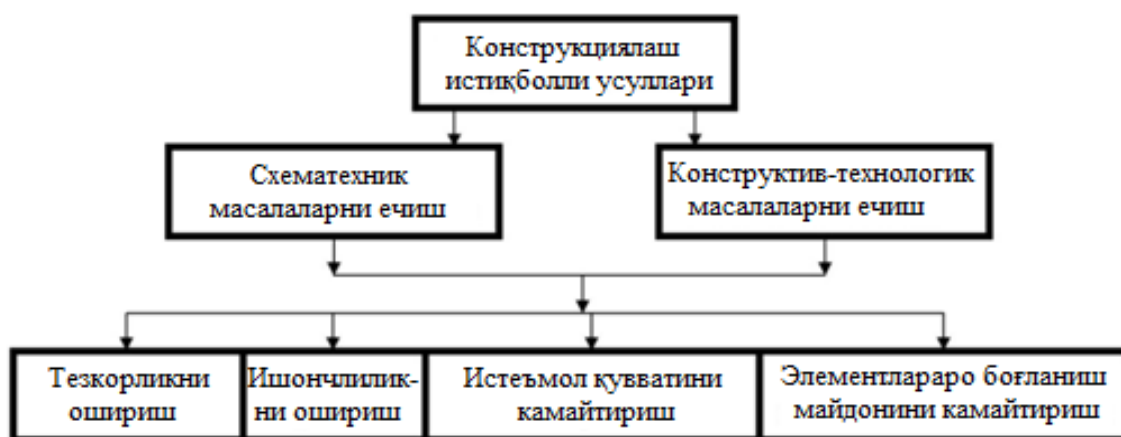
Кучайтириш схемаларининг ишлашини таҳлил қилиш ва датчикларнинг электр чиқиш параметрларига таъминот занжирларидаги тоқларнинг таъсирини тадқиқ қилиш датчикнинг ўзини электр занжирлари ва кучайтиргичнинг электр схемаси бўйича ажратиш масаласини қўйди. Тадқиқотлар кўрсатдики, ўлчашлар параметрларни бузилишини олдини олиш учун датчикдан сигнал кучайтиргичнинг ер потенциали билан умумий потенциалга эга бўлмаслиги керак, чунки термокаталитик датчиклар юқори сезгирликка эга, бу сенсорли модулнинг чиқиш сигналига таъсир қилади. Шу туфайли сигнални ёруғлик орқали узатилишини ишлатадиган гальваник ажратиш схемаси киритилган. Датчикдан сигнал гальваник ажратиш схемаси

орқали ўзгармас ток кучайтиргичига берилади, 5,5 Вгача кучайтирилади, бу АРЎнинг номинал кириш параметрлари чегараларида бўлади.

Мониторинг қилиш тизимларини қуришда турли талаб қилинадиган масалалар, муҳитлар ва қўлланиш шароитлари учун датчикларнинг хоссаларини ўрганиш ва таҳлил қилиш асосида  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$  ва бошқа турлардаги ёнувчан газларни аниқлаш учун самарали сифатда, синамаларни термохимёвий таҳлил қилишни ишлатадиган термокаталитик сенсор танланган. Ўрнатилганки, термокаталитик сенсор Ўзбекистон иқлим шароитларида ишлатиш учун бошқа турларга қараганда зарур асосий авзалликларга эга: ўрнатиш, калибрлаш ва ишлатишнинг оддийлиги; катта хизмат қилиш муддати; паст нархи;чангли атмосферадаги юқори ишончилиги; оширилган ва паст ҳароратлар шароитларидаги юқори ишончилиги; намлик ва ҳароратнинг ўзгаришларига кам сезгирлиги, босимнинг ўзгаришларига кам сезгир.

Диссертациянинг “**Хавфли газларни масофадан радиомониторинг қилиш тизимининг аппаратлар қисмини ишлаб чиқиш ва яратиш**” деб номланган учинчи бобида радиомониторинг қилиш тизимининг радиоканали, тизимнинг ишлашини бошқариш блоки, қабуллаш-назорат қилиш блоки, марказий бошқариш пульти, периферия блоки ва сенсорли модулни бошқариш тугунини ишлаб чиқиш келтирилган, шунингдек бу блокларнинг ишлаб чиқилган принципиал схемалари берилган.

Ишлаб чиқилган мониторинг қилиш тизимининг барча таркибий компонентларини яратишда истиқболли конструкциялаш усулларига амал қилинди (7- расм).



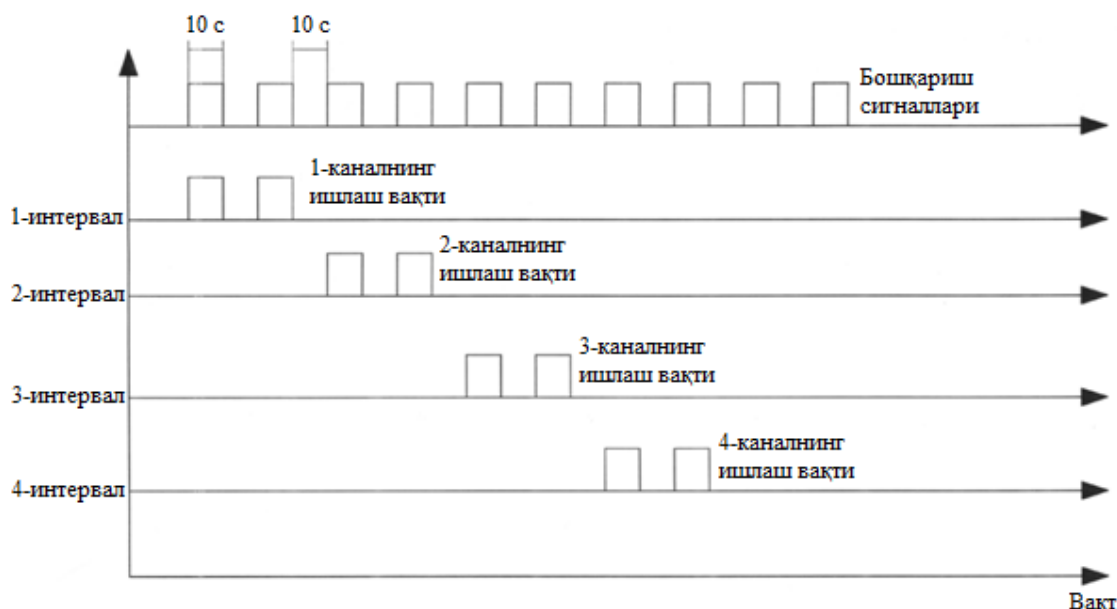
**7- расм. Истиқболли конструкциялаш усулларининг тузилмаси**

Тизимнинг маълум вақт интервалларида дискрет ишлашининг асл услуги ишлаб чиқилган. Бу услубнинг алгоритми битта 27МГц частотада тўртта қабулагич-узаткичларнинг бир вақтда ишлаши, аккумуляторларнинг тежамли сарфига имкон беради ва схематик бажарилишини соддалаштирди. Бу алгоритмда ишлаш алгоритми 20 минутни ташкил этади, бу вақт давомида узаткичлар 10 секунддан ишлайди. Узаткичларнинг ишлаши ҳар бир 20 минутда марказий бошқариш пульти узатиш қурилмасидан

нурлантириладиган импульс орқали синхронлаштирилади. Периферия узаткичларининг таймерлари бу импульс-синхросигнал бўйича ишга туширилади. Секундли вақт интерваллари шакллантирилади: 10 секунд давомида узаткич аккумуляторлар батареясининг кучланишини назорат қилиш режимида ишлайди, кейинги 10 секунд давомида датчикдан маълумотларни узатилади ва 10 секундлик ҳимоя интервали келади. 20 секунд ишлашдан кейин узаткичлар ўчади. Кейин ишлаш цикли такрорланади.

Вақт интерваллари таймерлари ва шакллантиргичлари схемасининг ишлаш вақт диаграммалари 8- расмда тасвирланган.

Периферия қабуллагичлари синхронлаштириш сигналларини қабул қилиш учун хизмат қилади ва синхронлаштириш сигнали орқали таймер чиқади туширилганидан кейин қабуллагич автоматик ўчади. Бу хато илаб кетишларнинг олдини олиш учун зарур бўлади, чунки қабуллагич 27МГц частотадаги барча сигналларни қабул қилади. Тизимнинг алгоритми таймерлар ёрдамида берилади.



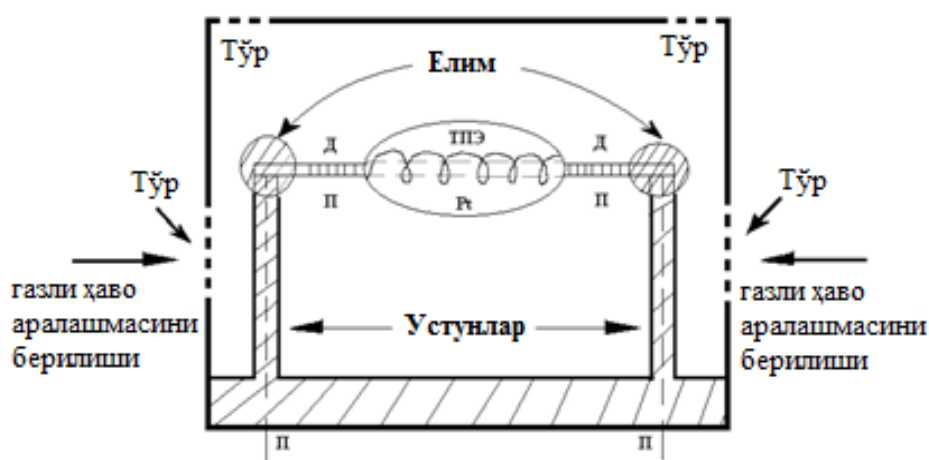
**8- расм. Вақт интерваллари таймери ва шакллантиргичларининг вақт диаграммалари**

Сенсорли модуль учун вакуумли оптоэлектрон асбобдаги ажратиш принципал схемаси, операцион кучайтиргичлардаги ўзгармас ток кучайтиргичининг схемаси ва таъминот блокининг схемаси ишлаб чиқилган. Шундай қилиб, термокаталитик датчик гальваник ажратиш орқали ўзгармас ток кучайтиргичи билан боғланган, бу билан унинг ўлчаш бузилишлари муаммоси ечилган.

Диссертациянинг “Газ сенсорларини тайёрлаш технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда конструктив ва метрологик параметрларини ҳисоблаш” деб номланган тўртинчи бобида ўзига хос ишлатиш шароитларида қўлланадиган термохимёвий сенсорнинг конструкциясини

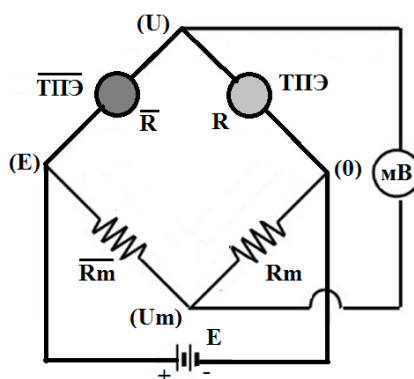
ишлаб чиқиш ҳамда модернизациялаш ва қўшимча ингредиентларни аниқлаш келтирилган. Бунинг учун термохимёвий элементлардаги бирламчи ўзгартиргичларни ҳисоблашлар ҳамда чуқурлаштирилган тадқиқотлари ўтказилган ва келтирилган.

Шунингдек, термохимёвий сенсорнинг параметрлари ва бирламчи ўзгартиргичларнинг хатоликларини ҳисоблаш берилган. Алоҳида атроф муҳит ҳарорати ва босимнинг унга таъсирига датчикнинг ўлчашлари кўрсатишларининг боғлиқлиги масаласи кўриб чиқилган ҳамда конвекция функциясининг табуляциясини ҳисоблаш келтирилган. Асбоб корпусини реконструкция қилиш иссиқликнинг ўтказилишини яхшилаш, ишчи ҳарорат диапазонини кенгайтириш, вибрация ва ҳаводаги чангли аралашмаларга барқарорликни оширишга имкон берди (9- расм).



9- расм. Такмиллаштирилган термохимёвий сенсорнинг тузилмавий кўриниши

Датчикнинг ишлаш принципи сезгир элементда аниқланадиган компонентни каталитик оксидланиши кимёвий реакциясида ажраладиган иссиқлик миқдори бўйича газ аралашмасидаги қидирилаётган компонентнинг концентрациясини ўлчашга асосланган. Конструктив жиҳатдан датчик ўзаро иккита ўзгармас резистор орқали тенгланмаган кўприк схемаси бўйича уланган ўлчаш ва компенсацион сезгир элементлардан ташкил топган (10- расм).



10- расм. Резисторли ТПЭ уланишининг электр схемаси

Сезгир термоплатинали элементларнинг (ТПЭ) спираллари турли активлик даражасили катализаторлар билан – ўлчаш элементи юқори даражада, компенсацион элемент паст даражада кўп қатламли қопланган. Газ датчикка тушганида элементларнинг сиртида турли жинсли алангасиз оксидланиш бўлиб ўтади, бунинг натижасида элементларнинг қаршилиги ўзгаради ва кўприк мувозанатли ҳолатдан чиқади, диагоналда ўлчанадиган компонентнинг таркибига пропорционал ток пайдо бўлади. Чиқишда олинадиган сигнал ўлчаш ва компенсацион элементлардаги 20 мг/м<sup>3</sup>га 1 мВдан кам бўлмаган фарқига боғлиқ бўлади.

$p$  атмосфера босимини ва  $t_0$  атроф-муҳит ҳароратини ўзгартириш ҳамда милливольтметр  $J$  токи қийматларини ёзиб олиш билан ўлчашлар туркуми ўтказилган. Ҳар бир  $J$  қиймати (мАдаги) учун дастлаб ТПЭнинг ҳарорати ҳисобланди:

$$t = \left( \frac{138,568}{J} - 1 \right) \cdot 256,41 \quad (5)$$

Кейин конвекция функцияси ҳисобланди:

$$h(t_0, p) = \frac{606,7324 \cdot J + (2,7315 + 0,01t_0)^4 - (2,7315 + 0,01t)^4}{t - t_0} \cdot 4,5363 \quad (6)$$

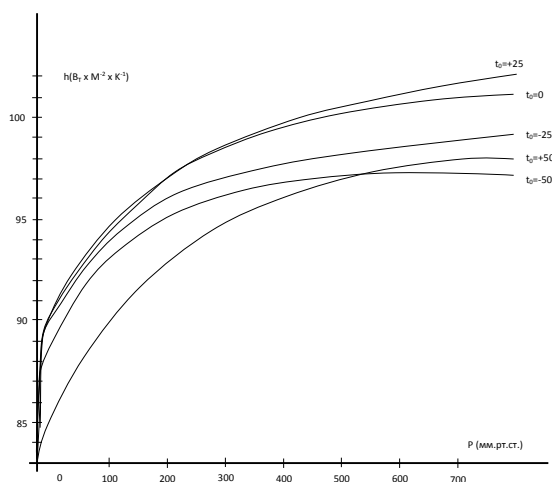
$h = h(t_0, p)$  функциянинг қийматлари  $p$  босими ва  $t_0$  ҳарорат ягона шкалаларига келтирилганидан кейин унинг учун 4.1- жадвал тузилди.

#### 1- жадвал

##### Конвекция функциянинг қийматлари

$t_0$ (°C) \ $p$ (мм.рт.ст.)	-50	-25	0	+25	+50
5	87,2	89,2	88,8	88,3	84,1
10	87,9	90,0	89,9	89,7	85,4
100	92,7	93,8	95,0	95,0	89,7
200	94,8	95,8	97,3	97,5	93,9
300	95,8	97,0	98,7	98,6	95,8
400	96,5	97,8	99,7	99,5	96,8
500	97,1	98,4	100,4	100,6	97,5
600	97,5	98,9	100,9	101,5	98,1
700	97,9	99,5	101,4	102,0	98,6

11- расмдаги графикдан атмосфера босими ўзгарганида сигналнинг нисбатиллиги кўринади.



**11- расм. Қайд этилган  $t_0$  хароратда  $h = h(t_0, p)$  функциянинг  $p$  босимга боғлиқ ўзгариши характери**

$H_2$ ,  $CO$ ,  $H_2S$ ,  $HN_3$ ,  $CH_4$  газлар, ракета ёнилғиси компонентлари ҳамда бошқа ёнувчи ва портлашга хавфли газлар таркибини аниқлаш учун юқори селектив катализаторларни тайёрлаш технологияси такомиллаштирилган. Бу технология терموкаталитик сенсорлардан фойдаланиш билан асосий метрологик ва техник параметрлар бўйича такомиллаштирилган. Бунда олинган параметрлар терموкаталитик датчиклар таркибидан ТПЭнинг ўзини конструкциялаш ва тайёрлаш қўлланадиган дунёдаги машҳур ўхшашларида қолишмайди.

Анъанавий ТКДли индикациялаш функциясидан ўлчаш функциясига муваффақиятли ўтказишга имкон берадиган ТКСли конструкцияда кимё ва элетроникадаги ютуқларнинг кенг имкониятларидан фойдаланиш принципидаги ТХДнинг селективлигини таъминлашнинг асл усули ишлаб чиқилган.

Диссертациянинг “Тадқиқот натижаларининг амалий ишлатилиши бўйича тавсиялар” деб номланган бешинчи бобида Ўзбекистан Республикасининг қонунчилик асоси, хавфли газларни ишлаб чиқилган масофадан мониторинг қилиш тизимининг туркум чиқарилиши учун техник шартларни ишлаб чиқиш бўйича асосий қоидалар ва стандартлар келтирилган.

Ишлаб чиқилган тизим ТошРТУМ корхонасида бевосита  $N=375$  телеминорада ёнғин-қўриқлаш мониторинг қилиш тизими сифатида муваффақиятли синовдан ўтди. Техник таклиф харорат датчиклар ва тутун датчиклари билан жиҳозланган ишлаб чиқилган радиомониторинг қилиш тизимидан ёнғинга хавфли зоналарда фойдаланишдан иборат. Таклиф этилган радиоканалдан фойдаланиш билан мониторинг қилиш усули анъанавий усулларга караганда авзалликлари, бир томондан, юқори ишончлилиқ, бошқа томондан умуман ёнғин хавфсизлиги тизимининг арзонлашиши ҳисобланади, чунки Телеминорада ёнғин сигнализацияси учун кабелларни ётқизишнинг қийинчилиги ва нархи маълум. Қурилманинг синовларини ўтказиш учун янги ишлаб чиқилган сенсорли модуллар харорат ва тутунни аниқлайдиган датчиклар билан жиҳозланган. Гальваник ажратиш

киритилган сенсорли модулнинг асл схематик ечими ўлчашлар параметрларини бузилишини олдини олишга имкон берди, бу билан мониторинг қилиш натижаларининг ишончлилигини 1,5 мартага оширди.

Ўтказилган жорий этишларнинг янгилиги РРТМда ёнғинга хавfli вазиятни олдини олиш учун автоном автоматик радиомониторинг қилиш тизимини биринчи марта ишлатилганлиги бўлди.

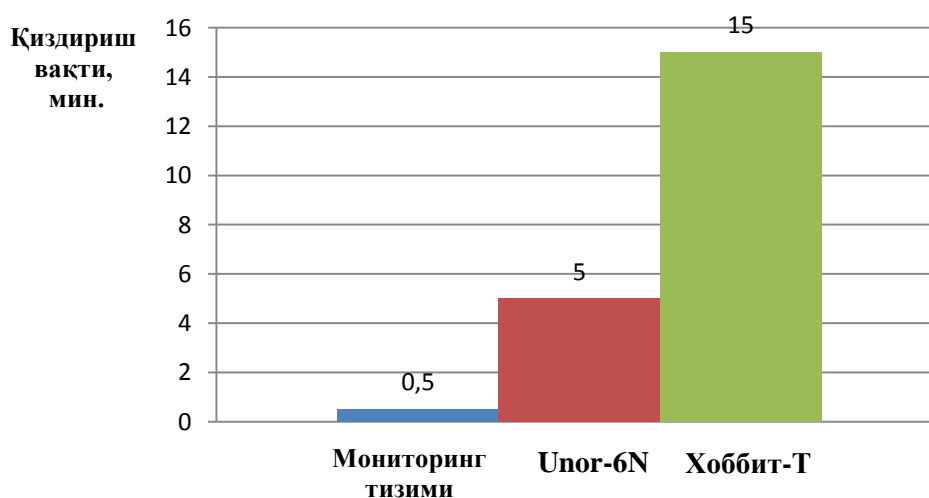
Ишлаб чиқилган тизимнинг амалий афзаллиги радиоканалдан фойдаланиб ҳисобланади, чунки миноранинг баландлиги 375 метрни ташкил этади, бу ёнғинни назорат қилиш симли тизимлари учун кабелли алоқа каналларини ётқизишда ўз мураккабликларига эга. Ўтказилган синовлар орқали Ўзбекистон Республикасининг мураккаб конструктив ва инфратузилмавий ўзига хос хусусиятларига эга бўлган бундай корхоналарида фуқаролар диапазони частоталаридан фойдаланиш билан узлуксиз автоматик масофадан радиомониторинг қилишнинг ишлатилиш имкониятлари кенгайтирилган.

Кўрсатилган натижаларни ишлатилиши автоматик масофадан радиомониторинг қилиш натижалари бўйича диагностика қилиш сифатини оширишга имкон беради, бу ўз навбатида, корхонада ишларнинг хавфсизлигини оширади.

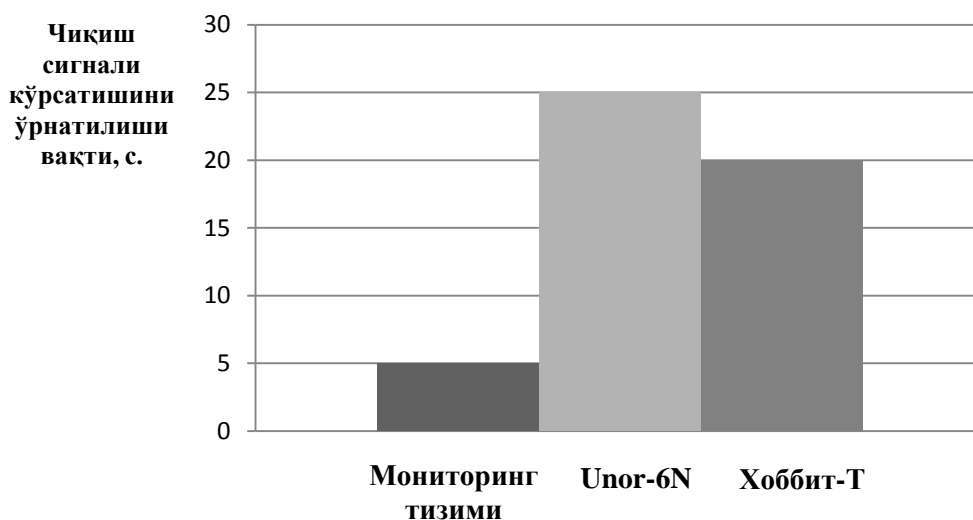
Шунингдек, газга ишлов бериш корхоналарида ишлаб чиқилган радиомониторинг қилиш тизимининг (РТ) саноат синовлари натижалари ва унинг ишчи параметрларини ишлатиладиган газ анализаторлари билан нисбий таҳлили келтирилган. Кўрсатилганки, қўлланадиган тизимлар симли газ анализаторларига киради ва мобил эмас. Бу омил умуман газни чиқиб кетишини назорат қилишга салбий таъсир этади, чунки бундай газни қайта ишлаш корхоналари мураккаб инфратузилмага эга.

Ишлатиладиган Россияда ишлаб чиқарилган Хоббит-Т ва Германияда ишлаб чиқарилган Unor-6N газ анализаторларини ишлаб чиқилган РМ билан техник характеристикаларини таққослаш қуйидагиларни кўрсатди:

1. Тизимни қуриш вақтидаги ютуқ 20 мартани ташкил этади;
2. Тизимнинг қиздирилиши вақти 10 ва 30 мартага кам бўлди (12- расм).



12- расм. Газ анализаторларининг қиздириш вақтини таққослаш



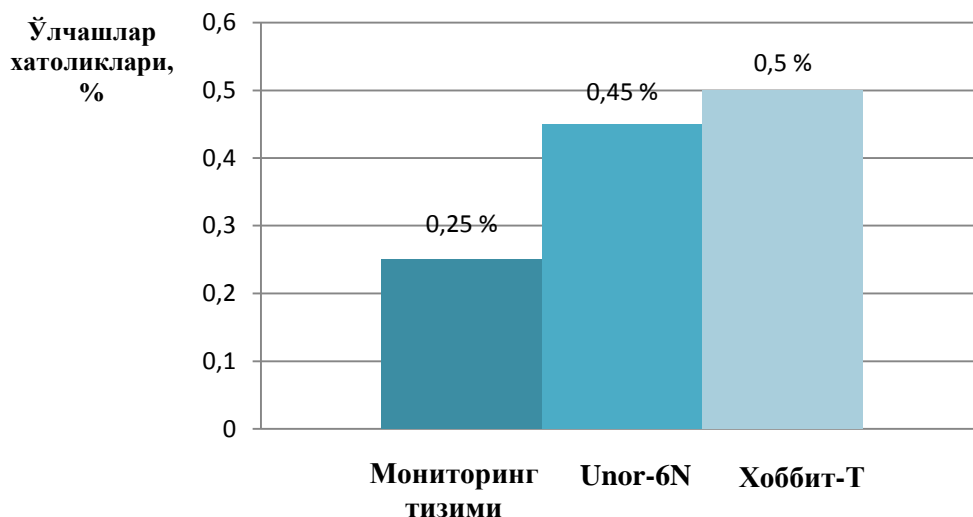
**13- расм. Чқиш сигналнинг кўрсаткичларини ўрнатилиш вақтларининг нисбий параметрларининг график берилиши**

3. Чқиш сигналнинг кўрсаткичларини ўрнатилиш вақти 4-5 мартага тезкор, худди шундай кўрсаткичлар газ юкламаси олинганида тизимларнинг қайта тикланишида ҳам бўлди (13- расм).

4. Эксплуатацион хатолик 2 мартага ортиқ (14- расм);

5. РМга ўрнатилган модернизацияланган датчикнинг абсолют хатолиги 0,037%ни ташкил этди;

6. Стандарт текшириш газ аралашмаларининг ўртача абсолют хатоликлари қуйидагиларни ташкил этди: Хоббит-Т = 0,559%, ишлаб чиқилган РМ = 0,055%, Unor-6N = 0,17%.



**14- расм. Ишлаб чиқилган тизим, Unor-6N тизими, Хоббит-Т тизимининг эксплуатацион хатоликлари кўрсаткичларининг гистограммаси**

Ўтказилган тадқиқотлар ва техник ҳужжатларни таҳлил қилиш тадқиқ қилинадиган қурилмаларнинг қуйидаги эксплуатацион параметрларини кўрсатди (2- жадвал):



## Эксплуатацион параметрларни тақослаш

Курилмалар Параметр	Ишлаб чиқилган PMT	Unor-6N	Хоббит-Т
1. Ҳарорат диапазони	-40...+55°C	0 ... +45°C	-20 ... +50°C
2. Атмосфера босими	84...107кПа	-200 ... +300кПа	84 ... 106,7кПа
3. Ҳавонинг нисбийнамлиги	25°Cда 98%	30°Cда 95%	30°Cда95%

Келтирилган параметрлардан ҳам ишлаб чиқилган РМТнинг устунлиги ва Ўзбекистоннинг иқлим шароитларида оширилган ишлаш ҳарорати бўйича режимли фойдаланишга мослашувчанлиги кўринади.

ГУП ЦЭМСнинг хулосаси ҳисобга олинганида ишлаб чиқилган тизимнинг Ўзбекистон Республикаси ҳудудида ишлатилишининг амалий тавсиялари келтирилган. Сенсорли модулларни жойлаштириш бўйича тавсиялар аниқланган, модернизацияланган датчикнинг ўлчаш маълумотларини таҳлил қилишда дастурий таъминотнинг ишончилигини назорат қилиш ишлаб чиқилган дастурдан фойдаланилган, бу натижасий маълумотларнинг ишончилигини 1,2 мартага оширди. Дастур махсус ишлаб чиқилган ва ишлатиладиган ДТнинг ишончилигини назорат қилиш учун дастурий таъминот орқали кўп сонли экспериментал маълумотларга ишлов бериш учун тавсия этилган.

Шунингдек, олинган маълумотларни визуаллаштириш тизимига кейинги трансляция қилишли физик катталикларни (босим, ҳарорат, газлар концентрациялари ва ҳ.к.) ўлчаш учун ишлаб чиқилган тизимни қўлланишига тавсиялар келтирилган.

Келтирилган ишлаб чиқилган ва ишлатиладиган тизимлар параметрларини тақослаш ишлаб чиқилган тизимнинг газлар концентрацияларини ўлчашнинг энг тезкор ва энг паст хатоликларга эгаллигини исботлайди, бу газни қайта ишлаш қурилмаларини ишлатилишида техник йўқотишларни аниқлашда ҳар бир объект йилига 30 миллион сўмга ютуқ беришини исботлайди.

Хавфли объектларда замонавий телекоммуникацион технологиялар асосида марказлаштирилган мониторинг қилиш учун корпоратив тармоқни қуриш усули таклиф этилган. Таклиф этилган корпоратив тармоқни қуриш ечимининг авзаллиги унинг тизимлиги, шунингдек, Ўзбекистон шароитлари ва ўзига хос хусусиятларига мослаштиришдан ташкил топган. Таклиф этилган корпоратив тармоқларни қуришда тузилма ва техник таъминотни тўғри танлаш ечими корпоратив тармоқларнинг асосий мезонлари – функционал тўлиқлик, хавфсизлик, ишлаш ишончилиги ва реал вақт режимида ҳолатини мониторинг қилиш бажарилганида идоралар ва улар назоратидаги ташкилларнинг етарлича катта ҳаражатларини тежаши мумкин. Ўз навбатида, бу лойиҳанинг ўзини оқлаш муддатини сезиларли камайтириши мумкин, бу ҳозирги иқтисодий вазията жуда муҳим.

## ХУЛОСА

“Масофадан мониторинг қилиш усуллари ва қурилмалари” мавзусидаги техника фанлари доктори диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилади:

1. Нефть-газ ва кимё соҳаси объектларининг атроф-муҳитини автоматик радиомониторинг қилиш самарали тизимларини яратиш концепцияси асосланган.

2. Атроф-муҳит параметрларининг энг кам хатоликларини берадиган ва Ўзбекистоннинг иқлим шароитларига мослаштирилган автоматлаштирилган масофадан мониторинг қилиш самарали усулини такомиллаштиришга хизмат қилади.

3. Рақамли радиосигналларни 26950 кГц частотада узатиш орқали яратилган хавфли объектларни автоном автоматик радиомониторинг қилиш тизимининг қўлланишига асосланган усули атроф-муҳитни узлуксиз назорат қилиш имконини беради.

4. Датчикларнинг ўлчашлари бузилишларининг олдини оладиган унификацияланган сенсорли модулнинг универсал схематик ечими амалий бажарилган.

5. Бошқариш пульти, периферия қурилмалари, сенсорли модуллар, термокаталитик сенсорли автоматик тизимининг назарий ҳисоблари ва амалий яратилган аппарат мажмуаси узлуксиз радиомониторинг қилишга хизмат қилади.

6. Ўзбекистоннинг шароитига мослаштирилган яхшиланган характеристикали юқори селектив термокаталитик сенсор газларни назорат қилишнинг сифатини оширишга эришилган.

7. Ишлаб чиқилган тизимнинг Ўзбекистон корхоналарининг реал шароитларида мақсадли синовларига хизмат қилади.

8. Кичик туркумли ишлаб чиқариш учун яратилган автоматик радиомониторинг қилиш тизимининг техник шартлари тайёрланган.

9. Хавфли объектларни марказлаштирилган назорат қилиш усули корпоратив тармоқни қуриш имконини беради.

10. Диссертация ишининг натижаларини ишлатилишидан йиллик иқтисодий самара йилига хар бир қўпланган тошқилот учун 30 млн. сўмдан ортиқни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.28.12.2017.Т.07.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**ПИСЕЦКИЙ ЮРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА**

05.04.02 – Системы и устройства радиотехники, радионавигации, радиолокации и телевидения. Мобильные, волоконно-оптические системы связи

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
ДОКТОРА (DSc) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент-2018**

**Тема диссертации доктора (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2017.1.DSc/T40.**

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Научный консультант:**

**Арипов Хайрулла Кабилович**  
доктор физико-математических наук,  
профессор

**Официальные оппоненты:**

**Бахрамов Сагдулла Абдуллаевич**  
доктор физико-математических наук,  
профессор, академик

**Сиддиков Илхомжон Хакимович**  
доктор технических наук, профессор

**Иногамов Акмал Муратович**  
доктор технических наук

**Ведущая организация:**

**Акционерная компания «Узбектелеком»**

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года в \_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.28.12.2017.T.07.02 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер №\_\_). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44).

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.  
(реестр протокола рассылки №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.)

**Р.Н. Усманов**

Председатель научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., проф.

**Б.Н. Рахимов**

Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н.

**А. Абдукаюмов**

Заместитель председателя научного семинара  
при Научном совете по присуждению ученых  
степеней, д.ф.-м.н., профессор

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора (DSc))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире техническая взаимосвязанность инфокоммуникационных систем с инновационной сферой привела к интеграции современных информационно-коммуникационных технологий в различные отрасли – управление технологическими процессами предприятий, транспорт, сельское хозяйство, социальные и другие. В связи с этим дистанционный мониторинг окружающей среды являясь одной из важных отраслей, в настоящее время является развивающимся и достаточно востребованным направлением. В развитых странах мира, в том числе США, Германия, Франция, Южная Корея, Япония, Россия и других странах уделяется большое внимание определению и предотвращению индустриальных пожаров и катастроф при помощи непрерывного мониторинга опасных объектов с использованием новых технологий и устройств.

В мире проводятся научные исследования, направленные на контроль влияния выбросов предприятий на локальную или региональную экологию, предупреждение техногенных чрезвычайных ситуаций с помощью телекоммуникационных систем, разработку методов и систем мониторинга, основанных на беспроводных технологиях. В этой связи актуальным является практическое решение таких задач, как разработка методов контроля оборудования газохимических объектов на основе автономных и автоматических систем радиомониторинга, разработка прецизионных методов дистанционного мониторинга, адаптированных к климатическим условиям региона, разработка унифицированных сенсорных модулей для определения физических и химических параметров газов, создание аппаратного комплекса и программного обеспечения системы автономного радиомониторинга, а также построение сети передачи данных системы централизованного контроля опасных объектов.

В Республике уделяется особое внимание задачам целевого совершенствования и модернизации систем контроля опасных выбросов газа на производственных предприятиях. Эти задачи включают разработку систем дистанционного непрерывного контроля на основе беспроводных технологий связи, радиомониторинг предельной концентрации газов на предприятиях химической промышленности, газо- и нефтеперерабатывающих комплексах. В Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах, определены задачи по «...внедрению информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, системы управления»<sup>1</sup>. Для решения этих задач необходима разработка методов определения и предотвращения пожаров и экологических катастроф на предприятиях, совершенствование методов и

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. №УП-4947 “О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан”

автоматизированных устройств непрерывного мониторинга, разработка эффективных алгоритмов и соответствующего программного обеспечения.

Данное диссертационное исследование в определенной степени посвящено выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Указе Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному повышению эффективности системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» №УП-5066 от 1 июня 2017 года, постановлении Президента Республики Узбекистан от 02.06.2017 года №ПП-3030. «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы подготовки специалистов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с Приоритетным направлением развития науки и технологий республики IV - «Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий».

#### **Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации<sup>2</sup>.**

Научные исследования, направленные на разработку методов определения и предотвращения пожарной и экологически опасной ситуации на основе непрерывного мониторинга токсичных и пожароопасных газов, а также создания на их основе автоматизированных устройств, используемых в промышленности, проводятся ведущими мировыми научными центрами и высшими учебными заведениями, в том числе в данной сфере проводят широкие исследования в Institute of Electrical and Electronics Engineers, Massachusetts Institute of Technology (США), Nanjing Kelisaike Safety Equipment Corporation (Китай), Научный центр Московского института связи и информатики, ООО «Аналитик-ТС», Акционерное общество «ОПТЭК» (Россия) и Ташкентский университет информационных технологий, Ташкентский государственный технический университет (Узбекистан).

В результате исследований, проводимых в мире по разработке нелинейных динамических характеристик сенсоров, усовершенствована оценка влияния на чувствительность датчика показателей эффективности кинетических параметров, а также проблеме создания устройств, получен ряд научных результатов: методы повышения селективности газоаналитических устройств на основе катализаторов (Columbia University of New York, Institute of Electrical and Electronics Engineering, Massachusetts Institute of Technology, США, Винницкий национальный технический университет, Украина),

---

<sup>2</sup> Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации S.Nakata, K.Takemura, K.Neya. Non-linear dynamic responses of a semiconductor gas sensor: Evaluation of kinetic parameters and competition effect on the sensor response. – Sensors and actuators. B (chemical) 76 (2001), Ph. 436-441, R.S.Morrison. Sensor and Actuators, 12, 425 (1987), Güpel W., Schierbaum K.D. // Sensors Actuators. B. 1995. Vol. 26-27. P. 1-23, Alterkop B., Parkansky N., Goldsmith S., and Boxman R.L. // J. Phys. D.: Appl. Phys. 2003. Vol. 36. P. 552-558, Varghese O.K., Malhotra L.K. // J. Appl. Phys. 2000. Vol. 87. P. 7457-7463а также проведенного на основе других источников.

усовершенствование селективности терموкаталитических датчиков посредством технологии вакуумного покрытия новыми каталитическими сплавами на термоплатиновые элементы (Акционерное общество «ОПТЭК», Россия, Институт молекулярной и атомной физики национальной академии Беларуси, Беларусь, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия), разработаны многослойные наноструктурные датчики с наностержнями и газоаналитические системы (Waseda University School of Science And Engeniering, Seikei University, Vacuum Metallurgical Co. Ltd., Japan), разработан простой и удобный метод опроса массивов полимерных датчиков газов, (University of Toronto, Canada, The University of Manchester, Великобритания).

В мире для решения задач по разработке и усовершенствованию устройств и систем дистанционного мониторинга контроля процесса утечки газа на опасных промышленных объектах в настоящее время проводятся научные исследования по следующим перспективным направлениям: разработка новых эффективных методов контроля газохимических объектов с помощью автономных автоматических систем радиомониторинга, разработка прецизионного метода дистанционного мониторинга с минимальной погрешностью, разработка сенсорных модулей для определения физико-химических свойств газов, создание устройств радиомониторинга, работающих в различных частотных диапазонах.

**Степень изученности проблемы.** Проблемам создания автоматизированных устройств определения и предупреждения пожаро и экологически опасных ситуаций, контроля токсичных и пожароопасных газов, используемых в промышленных предприятиях посвящен ряд монографий и научных публикаций. Большой вклад в развитие теории непрерывного мониторинга внесли целый ряд ученых: Williams D., Ross MacDonald, хамда М.Е.Н. Amrani, P.A. Payne, R.M. Dowdeswell, A.D. Hoffman, Израэль Ю.А., Герасимов И.П., Ковдо В.А., Стынко В.А. и другие исследователи.

В нашей Республике вопросам разработки новых методов, систем и устройств мониторинга опасных веществ посвящены научные работы таких известных ученых как: Раджабова Т.Д., разработан простой и удобный метод опроса наборов датчиков газов, для этого ими была спроектирована и построена четырехканальная система осцилляторов на основе моста Вина. Юсупбеков Н.Р., Абдуллаев Д.А., Назаров А.М., Серикбаев Б.А., Абдурахманов Э.А., Сахибов Ш.Д. и их учениками предложены способы повышения селективности газоанализаторов на основе термокаталитических преобразователей, разработаны анализаторы паров нефтепродуктов.

Проведенный анализ вышеизложенных работ показал, что в большинстве своем они не посвящены исследованиям некоторых параметров системы мониторинга, разработке методов обработки сигналов, а также совершенствованию характеристик удаленных компонентов системы (датчиков, модулей, канала передачи и т.п.). В них не в достаточной мере в

совокупности изучен весь комплекс автоматизированной системы (включая все компоненты и параметры) дистанционного радиомониторинга как параметров окружающей среды, так и пожаро- и взрывоопасных веществ на опасных объектах с учетом специфики предприятия и климатических условий Узбекистана.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено согласно утвержденного плана научно-исследовательских работ Ташкентского университета информационных технологий в рамках НИР по теме «Создание системы дистанционного радиомониторинга по обнаружению токсичных, пожаро-взрывоопасных газов в окружающей среде» № А-7-423 (2006-2008гг.).

**Целью исследования** является разработка методов и устройств систем эффективного и надежного радиомониторинга концентрации токсичных и пожароопасных газов, используемых в промышленности, для предотвращения пожарных и экологически опасных ситуаций.

**Задачи исследования:**

разработка методов контроля оборудования газохимических объектов, посредством применения автономных систем радиомониторинга;

разработка специализированной методики дистанционного радиомониторинга, на основе оптимизированного алгоритма обработки, учитывающей климатические условия Узбекистана;

создание радиоканала для передачи цифровых сигналов в системе радиомониторинга;

разработка сенсорных модулей для достоверного определения химических и физических параметров газов;

создание компонентов аппаратного комплекса автономных систем радиомониторинга;

исследование термических параметров, селективности и избирательности термохимических каталитических датчиков газа;

разработка практических рекомендаций по построению сетей передачи информации для централизованного мониторинга опасных объектов.

**Объектами исследования** являются промышленные предприятия, работающие с опасными газами, средства и элементы систем мониторинга.

**Предметом исследования** являются методы, алгоритмы и устройства автоматизированного радиомониторинга окружающей среды промышленных предприятий.

**Методы исследования.** В процессе исследований использовались аналитические и программные методы исследований, научные выводы основывались на положениях и принципах общей теории систем и технической диагностики, современной теории радиосвязи, цифровой обработки сигналов.



**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

посредством метода автономного и надежного функционирования системы с наименьшей погрешностью и высокой чувствительностью разработаны критерии построения системы дистанционного мониторинга окружающей среды;

создан аппаратный комплекс обеспечения автоматического мониторинга с помощью обеспечения высокой достоверности, чувствительности и помехозащищенности, позволяющий в широком температурном диапазоне производить регистрацию и обработку данных о горючих веществах в окружающей среде опасных объектов;

на основе ингредиентного метода разработана методика эффективной эксплуатации системы дистанционного мониторинга опасных объектов на нефте- и газоперерабатывающих предприятиях в климатических условиях Узбекистана;

на основе применения конструктивных преобразований разработан термokatалитический датчик для эффективной и надежной эксплуатации в климатических условиях Узбекистана;

обоснован метод построения корпоративной сети для централизованного мониторинга опасных объектов в различных регионах Узбекистана.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработан метод дистанционного мониторинга параметров окружающей среды с наименьшей погрешностью, который предназначен для климатических условий Узбекистана;

разработана система непрерывного автоматического мониторинга опасных объектов на основе использования частоты гражданского диапазона 26,95 МГц, посредством четырех цифровых радиоканалов позволяет автономно зондировать окружающую среду;

на основе конструктивных преобразований разработан селективный термokatалитический датчик для эффективной и надежной эксплуатации в климатических условиях Узбекистана;

на основе использования разработанного термokatалитического датчика предложен метод построения корпоративной сети централизованного мониторинга опасных объектов.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность научных результатов обосновывается разработкой эффективного метода автоматического дистанционного радиомониторинга, алгоритмом цифрового опроса системы, вычислением параметров термokatалитического сенсора, ингредиентный метод и проведение непрерывного радиомониторинга методом расчета.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость диссертационной работы оценивается возможностью повышения качества системы мониторинга, разработанным новым методом мониторинга опасных газов, основанным на оптимизированном алгоритме

обработки сигналов от различных типов термokatалитических датчиков и сенсорных модулей в широком динамическом диапазоне температуры и концентрации газов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в потенциальной возможности разработанной системы комплексного, непрерывного и длительного мониторинга опасных объектов с высокой точностью в климатических условиях Узбекистана. В системе использованы унифицированный канал приема, современные цифровые технологии передачи и обработки информации по радиоканалам, что позволяет ее мобильно, автономно и оперативно эксплуатировать в различных опасных предприятиях.

**Внедрение результатов исследования.** Результаты внедрения, полученные на основе разработки методов и устройств дистанционного мониторинга:

система эффективного радиомониторинга на основе алгоритма дискретной работы в определенных интервалах времени с использованием автономного радиоканала внедрена в государственном унитарном предприятии «ЦРРТ» на Ташкентской телебашне Н=375 в качестве системы мониторинга по предупреждению пожароопасной ситуации. (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 08 июня 2018 года №33-8/4153). Благодаря использованию метода автономной передачи цифрового радиосигнала на частоте 26,95 МГц уменьшились расходы на пожарную сигнализацию.

система радиомониторинга с модернизированными термokatалитическими сенсорами на основе ингредиентного метода мониторинга и использованием цифрового радиоканала в гражданском диапазоне внедрена на четырех газоперерабатывающих станциях ООО «Avaton gaz avto», ООО «Gazkompressor-Servis», ООО «Rahshona-H.H.», ООО «Buyuk Boriy-Valiy». (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 08 июня 2018 года №33-8/4153). Внедрение модернизированного сенсора увеличило качество определения газов, скорости идентификации их просачивания, а также повысило безопасность работы предприятий;

метод непрерывного радиомониторинга с применением адаптированного термokatалитического сенсора к условиям Узбекистана в системе радиомониторинга внедрен на АЗС и АГНКС ООО «ALEKS PLYUS BIZNES» одновременно. (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 08 июня 2018 года №33-8/4153). Внедрение автономной системы мониторинга позволило одновременно контролировать оба предприятия, существенно облегчить работу персонала, а также сэкономить трудовые ресурсы;

универсальный сенсорный модуль, применяемый в системе мониторинга, основанный на методике оптической передачи сигналов, внедрен в предприятиях ГУП «ЦРРТ», ООО «Avaton gaz avto», ООО «Gazkompressor-Servis», ООО «Rahshona-H.H.», ООО «Buyuk Boriy-Valiy»,

ООО «ALEKS PLYUS BIZNES». (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 08 июня 2018 года №33-8/4153). Внедрение универсального сенсорного модуля расширяет функциональность системы мониторинга и повышает в 1,5 раза достоверность результатов мониторинга;

метод модернизации термokatалитического сенсора, разработанный для климатических условий Узбекистана, используемый в разработанной системе радиомониторинга, внедрен в предприятиях ООО «Avaton gaz avto», ООО «Gazkompressor-Servis», ООО «Rahshona-H.H.», ООО «Buyuk Boriy-Valiy», ООО «Aleks Plyus Biznes». (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 08 июня 2018 года №33-8/4153). При помощи совершенствования метода косвенной выборки газа в 2 раза уменьшена погрешность измерения сенсора, существенно расширен рабочий диапазон температуры.

**Апробация результатов исследования.** Теоретические и прикладные результаты данного исследования докладывались и обсуждались на 4 международных и 18 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме исследования опубликовано всего 46 научных работ, из них 21 статья в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 3 в иностранных, 18 в республиканских журналах, также получено 1 свидетельство регистрации программных продуктов созданных для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация содержит 150 страниц и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, выявлены объекты и предметы исследований, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведен список внедрений в практику результатов исследований, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной как «**Современные методы и системы мониторинга окружающей среды**» приведены методы мониторинга окружающей среды, а также способы диагностики и прогнозирования чрезвычайных ситуаций посредством мониторинга, проанализированы современные системы мониторинга опасных газов.

Рассмотрена классификация и виды газовых сенсоров для систем мониторинга. Изучены сети передачи информации для систем дистанционного мониторинга. Проведен анализ и изучены требования к технологиям передачи данных для систем мониторинга. Из проведенного обзора и анализа современных методов и устройств мониторинга окружающей среды были сформулированы задачи исследования.

По результатам проделанной работы установлено:

Мониторинг включает в себя следующие основные практические направления: наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами, воздействующими на нее; оценку фактического состояния окружающей среды и уровня ее загрязнения; прогноз состояния окружающей среды в результате возможных загрязнений и оценку этого состояния.

Системы мониторинга разделяются по факторам воздействия, источникам загрязнений и масштабам воздействия. Из которых наиболее используемый - ингредиентный мониторинг, мониторинг точечных стационарных источников и пространственный мониторинг. В свою очередь, по характеру обобщения информации выделены локальный мониторинг воздействия антропогенного источника и импактный мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в опасных зонах.

Для качественного оперативного контроля современные системы мониторинга широко применяют физико-химические методы наблюдения за химическим составом атмосферы природного и антропогенного происхождения. В этом случае наиболее удобен дистанционный мониторинг, с применением радиоэлектронных средств, оснащенных радиометрической приемопередающей аппаратурой, способной осуществлять активное зондирование и контроль изучаемых объектов, а также регистрацию опытных данных.

Главной целью мониторинга является предоставление информации для точного и достоверного прогноза чрезвычайных ситуаций на основе объединения интеллектуальных, информационных и технологических возможностей различных ведомств и организаций, занимающихся наблюдением за отдельными видами опасностей. Мониторинговая информация служит основой для прогнозирования, в результате которого получают гипотетические данные о будущем состоянии какого-либо объекта, явления, процесса.

В настоящее время существует ряд разновидностей способов построения систем мониторинга, выявляющих дозрывную концентрацию опасных газов. Однако, большинство из них имеют высокую стоимость (включая эксплуатационные расходы), не полностью унифицированы, а также функционально недостаточны.

Практически все системы мониторинга строятся по идентичной функциональной структуре, которая включает: газоанализаторы, или сенсоры, систему передачи и приема данных и систему обработки информации (рис. 1). Система передачи и приема данных может быть реализована несколькими способами. Это могут быть разновидности

проводных, радиоканальных и оптических систем. Также существуют комбинированные системы мониторинга, одновременно включающие в себя несколько способов сбора информации.



**Рис. 1. Функциональная структура системы мониторинга**

Для оценки используемых каналов связи системами мониторинга были проанализированы сравнительные характеристики различных факторов на ухудшение показателей отдельных систем передачи. Проведенный анализ показал, что для определения повышенной концентрации опасных газов на промышленных объектах наиболее оптимальным является использование собственного автономно работающего радиоканала.

Изучение нормативных документов и диапазонных свойств распространения радиоволн показало, что наиболее оптимальным будет использование выделенного для гражданской радиосвязи диапазона частот 27 МГц. В данном диапазоне радиоволны распространяются подобно лучу света по прямой, от передающей антенны к приемной.

Расстояние прямой видимости, с учетом кривизны земли, можно рассчитать по формуле:

$$R_3 = (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}), \quad (1)$$

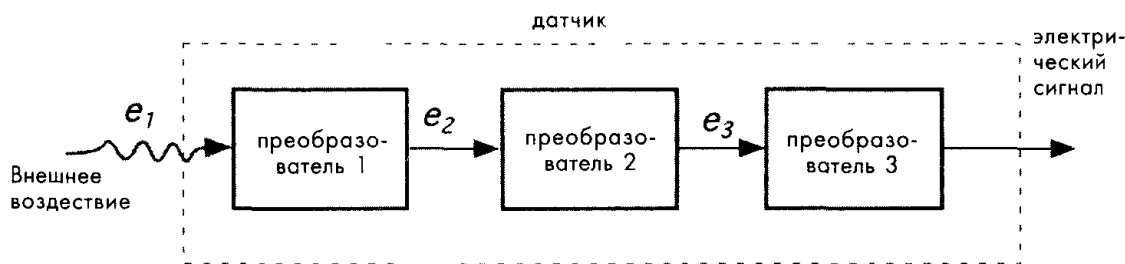
где  $H_1$  и  $H_2$  – высоты подвеса антенн в точках передачи и приема.

В то же время, Си-Би радиоволна, имея длину около 11 м, способна распространяться вдоль поверхности земли, огибая ее, что позволяет ей распространяться несколько дальше зоны прямой видимости (земная волна). Зона радиовидимости при этом может быть рассчитана по формуле:

$$R_r = (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}). \quad (2)$$

Дальность связи зависит от: высоты установки антенн над уровнем окружения, геодезической высоты точки установки, вида используемых антенн, поляризации излучения (горизонтальной или вертикальной), мощности передатчика, уровня помех в точке приема, наличия преград на трассе связи, вида используемой модуляции и даже погодных условий.

Изучено понятие газового анализа, приведена классификация и виды газовых сенсоров для систем мониторинга. Показано, что в большинстве случаев преобразователи являются частью составных датчиков (рис. 2).

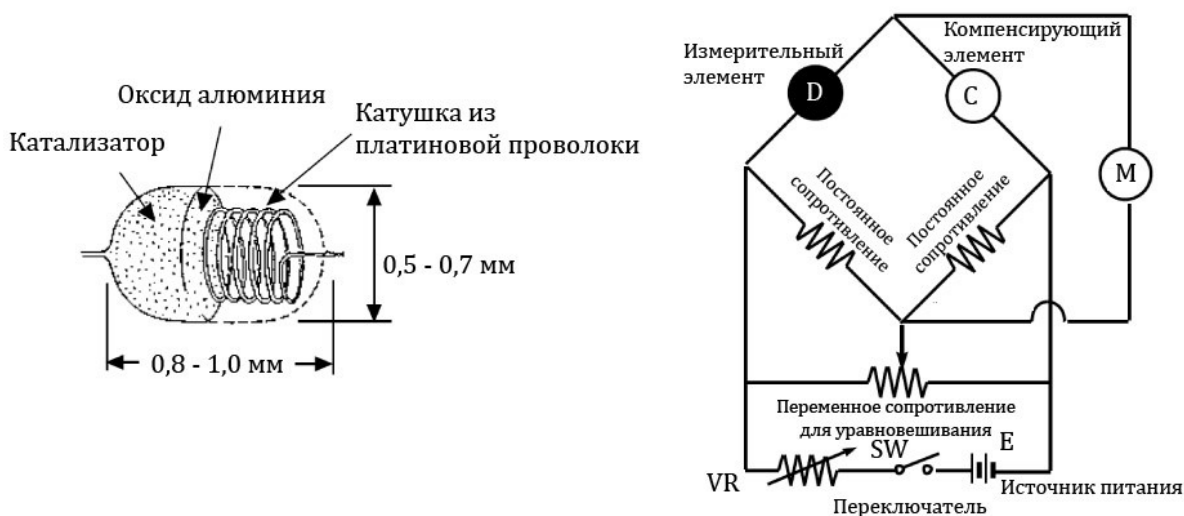


**Рис. 2. Общий вид датчика**

Установлено, что в составе химического датчика могут быть два преобразователя, один - конвертирует энергию химических реакций в тепло, а второй, термоэлемент - преобразовывает ее в электрический сигнал. Комбинация этих преобразователей представляет химический датчик — прибор, выдающий электрический сигнал в ответ на химическую реакцию.

Проведен анализ современных систем мониторинга опасных газов, основанный на различных методах и способах его реализации. Отмечены преимущества термокаталитических сенсоров: простота установки, калибровки и эксплуатации, большой срок службы, низкая стоимость, возможность калибровки на различные газы, высокая надежность в запыленной атмосфере, высокая надежность в условиях повышенных температур, малая чувствительность к изменениям влажности, температуры и давлению, возможность обнаружения большинства углеводородов.

Работа термокаталитического датчика основана на принципе высвобождения тепловой энергии при окислении газа. Датчик с помощью моста Уитстона преобразует изменение температуры в сигнал, который прямопропорционален концентрации газа. Конструктивно датчик состоит из пары нагревательных элементов - референсного и активного, который встроен в катализатор, (рис 3).



**Рис. 3. Термокаталитический сенсор и его электрическая схема**

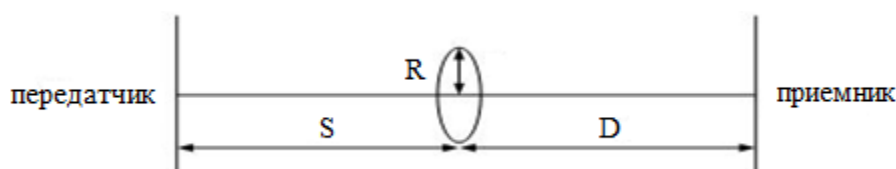
Рассмотрены сети передачи информации для систем дистанционного мониторинга, их классификация, виды и способы реализации. В завершении

чего проведен анализ требований к технологиям передачи данных для систем мониторинга.

Во второй главе диссертации, озаглавленной как «**Принципы построения системы радиомониторинга концентрации газовых смесей и основные критерии выбора параметров ее компонентов**» приведены основные требования, предъявляемые к аппаратным средствам системы дистанционного радиомониторинга контроля утечек газа. На основе приведенных требований и исследованных методов мониторинга разработана конфигурация построения системы дистанционного радиомониторинга.

Проведен анализ свойств выбранного для системы мониторинга диапазона волн, проведены некоторые расчеты определения дальности на основе рекомендаций по обеспечению устойчивого радиосигнала. Если усиление тракта мало для большой дальности, необходимо его увеличить, выбирая антенны с большим усилением, уменьшая длину и, соответственно, затухание коаксиальных кабелей. Установлено, что для эффективной связи с помощью ультракоротких волн нужно обеспечить беспрепятственную линию прямой видимости между антеннами передатчика и приемника.

В случае применения направленных антенн, увеличивающих дальность связи, воспользовались понятием зон Френеля, основанного на принципе Гюйгенса, согласно которому каждая точка среды, до которой доходит возмущение, сама становится источником вторичных волн, и поле излучения может рассматриваться как суперпозиция всех вторичных волн.



**Рис. 4. Зона Френеля.**

Расчеты проведены согласно формулам:

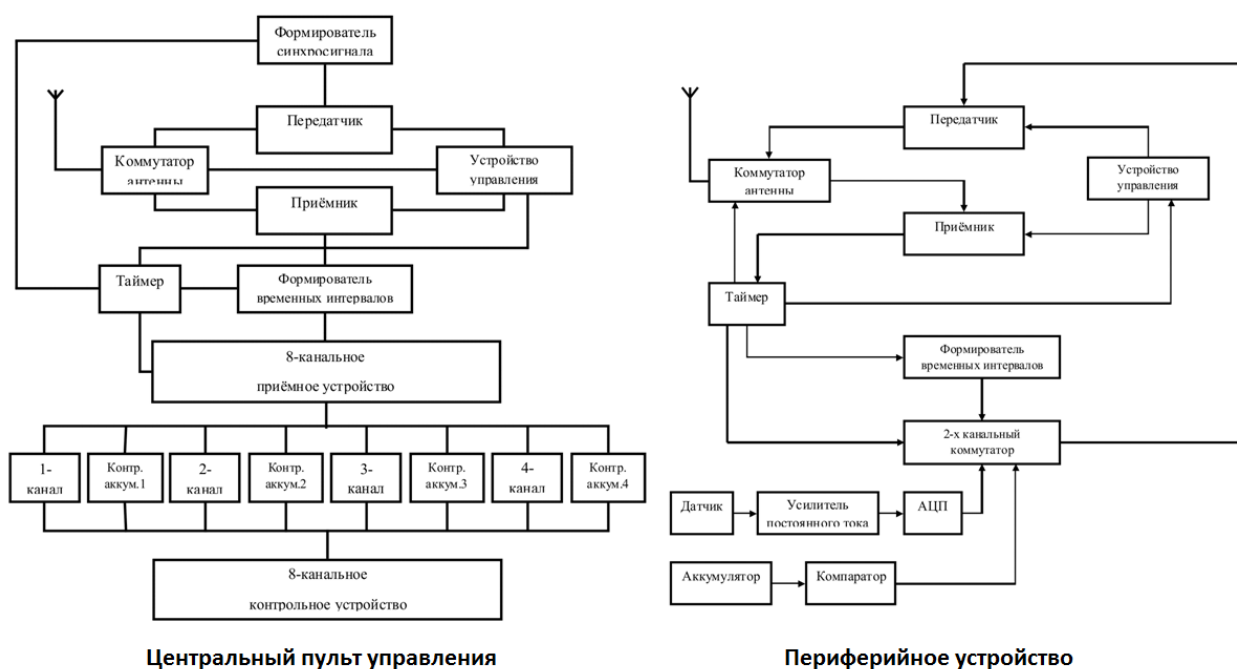
$$R = \sqrt{\frac{\lambda SD}{S+D}}, \quad (3)$$

$$R = 17,3 \sqrt{1/f \frac{SD}{S+D}}, \quad (4)$$

Согласно утверждению Френеля, все препятствия, попадающие внутрь первой зоны Френеля, с радиусом  $R$  и расстоянием  $S + D$ , оказывают наиболее негативное влияние (рис. 4). По приведенным расчетам из заданных параметров разрабатываемой системы получена высота подвеса антенны 30 метров для поддержания дальности связи до 30-40 километров.

В условиях плотной застройки и сложной инфраструктуры заводских объектов, сигнал к приемной антенне приходит по нескольким разным путям и складывается с разными фазами, поэтому уровень сигнала может меняться в сотни раз при смещении приемной антенны всего на 1-2 метра. В этом случае нужно действовать практически, методом измерений уровня сигнала в точке установки принимаемой антенны.

С помощью разработанной методики основанной на ингредиентном методе мониторинга с применением термokatалитических сенсоров, использованием собственного радиоканала в диапазоне 27МГц, а также использование алгоритма дискретного цифрового опроса, разработана конфигурация системы радиомониторинга (рис. 5).



**Рис. 5. Конфигурация системы радиомониторинга**

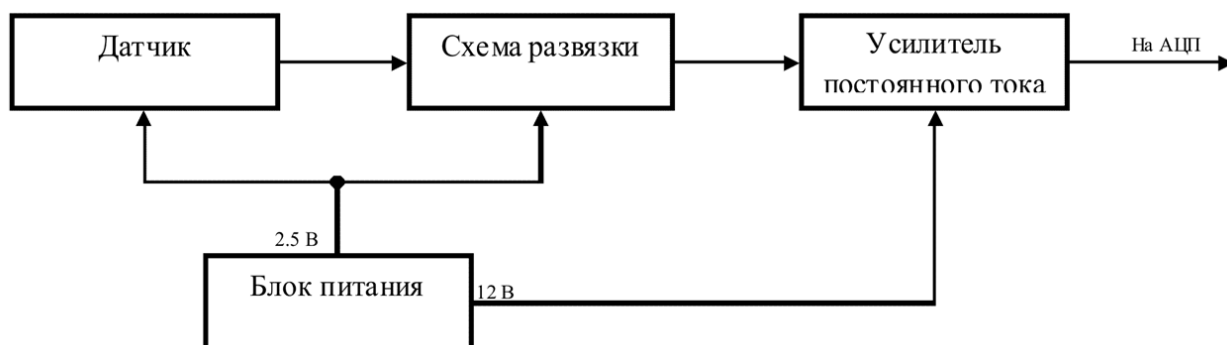
Выбранный способ построения системы радиомониторинга обусловлен следующими значимыми преимуществами: автономность и независимость работы системы от вспомогательных систем и технологий за счет использования собственного радиоканала; беспроводное подключение периферийных устройств, удобное в условиях сложной инфраструктуры промышленных объектов; использование малой мощности радиосигнала дает ограниченный радиус действия, что решает проблему электромагнитной совместимости и рациональный расход заряда аккумуляторов.

На основе изученных структурных схем, используемых для приема и передачи цифровых сигналов в гражданском диапазоне, разработаны компоненты системы радиомониторинга, приведено описание ее работы.

Разработана структурная схема модуля с улучшенными характеристиками для подключения датчика. Амплитуда выходного сигнала датчика варьируется в интервале от 0 до 2В. Уровень этого сигнала



недостаточен для обработки, поэтому в схему включен усилитель постоянного тока для получения амплитуды 2,5-5,5 В, и последующей подачи его на АЦП (рис. 6).



**Рис. 6. Блок-схема сенсорного модуля**

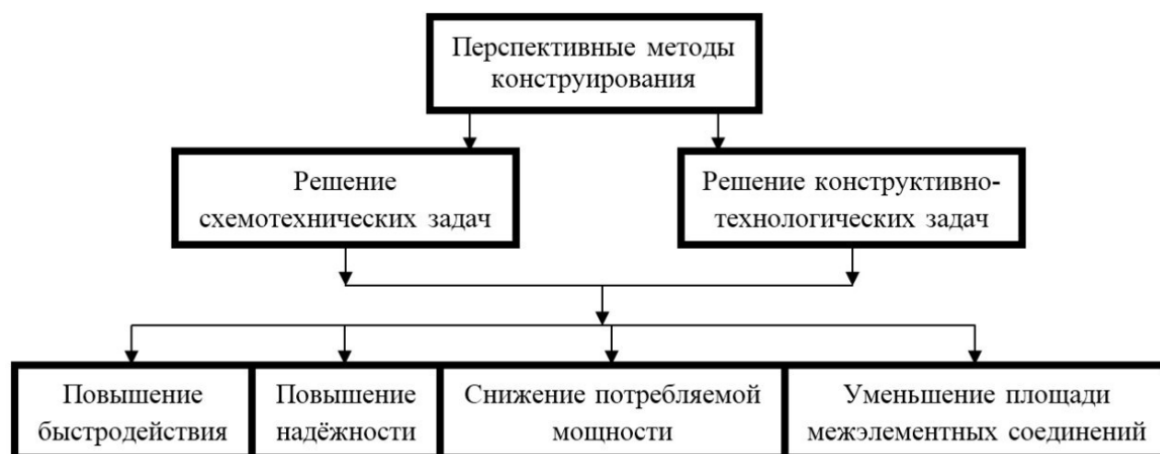
Анализ работы схем усиления и исследование воздействия на электрические выходные параметры датчиков токов в цепях питания, поставили задачу развязки по электрическим цепям самого датчика и электрической схемы усилителя. Исследования показали, что сигнал с датчика не должен иметь общего потенциала с земляным потенциалом усилителя, во избежание искажения параметров измерений, поскольку термокаталитические датчики имеют высокую чувствительность, что сказывается на выходном сигнале сенсорного модуля. В виду этого включена схема гальванической развязки, использующая световую передачу сигнала. Сигнал с датчика через схему гальванической развязки поступает на усилитель постоянного тока, усиливается до напряжения 5,5 В, что в пределах номинальных входных параметров АЦП.

На основе изучения свойств и проведенного анализа различных видов датчиков для различных требуемых задач, сред и условий применения при построении систем мониторинга, выбран термокаталитический сенсор, использующий термохимический анализ проб, как наиболее эффективный для определения горючих газов типа  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ , и др. Установлено, что термокаталитический сенсор имеет главные преимущества, необходимые для эксплуатации в климатических условиях Узбекистана перед другими видами: простота установки, калибровки и эксплуатации; большой срок службы; низкая стоимость; высокая надежность в запыленной атмосфере; высокая надежность в условиях низких и повышенных температур; малочувствителен к изменениям влажности и температуры; малочувствителен к изменениям давления; имеет низкую стоимость.

В третьей главе диссертации, озаглавленной как «**Разработка и создание аппаратной части системы дистанционного радиомониторинга опасных газов**» приведена разработка радиоканала системы радиомониторинга, блока управления работой системы, приемно-контрольного блока, центрального пульта управления, узла управления

работой периферийного блока и сенсорного модуля, а также представлены разработанные принципиальные схемы этих блоков.

При создании всех составных компонентов разработанной системы мониторинга следовали перспективным методам конструирования (рис. 7).

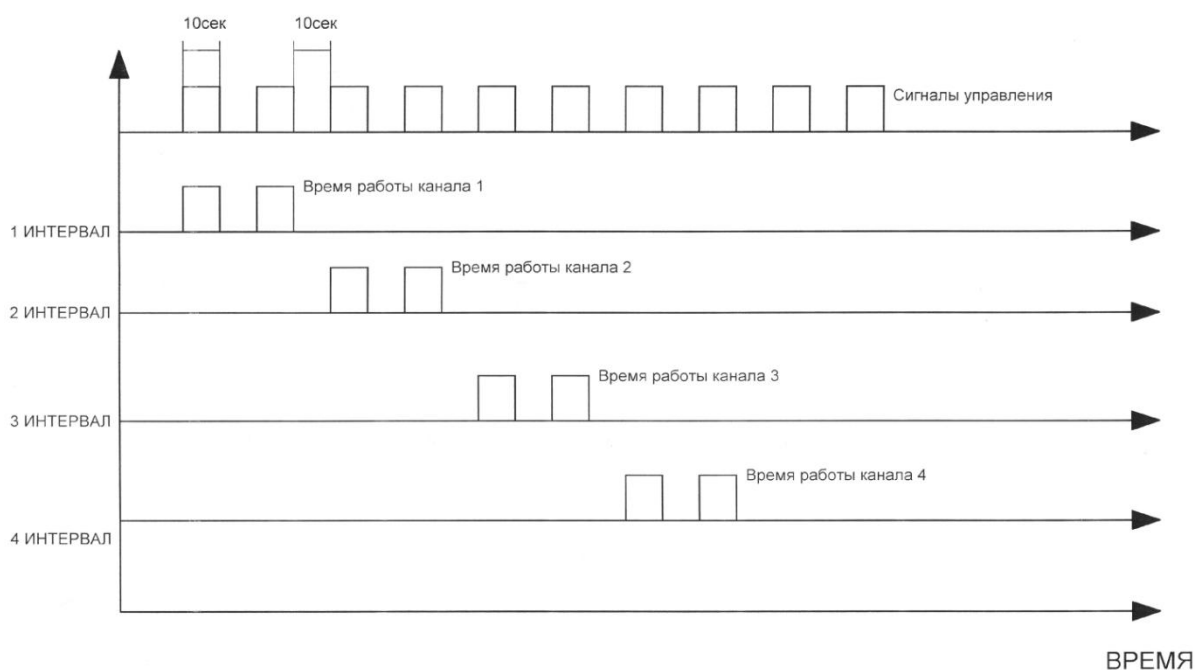


**Рис. 7. Структура перспективных методов конструирования.**

Разработана оригинальная методика дискретного функционирования системы, в определенном интервале времени. Алгоритм данной методики позволяет одновременную работу четырех приемо-передатчиков на одной частоте 27МГц, экономный расход аккумуляторов и упростил схемную реализацию. В данном алгоритме интервал работы - 20мин, в течение которых передатчики работают по 10сек. Работа передатчиков синхронизируется каждые 20мин импульсом, излучаемым передающим устройством центрального пульта управления. Таймеры периферийных передатчиков запускаются по этому импульсу-синхросигналу. Формируются секундные интервалы времени: 10сек работа передатчика в режиме контроля за напряжением аккумуляторной батареи, следующие 10сек идет передача информации с датчика и 10сек – защитный интервал. После 20сек работы передатчики выключаются. Затем цикл работы повторяется.

Временные диаграммы работы схемы таймеров и формирователей временных интервалов представлены на рис. 8.

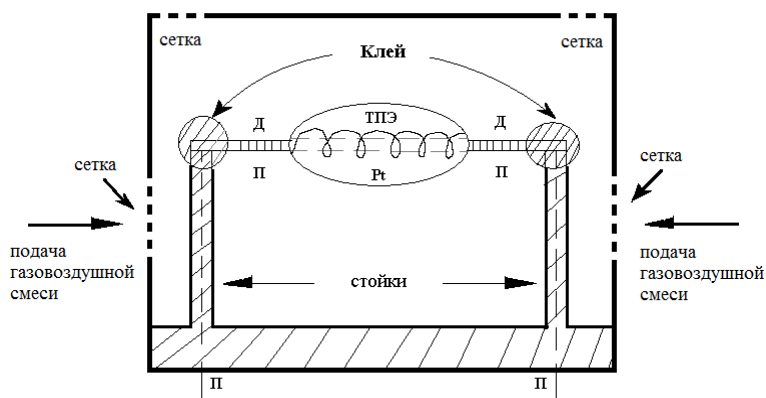
Периферийные приемники служат для приема сигнала синхронизации и после запуска таймера сигналом синхронизации, приемник автоматически отключается. Это необходимо для исключения ложных срабатываний, поскольку приемник принимает все сигналы на 27МГц. Алгоритм системы задается с помощью таймеров.



**Рис 8. Временные диаграммы таймера формирователей временных интервалов.**

Для сенсорного модуля разработана принципиальная схема развязки на вакуумном оптоэлектронном приборе, схема усилителя постоянного тока на операционных усилителях и схема блока питания. Таким образом, термокаталитический датчик связан с усилителем постоянного тока через гальваническую развязку, чем решена проблема искажения его измерений.

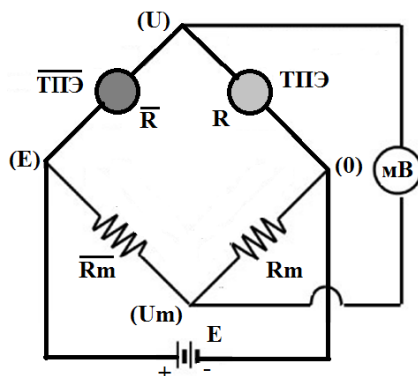
В четвертой главе диссертации, озаглавленной как **«Разработка технологии изготовления и расчет конструктивных и метрологических параметров газовых сенсоров»** приведена разработка и модернизация конструкции термохимического сенсора применительно к специфическим условиям эксплуатации и определения дополнительных ингредиентов. Для этого проведены и представлены расчеты, и углубленные исследования первичных преобразователей на термохимических элементах.



**Рис. 9. Структурный вид модернизированного термохимического сенсора.**

Также представлены расчеты параметров термохимического сенсора и погрешности первичных преобразователей. Отдельно рассмотрен вопрос зависимости показаний измерений датчика от влияния на него изменения температуры и давления окружающей среды и приведены расчеты табуляции функции конвекции. Реконструкция корпуса прибора позволила улучшить теплоотдачу, расширить рабочий температурный диапазон, увеличить вибростойкость и устойчивость к пылевым взвесям в воздухе (рис. 9).

Принцип действия датчика, основан на измерении концентрации искомого компонента в газовой смеси по количеству тепла, выделяющегося при химической реакции каталитического окисления определяемого компонента на чувствительном элементе. Конструктивно датчик состоит из измерительного и компенсационного чувствительных элементов, включенных между собой с двумя постоянными резисторами по схеме неуравновешенного моста (рис. 10).



**Рис. 10. Электрическая схема подключения ТПЭ с резисторами.**

Спираль чувствительных, термоплатиновых элементов (ТПЭ) многослойно покрыты катализаторами с разной степенью активности, измерительный элемент - высокой степенью, компенсационный - низкой. При попадании газа в датчик, на поверхностях элементов происходит разнородное беспламенное окисление, вследствие чего меняются сопротивления элементов и мост выходит из равновесного состояния, в диагонали появляется ток пропорциональный содержанию измеряемого компонента. Получаемый на выходе сигнал, обусловлен разностью температур измерительного и компенсационного элементов, который составляет, не менее, 1 мВ на 20 мг/м<sup>3</sup>.

Была проведена серия измерений, меняя атмосферное давление  $p$  и температуру окружающей среды  $t_0$ , и записывая значения тока  $J$  милливольтметра. Для каждого значения  $J$  (в мА) мы сначала вычисляли температуру ТПЭ:

$$t = \left( \frac{138,568}{J} - 1 \right) \cdot 256,41 \quad (5)$$

Далее вычисляется функция конвекции:

$$h(t_0, p) = \frac{606,7324 \cdot J + (2,7315 + 0,01t_0)^4 - (2,7315 + 0,01t)^4}{t - t_0} \cdot 4,5363 \quad (6)$$

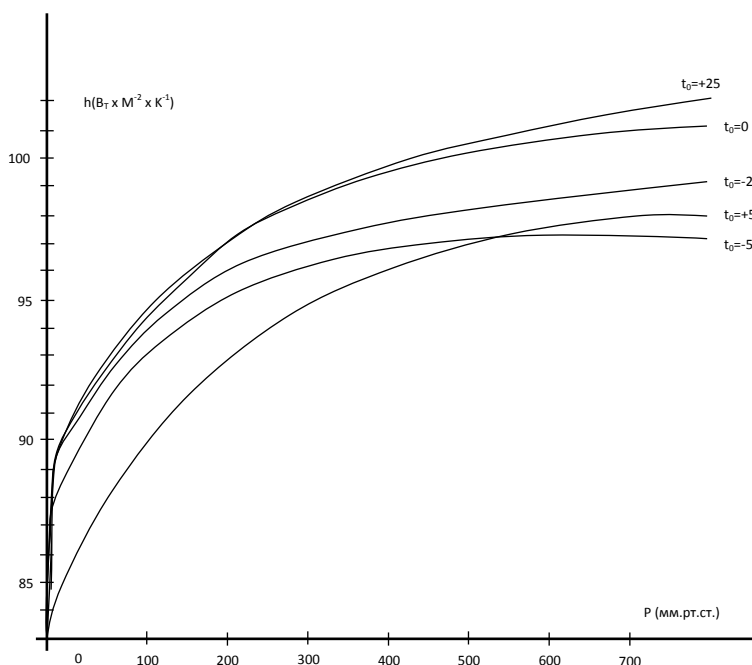
После приведения значений функции  $h = h(t_0, p)$  к единым шкалам температур  $t_0$  и давлений  $p$  для нее составлена таблица 4.1.

**Таблица 1**

**Значения функции конвекции**

$t_0$ (°C) \ p (мм.рт.ст.)	-50	-25	0	+25	+50
5	87,2	89,2	88,8	88,3	84,1
10	87,9	90,0	89,9	89,7	85,4
100	92,7	93,8	95,0	95,0	89,7
200	94,8	95,8	97,3	97,5	93,9
300	95,8	97,0	98,7	98,6	95,8
400	96,5	97,8	99,7	99,5	96,8
500	97,1	98,4	100,4	100,6	97,5
600	97,5	98,9	100,9	101,5	98,1
700	97,9	99,5	101,4	102,0	98,6

На графике рис. 11 видна стабильность сигнала при изменении атмосферного давления.



**Рис. 11. Характер изменения функции  $h = h(t_0, p)$  от  $p$  при фиксированных  $t_0$**

Усовершенствована технология приготовления высокоселективных катализаторов, для определения содержания следующих газов:  $H_2$ ,  $CO$ ,  $H_2S$ ,

$\text{HN}_3$ ,  $\text{CH}_4$ , компонентов ракетного топлива и других горючих и взрывоопасных газов с использованием термокatalитических сенсоров по основным метрологическим и техническим параметрам, не уступающих известным мировым аналогам, применяемых при конструировании и изготовлении самих ТПЭ в составе термокatalитических датчиков.

Разработан оригинальный способ обеспечения селективности ТХД на принципе использования широких возможностей достижений химии и электроники в конструкции с ТКС, позволяющий успешному переводу от традиционной функции индикации с ТХД на функцию измерения.

В пятой главе диссертации, озаглавленной как **«Рекомендации по практическому использованию результатов исследований»** приведена законодательная база Республики Узбекистан, основные положения и стандарты по разработке технических условий для серийного выпуска разработанной системы дистанционного мониторинга опасных газов.

Разработанная система прошла успешные испытания на предприятии ТашРТЩ непосредственно в телебашне Н=375 как пожарно-охранная система мониторинга. Технические предложения заключаются в использовании разработанной системы радиомониторинга, оснащенной температурными датчиками и датчиками задымлений, в пожароопасных зонах. Преимуществами предложенного метода мониторинга с использованием радиоканала по сравнению с традиционными методами, с одной стороны является высокая надежность, с другой стороны – удешевление системы пожаробезопасности в целом, поскольку трудности и стоимость прокладки кабеля для пожарной сигнализации на Телебашне очевидна. Для проведения испытаний устройства новые разработанные универсальные сенсорные модули были оснащены температурными и дымоопределяющими датчиками. Оригинальное схемное решение сенсорного модуля с введением гальванической развязки, позволило предотвратить искажения параметров измерений, чем повысило в 1,5 раза достоверность результатов мониторинга.

Новизна проводимых внедрений заключается в том, что на ЦРРТ система автономного автоматического радиомониторинга для предотвращения пожароопасной ситуации использовалась впервые.

Практическим преимуществом разработанной системы является использование радиоканала, поскольку высота башни составляет 375 метров, что имеет свои сложности в прокладывании кабельных каналов связи для проводных систем пожарного контроля. Посредством проведенных испытаний расширены возможности реализации непрерывного автоматического дистанционного радиомониторинга с использованием частот гражданского диапазона на подобных предприятиях Республики Узбекистан, имеющих сложные конструктивные и инфраструктурные особенности.

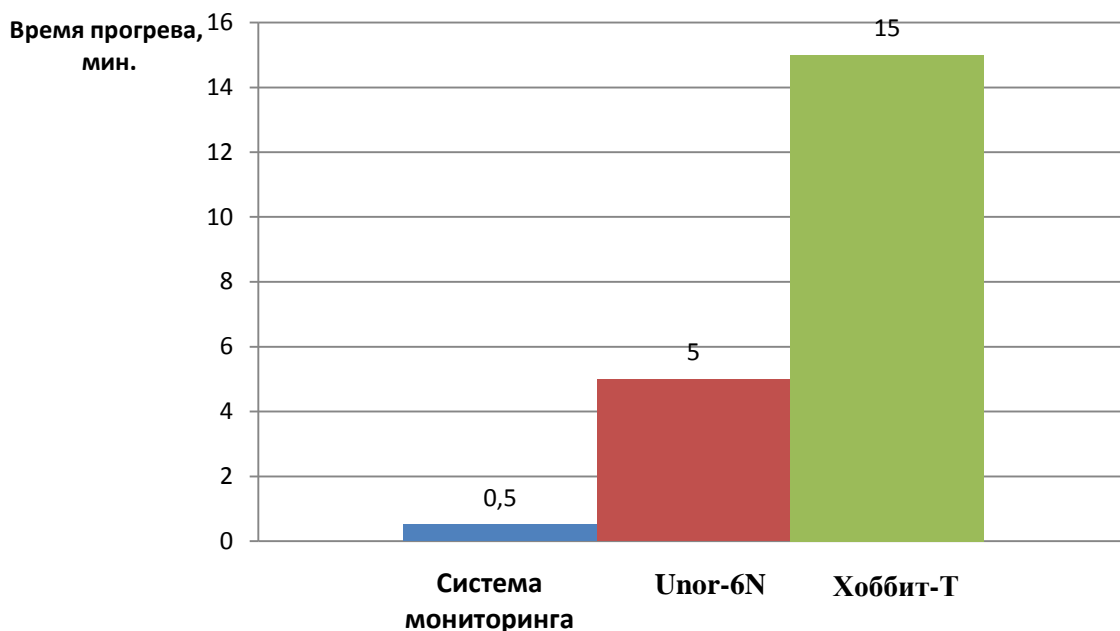
Использование указанных результатов позволяет повысить качество диагностирования по результатам автоматического дистанционного

радиомониторинга, что в свою очередь повышает безопасность работ на предприятии.

Приведены также результаты промышленных испытаний разработанной системы радиомониторинга (СМ) на газоперерабатывающих предприятиях и сравнительный анализ ее рабочих параметров с используемыми газоанализаторами. Указано, что применяемые системы относятся к стационарным проводным газоанализаторам и немобильны. Данный фактор в целом отрицательно влияет на контроль за утечками, так как подобные газоперерабатывающие предприятия имеют сложную инфраструктуру.

Сравнение технических характеристик используемых газоанализаторов Хоббит-Т - Российского производства и Unor-6N - немецкого с разработанной СМ показало:

1. Время развертывания системы выигрывает в 20 раз;
2. Время прогрева системы в 10 и 30 раз меньше (рис. 12);



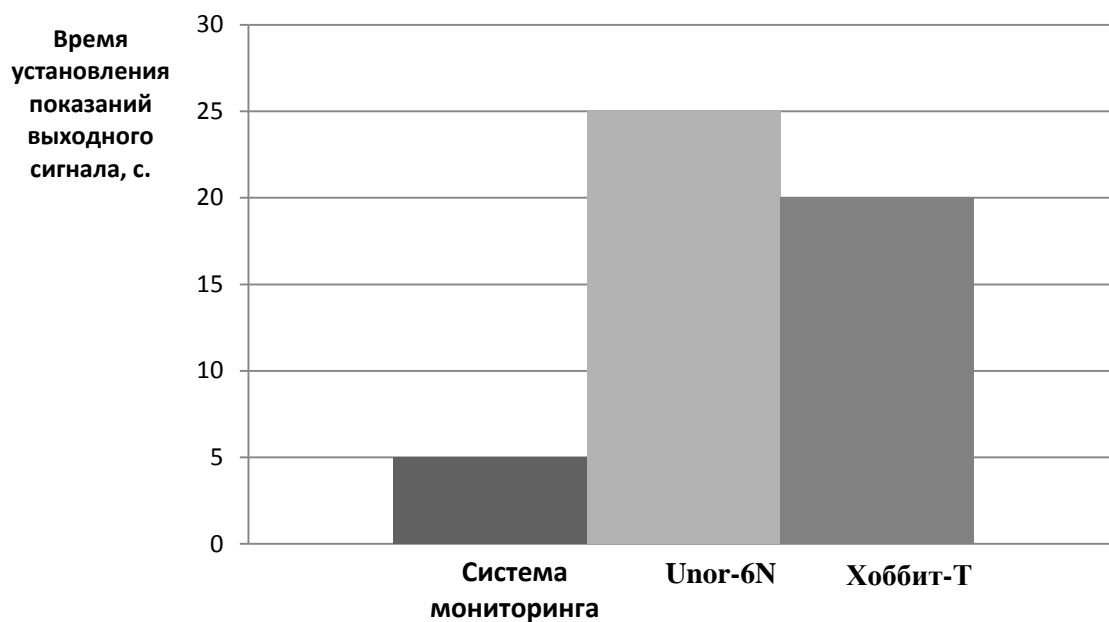
**Рис. 12. Сравнение времени прогрева газоанализаторов.**

3. Время установления показаний выходного сигнала быстрее в 4 - 5 раз, те же показатели и со временем восстановления систем после снятия газовой нагрузки (рис. 13);

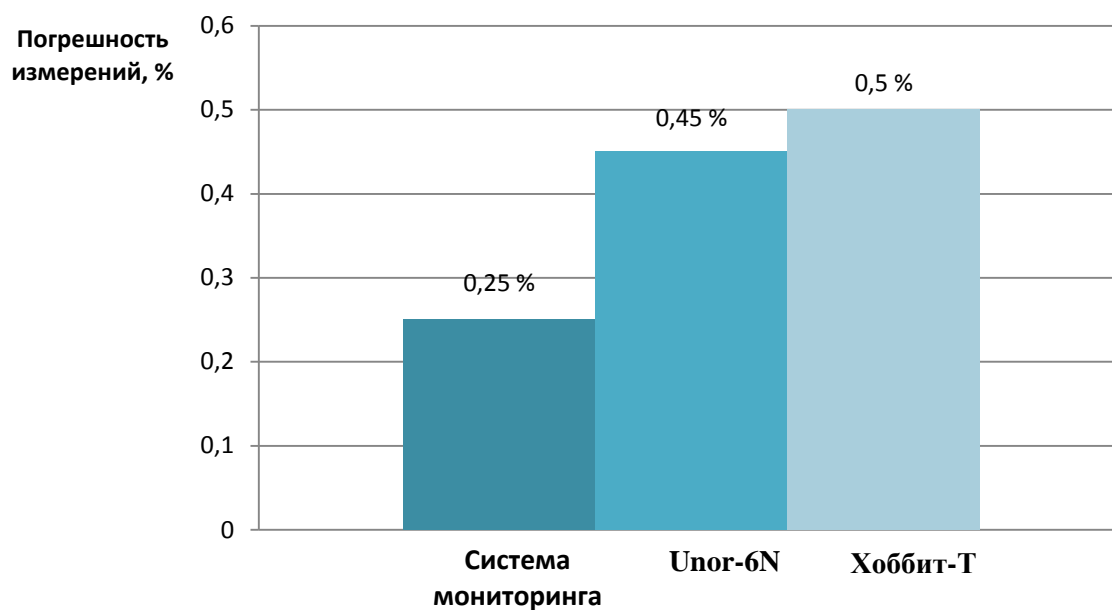
4. Эксплуатационная погрешность превосходит в 2 раза (рис. 14);

5. Абсолютная погрешность модернизированного датчика, встроенного в СМ, составила 0,037%;

6. Средняя абсолютная погрешность по стандартным поверочным газовым смесям: Хоббит-Т = 0,559%, Разработанная СМ = 0,055%, Unor-6N = 0,17%.



**Рис. 13. Графическое представление сравнительных параметров времени установления показаний выходного сигнала.**



**Рис. 14. Гистограмма показателей эксплуатационной погрешности разработанной системы, системы Unor-6N, системы Хоббит-Т.**

Анализ проведенных исследований и технической документации показал следующие эксплуатационные параметры исследуемых устройств (Таблица 2).



Таблица 2.

## Сравнение эксплуатационных параметров

Устройства Параметр	Разработанная СМ	Unor-6N	Хоббит-Т
1. Температурный диапазон	-40...+55°C	0 ... +45°C	-20 ... +50°C
2. Атмосферное давление	84...107кПа	-200 ... +300кПа	84 ... 106,7кПа
3. Относительная влажность воздуха	98% при 25°C	95% при 30°C	95% при 30°C

По приведенным параметрам также видно превосходство разработанной СМ и приспособленность к использованию в климатических условиях Узбекистана с повышенными температурными режимами работы.

Приведены практические рекомендации использования разработанной системы, с учетом заключения ГУП ЦЭМС на территории Республики Узбекистан. Определены рекомендации по размещению сенсорных модулей, при проведении анализа данных измерений модернизированного датчика была использована разработанная программа контроля надежности программного обеспечения, что повысило достоверность результирующих данных в 1,2 раза. Программа специально разработана, и рекомендована для для контроля надежности используемого в исследованиях ПО.

Также приведены рекомендации применения разработанной системы для измерения физических величин (давление, температура, концентрация газов и т.д.) с последующей трансляцией полученных данных в систему визуализации. Что доказывает унифицированность разработанной системы.

Приведенное сравнение параметров разработанной и используемых систем доказывает наилучшее быстроедействие и более низкую погрешность измерений концентрации газов разработанной системы, что доказывает выигрыш более 30 млн. сум в год на каждом объекте при выявлении технических потерь в эксплуатации газоперерабатывающего оборудования.

Предложен метод построения корпоративной сети для централизованного мониторинга опасных объектов на основе современных телекоммуникационных технологий. Преимущество предлагаемого решения построения корпоративной сети состоит в его системности, а также адаптации к условиям и особенностям Узбекистана. Предложенное решение правильного выбора структуры и технического обеспечения при построении корпоративных сетей могут сэкономить весьма большие затраты ведомств и подконтрольных им организаций, при соблюдении главных критериев корпоративных сетей: функциональная наполненность, безопасность, надежность функционирования и мониторинг состояния в режиме реального времени. В свою очередь это также может значительно снизить срок окупаемости проекта, что особенно важно в текущей экономической ситуации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлены следующие выводы по теме диссертации «Методы и устройства дистанционного мониторинга»:

1. Обоснована концепция создания эффективных систем автоматического радиомониторинга окружающей среды объектов нефтегазовой и химической отрасли.

2. Разработана эффективная методика автоматизированного дистанционного мониторинга, выдающая наименьшую погрешность параметров окружающей среды, адаптированная к климатическим условиям Узбекистана.

3. Теоретически обоснован метод непрерывного контроля окружающей среды, основанный на применении автономной автоматической системы радиомониторинга опасных объектов, созданной на базе передачи цифровых радиосигналов, на частоте 26950 кГц.

4. Практически реализовано универсальное схемное решение унифицированного сенсорного модуля, предотвращающего искажения параметров измерений датчиков.

5. Теоретически рассчитан и практически создан аппаратный комплекс автоматической системы непрерывного радиомониторинга с полным набором компонентов: пультом управления, периферийными устройствами, сенсорными модулями, термokatалитическим сенсором.

6. Разработан высокоселективный термokatалитический датчик с улучшенными характеристиками, адаптированный к условиям Узбекистана.

7. Проведены целевые испытания разработанной системы в реальных условиях на предприятиях Узбекистана.

8. Подготовлены технические условия созданной автоматической системы радиомониторинга для мелкосерийного производства.

9. Обоснована методика построения корпоративной сети для централизованного мониторинга опасных объектов.

10. Годовой экономический эффект от использования результатов исследования составляет более 30 млн. сумов на каждом предприятии.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.28.12.2017.T.07.02 AT TASHKENT UNIVERSITY OF  
INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

**TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

**PISETSKIY YURIY VALEREVICH**

**METHODS AND DEVICES OF REMOTE MONITORING**

05.04.02 – Systems and devices of radio engineering, radio navigation, radar and television. Mobile, fiber optic communication systems

**ABSTRACT OF THE DOCTORAL (DSc)  
DISSERTATION OF TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent-2018**

**The theme of doctotal (DSc) dissertation was registered with the number of №B2017.1.DSc/T40 at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.**

The dissertation has been prepared at the Tashkent University of Information Technologies.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website [www.tuit.uz](http://www.tuit.uz) and on the Information and educational potrat «ZiyoNet» websibe of [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Scientific adviser:** **Aripov Khayrulla Kabilovich**  
Doctor of Physical-Mathematics Sciences, Professor

**Official poopnents:** **Bakhramov Sagdulla Abdullaevich**  
Doctor of Physical-Mathematics Sciences,  
Professor, Academycian

**Siddikov Ilhomjon Khakimovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Inogamov Akmal Muratovich**  
Doctor of Technical Sciences

**Leading organization:** **Joint Stock Company «Uzbektelecom»**

The defense will take place «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 at \_\_\_ on the meeting of Scientific council DSc.28.12.2017.T.07.02 at Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (99871) 238-64-43; fax: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

The dissertation is available at the Information Resourse Centr of the Tashkent University of Information Technologies ( is registered under No. \_\_\_\_). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (99871) 238-65-44).

Abstract of dissertaton sent out on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.  
(maing report No. \_\_ on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.)

**R.N.Usmanov**  
Chairman of the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**B.N.Rahimov**  
Scientific secretary of scientific council awarding scientific degres, doctor of technical sciences

**A.Abdukayumov**  
Vice-Chairman of academic seminar under the scientific council awarding scientific degrees, doctor of physical-mathematics sciences, professor

**The aim of research** is the development of methods and devices of system for efficient and reliable radio monitoring of the concentration of toxic and flammable gases used in the industry to prevent fire and environmentally hazardous situations.

**The objects of research** are industrial enterprises working with hazardous gases, tools and elements of monitoring systems.

**The scientific novelty of the research** is as follows:

On the basis of the method of autonomously and reliably the functionality of the system with the smallest error and high sensitivity, developed criteria for building a system for remote environmental monitoring;

a hardware system has been created to provide automatic monitoring based on ensuring high reliability, sensitivity and noise immunity in a wide temperature range; to record and process data on combustible substances in the environment of dangerous objects;

on the basis of the ingredient method, a technique has been developed for the efficient operation of a remote monitoring system for hazardous facilities at oil and gas processing enterprises in the climatic conditions of Uzbekistan;

based on the use of constructive transformations, a thermocatalytic sensor has been developed for efficient and reliable operation in the climatic conditions of Uzbekistan;

the concept of building a corporate network for the centralized monitoring of hazardous facilities in various regions of Uzbekistan has been substantiated.

**Implementation of research results.** Implementation results obtained from the development of remote monitoring methods and devices:

an effective radio monitoring system based on a discrete-work algorithm in certain time intervals using an autonomous radio channel was introduced in the state-owned unitary enterprise "TSRRT" at the Tashkent TV tower  $H = 375$  as a monitoring system to prevent a fire-hazard situation. (certificate of the Ministry of Information Technologies and Communications Development of the Republic of Uzbekistan dated June 8, 2018 No. 33-8 / 4153). Due to the use of the method of autonomous transmission of digital radio signal at a frequency of 26.95 MHz, the cost of fire alarm systems has decreased.

a radio monitoring system with modernized thermal catalytic sensors based on the ingredient monitoring method and using a digital radio channel in the civilian range has been implemented at four gas processing stations of Avaton gaz avto LLC, Gazkompressor-Servis LLC, Rahshona-HH LLC, and Buyuk Boriy-Valiy LLC ". (certificate of the Ministry of Information Technologies and Communications Development of the Republic of Uzbekistan dated June 8, 2018 No. 33-8 / 4153). The introduction of a modernized sensor has increased the quality of gas detection, the rate of identification of their leakage, and also increased the safety of enterprises;

the method of continuous radio monitoring using an adapted thermocatalytic sensor to the conditions of Uzbekistan in the radio monitoring system has been implemented at gas stations and CNG filling stations OOO ALEKS PLYUS

BIZNES simultaneously. (certificate of the Ministry of Information Technologies and Communications Development of the Republic of Uzbekistan dated June 8, 2018 No. 33-8 / 4153). The introduction of an autonomous monitoring system made it possible to simultaneously control both enterprises, to significantly facilitate the work of the staff, and also to save labor resources;

the universal sensor module used in the monitoring system based on the optical signal transmission technique was introduced in the enterprises of the State Unitary Enterprise TsRRT, Avaton gaz avto LLC, Gazkompressor-Servis LLC, Rahshona-HH LLC, Buyuk Boriy- LLC Valiy, LLC ALEKS PLYUS BIZNES. (certificate of the Ministry of Information Technologies and Communications Development of the Republic of Uzbekistan dated June 8, 2018 No. 33-8 / 4153). The introduction of a universal sensor module extends the functionality of the monitoring system and increases by 1.5 times the reliability of the monitoring results;

the method of modernizing the thermal-catalytic sensor developed for the climatic conditions of Uzbekistan, used in the developed radio monitoring system, was introduced in the enterprises of Avaton Gaz Avto LLC, Gazkompressor-Servis LLC, Rahshona-HH LLC, Buyuk Boriy-Valiy LLC, LLC Aleks Plyus Biznes. (certificate of the Ministry of Information Technologies and Communications Development of the Republic of Uzbekistan dated June 8, 2018 No. 33-8 / 4153). By improving the method of indirect gas sampling, the measurement error of the sensor was 2 times reduced, and the operating temperature range was significantly expanded.

**The volume and structure of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 150 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (Часть I; Part I)**

1. Давронбеков Д.А., Писецкий Ю.В., Халилова П.Ю. Оценка качества работы аналого-цифровых преобразователей по информативным параметрам // Вестник ТУИТ, -Ташкент, №1, 2010г. С.72-76, (05.00.00; №31).

2. Писецкий Ю.В., Давронбеков Д.А. Оценка качества аналого-цифровых преобразователей по экспериментальным зависимостям // Вестник ТУИТ, -Ташкент, №4, 2010г. С.87-88, (05.00.00; №31).

3. Писецкий Ю.В. Бездефектный технологический процесс сборки электронных блоков. Ежеквартальный научно-технический журнал: «Инфокоммуникации: Сети-Технологии-Решения», -Ташкент, №2 (18), 2011г. С.23-25, (05.00.00; №2).

4. Давронбеков Д.А., Писецкий Ю.В., Турсунов Б.Б. Программы исправления последствий сбоя в автоматических системах // Вестник ТГТУ, -Ташкент, №1-2. 2011г. С.31-34, (05.00.00; №16).

5. Писецкий Ю.В., Гулямова С.Т. Программные методы контроля автоматических систем // Вестник ТУИТ, -Ташкент, №1. 2011г. С.82-84, (05.00.00; №31).

6. Писецкий Ю.В., Мавлянов К.-И.М. Особенности применения атмосферных оптических линий связи // Вестник ТУИТ, -Ташкент, №4. 2011г. С.51-53, (05.00.00; №31).

7. Писецкий Ю.В. Процесс электротермотренировки как способ повышения надёжности электронных блоков // Вестник ТГТУ, -Ташкент, 3-4/2011 г. С.64-67, (05.00.00; №16).

8. Писецкий Ю.В., Хасанов М.М., Талипов А.Р. Перспективные методы повышения быстродействия микропроцессорных устройств в составе радиотехнических систем // Вестник ТГТУ, -Ташкент, 1-2/2012 г. С.45-48, (05.00.00; №16).

9. Писецкий Ю.В., Абдуллаева Г.М. Обучение с помощью мультимедийных технических средств и сети интернет по проекту GIZ // Вестник ТГТУ, -Ташкент, 3-4/2012 г. С.41-44, (05.00.00; №16).

10. Назаров А.М., Писецкий Ю.В., Талипов А.Р., Курбанов Д.Э. Хроматографический детектор на основе волоконного лазера // Химическая технология. Контроль и управление. Международный научно-технический журнал, -Ташкент, №4(52) 2013г. С.49-52, (05.00.00; №12).

11. Писецкий Ю.В., Обидов Ж.Г., Темурходжиев Р.Ш. Предложение организации пунктов доступа на магистральных ВОЛС с использованием пассивных DWDM мультиплексов // Научно-технический журнал Фер.ПИ, -Фергана, №2, 2013. С.43-45, (05.00.00; №20).

12. Писецкий Ю.В., Обидов Ж.Г., Темурходжиев Р.Ш. Обеспечение безопасности в компьютерных сетях // Научно-технический журнал Фер.ПИ, -Фергана, №3, 2013. С. 66-69, (05.00.00; №20).

13. Писецкий Ю.В., Обидов Ж.Г., Олимова О.С. Построение корпоративной и технологической сети на примере системы энергетики // Научно-технический журнал Фер.ПИ, -Фергана, №4, 2013. С. 59-62, (05.00.00; №20).

14. Писецкий Ю.В., Ибрагимова Б.Б., Олимова О.С. Построение корпоративных сетей передачи данных // Научно-технический журнал Фер.ПИ, -Фергана, №1, 2014. С. 95-100, (05.00.00; №20).

15. Писецкий Ю.В., Хасанов М.М., Балтаханова А.З. Технология радиосвязи между микроконтроллерами // Вестник ТГТУ, -Ташкент, №2, 2014. С.175-180, (05.00.00; №16).

16. Писецкий Ю.В., Хасанов М.М., Олимова О.С. Технология дистанционной лаборатории по техническим дисциплинам // Научно-технический журнал Фер.ПИ, -Фергана, №3, 2015. С. 133-138, (05.00.00; №20).

17. Pisetskiy Yu.V. The design configuration of radio monitoring system aimed at environmental monitoring // European Science Review, № 7-8, 2017, p.189-192, (05.00.00; №3).

18. Pisetskiy Yu.V. Radio monitoring of the environment // European Science Review, № 7-8, 2017. P. 116-118, (05.00.00; №3).

19. Pisetskiy Yu.V., Mukhamedaminov A.O. Corporate and technological network for remote monitoring systems // European Science Review, № 9-10, 2017. P. 121-124, (05.00.00; №3).

20. Писецкий Ю.В., Мухамедаминов А.О. Построение объединенной сети для систем дистанционного мониторинга // Аль Хоразмий авлодлари, Ташкент, № 2(2), 2017. С.48-53, (05.00.00; №10).

21. Раджабов Т.Д., Арипов Х.К., Назаров А.М., Писецкий Ю.В., Пулатова З.Х. Система дистанционного автоматического радиомониторинга опасных газов // Аль Хоразмий авлодлари, Ташкент, № 3(3), 2018. С.80-85, (05.00.00; №10).

## **И бўлим (Часть II; Part II)**

22. Раджабов Т.Д., Абдуллаев Ф.Х., Халилова П.Ю., Писецкий Ю.В. Возможность использования ионно- легированных оптических материалов (волокон) для создания скоростных солитонных систем передачи информации // Труды девятнадцатой международной конференции “Взаимодействие ионов с поверхностью ВИП-2009”, 21-25 августа 2009г., Звенигород, Россия. Том 2. Москва 2009. С.136-138.

23. Писецкий Ю.В., Пак С.С., Любичский А.А. Применение технологии BLUETOOTH в современных робототехнических системах // Журнал ICTNEWS №10 (34)/2011. С.39-40.



24. Писецкий Ю.В., Любицкий А.А. Проверка информативных статистических параметров микросхем типа компаратора // Сборник трудов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных технологий и телекоммуникаций». Часть 3. 21-22 апреля 2011 год, Ташкент. С.306-307.

25. Писецкий Ю.В., Мавлянов К.-И.М. Атмосферные оптические линии связи // Техника Yulduzlari, Ташкент №1-2, 2012 г. С.23-25.

26. Писецкий Ю.В., Бубенцов С.В. Широкополосная антенна для системы радиомониторинга // Сборник трудов Республиканской научно-технической конференции “Проблемы информационных технологий и телекоммуникаций”, Том 3, 15-16 марта 2012г., Ташкент, С.111-113.

27. Писецкий Ю.В., Мавлянов К.-И.М. Атмосферные оптические линии связи – альтернатива радиoliniям // Сборник трудов Республиканской научно-технической конференции “Проблемы информационных технологий и телекоммуникаций”. Том 3. 15-16 марта 2012г., Ташкент. С.115-117.

28. Писецкий Ю.В., Хасанов М.М., Вахобова З.К., Балтаханова А.З. Методы повышения надёжности микропроцессорных устройств при создании радиоэлектронной аппаратуры // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Инновации и инновационные технологии на производстве и в высшем образовании». Том 2. Андижан, 16-17 мая 2013г. С.58-59.

29. Писецкий Ю.В., Арипова М.Х., Талипов А.Р., Зарипов Н.О. Исследование и разработка методов и устройств дистанционного мониторинга окружающей среды // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых “ФИЗИКА И ЭКОЛОГИЯ”. Нукус, 11-12 декабря 2013г. С. 190-191.

30. Radjabov T.D., Nazarov A.M., Davronbekov D.A., Pisetskiy Yu.V., Gudkova N.I., A. Tadjieva. Applying of the fiber laser for the humidity control in the cable water drain of the fiber-optical line // The IEEE and IFIP International Conference in central Asia on Internet (ICI 2013), Tashkent, Uzbekistan, October 8 – 10, 2013.

31. Давронбеков Д.А., Хакимов З.Т., Писецкий Ю.В., Турсунов Б.Б., Иргашов Р.Ю. Программа ЭВМ: «Calculation of REA software reliability», (Оценка надёжности программного обеспечения радиоэлектронной аппаратуры). Свидетельство о депонировании объектов интеллектуальной собственности № 1681 электронного депозитария autor.uz. 10.01.2014.

32. Писецкий Ю.В., Хасанов М.М. Система дистанционного радиомониторинга по обнаружению токсичных, пожаро- и взрывоопасных газов в окружающей среде // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Перспективы эффективного развития информационных технологий и телекоммуникационных систем». ЧАСТЬ 3. Ташкент. 13-14 марта 2014г. С. 290-292.

33. Писецкий Ю.В., Худояров А.А. Применение цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей при обработке цифровых данных //

Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Перспективы эффективного развития информационных технологий и телекоммуникационных систем». ЧАСТЬ 3. Ташкент.13-14 марта 2014г. С. 286-288.

34. Писецкий Ю.В. Дистанционный автоматический радиомониторинг // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Перспективы эффективного развития информационных технологий и телекоммуникационных систем». ЧАСТЬ 3. Ташкент.13-14 марта 2014г. С. 292-295.

35. Писецкий Ю.В., Гафуров А.А. Сравнительный анализ технологий WIMAX и LTE // Республиканская научно-техническая конференция «Перспективы эффективного развития информационных технологий и телекоммуникационных систем». ЧАСТЬ 3, Ташкент, 13-14 марта 2014г. С.73.

36. Davronbekov D.A., Pisetskiy Yu.V., Urazov T.A. Diagnostic methods fiber optic communication lines // Transactions of the International Scientific conference “Perspectives for the development of information technologies ITPA 2014”, 4-5 November, 2014. Tashkent, Uzbekistan. P. 283-286.

37. Писецкий Ю.В. Структура построения системы радиомониторинга контроля окружающей среды // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий». Часть 3, Ташкент, 12-13 марта 2015 год. С.341-343.

38. Раджабов Т.Д., Назаров А.М., Парпиев М.П., Писецкий Ю.В., Курбанов Д.Э., Уразов Т.А. Получение просветляющих покрытий для солнечных элементов // 11-я Международная конференция «Взаимодействие излучений с твердым телом», 23-25 сентября 2015 г., Минск, Беларусь. С. 422-424.

39. Писецкий Ю.В., Талипов А.Р. Газоанализаторы для измерения токсичных и взрывоопасных газов в системе радиомониторинга // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий», Ташкент, 10-11 марта 2016 года, ТУИТ, часть 4. С. 341-344.

40. Писецкий Ю.В., Курбонбоев Ш.З. Принципы построения технологического процесса качественной сборки радиоэлектронных блоков // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий», Ташкент, 10-11 марта 2016 года, ТУИТ, часть 4. С. 347-349.

41. Ахоров Х.С., Писецкий Ю.В. Обработка информации цифро-аналоговыми и аналого-цифровыми преобразователями // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий», Ташкент, 10-11 марта 2016 года, ТУИТ, часть 4. С. 349-352.

42. Писецкий Ю.В., Талипов А.Р. Анализ качественных показателей устройства дистанционного автоматического радиомониторинга промышленных предприятий // Материалы Республиканской научно-технической конференции “Техника ва технологиянинг долзарб муаммолари, уларнинг энерготежамкор ва инновацион ечимлари”, Фергана, ФерПИ, 20-22 апреля 2016 года, Часть 2. С. 275-276.

43. Писецкий Ю.В., Гулямова С.Т. Способ передачи сигналов в системе экологического радиомониторинга // Материалы Республиканской научно-технической конференции “Техника ва технологиянинг долзарб муаммолари, уларнинг энерготежамкор ва инновацион ечимлари”, Фергана, ФерПИ, 20-22 апреля 2016 года, Часть 2. С. 279-280.

44. Писецкий Ю.В. Организация радиосвязи для сбора информации с блоков сенсоров в системе автоматического мониторинга окружающей среды// Республиканская научно-техническая конференция «Значение информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии реальных отраслей экономики». Сборник докладов, часть 2, 6-7 апреля 2017 г, Узбекистан, Ташкент. С. 327-329.

45. Писецкий Ю.В., Гулямова С.Т. Сенсоры для измерения токсичных и взрывоопасных газов // Республиканская научно-техническая конференция «Значение информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии реальных отраслей экономики». Сборник докладов, часть 2, 6-7 апреля 2017 г, Узбекистан, Ташкент. С. 329-331.

46. Писецкий Ю.В., Арипова М.Х. Повышение селективности сенсоров для определения опасных газов// Республиканская научно-техническая конференция «Значение информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии реальных отраслей экономики». Сборник докладов, часть 2, 6-7 апреля 2017 г, Узбекистан, Ташкент. С. 331-332.