Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясы
Машинатаануу жана автоматика институту

Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университети

Д 05.23.686 Диссертациялык кеңеши

На правах рукописи
УДК: 681.5.032:004(575.2) (043.3)

Исабаев Кайыртай Жулдызтаевич

Радар сигналдарын талдоо жана радар маалыматын иштетүү үчүн интеллектуалдык аппараттык жана программалык платформаны изилдөө жана иштеп чыгуу

05.13.05 – эсептөө техникасынын жана башкаруу системаларынын элементтери жана түзүлүштөрү

техника илимдердин кандидаты
илимий даражасын алуу үчүн жазылган диссертациянын
Автореферати

Бишкек – 2024

Илимий иш Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина таануу, автоматика жана геомеханика институтунда **аткарылган**

Илимий жетекчиси **Брякин Иван Васильевич**
техника илимдеринин доктору, профессор, Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина таануу, автоматика жана геомеханика институтунун маалыматтык – өлчөө системалары лабораториясынын башчысы

Расмий оппоненттер: **Галбаев Жалалидин Токтобаевич**, техника илимдеринин доктору, доцент, И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университеттин энергетика институтунун электромеханика кафедрасынын профессору

Ибрагимова Озода Абдулхаковна, техника илимдеринин доктору, Ташкент мамлекеттик транспорт университетинин электржабдуулары кафедрасынын доценти

Жетектөөчү уюм: К.И. Сатпаев атындагы Казак улуттук изилдөө техникалык университетинин автоматика жана маалыматтык технологиялар институтунун электроника, телекоммуникация жана космостук технологиялар кафедрасы, дареги: 050000, Республика Казахстан, Алматы ш., Сатпаев көчөсү, 22.

Диссертацияны коргоо 2024-жылдын 21 – июнь күнү саат 13:00 дө Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын машинатаануу жана автоматика Институтунун жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян Университетинин алдындагы физика-математика жана техника илимдеринин доктору (кандидаты) окумуштуулук даражасын изденип алуу боюнча диссертацияларды коргоо боюнча Д 05.23.686 диссертациялык кеңештин отурумунда болот. Дареги: 720071, Бишкек ш., Чуй пр., 265, 349. Диссертацияны коргоонун онлайн трансляциясынын идентификациялык коду https://vc.vak.kg/b/052-lto-twi-0js

Диссертация менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын (720071, Бишкек ш., Чуй пр., 265а), Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян Университетинин (720000, Бишкек ш., Киевская көч., 44) китепканасынан жана Кыргыз Республикасынын Президентине караштуу Улуттук аттестациялык комиссиянын сайтында https://vak.kg/diss_sovety/d-05-23-686/ таанышууга болот.

Автореферат 2024-жылдын 17- майында таркатылган

Диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы
ф.-м.и.к, у.и.к. Керимкулова Г.К.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу

Аскерлерди башкаруу системасы бардык операциялардын натыйжалуулугун жана координациясын камсыз кылуунун негизги элементи болуп саналат, мында башкаруу жана башкаруу каражаттары эң маанилүү функционалдык компоненттердин бири болуп саналат. Башкаруу каражаттарын оптималдаштыруу ар кандай системалардын натыйжалуу иштешин камсыз кылуу үчүн маанилүү милдет болуп саналат. Бул өндүрүмдүүлүктү жогорулатууга, чыгымдарды кыскартууга жана тейлөөнүн сапатын жакшыртууга мүмкүндүк берет. Заманбап технологияларды өнүктүрүү контекстинде (процесстерди санариптештирүү, машинаны үйрөнүү алгоритмдерин колдонуу, жасалма интеллект жана чоң маалыматтарды иштетүү) башкаруу каражаттарын оптималдаштыруу ар кандай процессти же системаны ийгиликтүү башкаруунун негизги элементи болуп саналати жана башкаруунун адистеринин дайыма көңүлүнүн борборунда болууга тийиш.

Диссертациянын темасынын артыкчылыктуу илимий багыттар, негизги илимий программалар (долбоорлор), окуу жана илимий мекемелер тарабынан жүргүзүлүүчү негизги изилдөө иштери менен байланышы

Диссертациялык иш жеке демилге катары бүткөрүлгөн.

Изилдөөнүн максаты жана милдеттери

Диссертациянын максаты - интеллектуалдык аппараттык жана программалык платформаны иштеп чыгуу жана колдонуу аркылуу аскерлерди башкаруу системасынын натыйжалуулугун жогорулатуу. Изилдөөнүн негизги **максаттары** болуп төмөнкүлөр саналат:

1. Радар сигналдарын анализдөөнүн жана радар маалыматын иштетүүнүн колдонулуп жаткан ыкмаларын жана технологияларын изилдөө.

2. Радар сигналдарын анализдөө үчүн интеллектуалдык аппараттык жана программалык платформаны иштеп чыгуу.

3. Иштелип чыккан платформада радар маалыматын иштетүү үчүн алгоритмдерди жана программалык камсыздоону түзүү.

4. Эксперименттерди өткөрүү жана иштелип чыккан платформаны реалдуу радар маалыматтарында сыноо.

5. Учурдагы методдор жана технологиялар менен салыштырганда интеллектуалдык аппараттык жана программалык платформанын натыйжалуулугун жана тактыгын баалоо.

6. Радар системаларында иштелип чыккан платформаны андан ары иштеп чыгуу жана колдонуу боюнча корутундуларды жана сунуштарды иштеп чыгуу.

Алынган натыйжалардын илимий жанылыгы

Изилдөөнүн илимий жаңылыгы төмөнкүдөй:

- сутканын ар кандай мезгилдери жана убакыттары үчүн ультра кыска толкун диапазонундагы тегиздик да, тоолуу жолдордо да радиотолкундардын тропосфералык таралышын эксперименталдык изилдөөлөрдүн жаңы натыйжалары алынган;

- радиоэлектроника жана байланыш Аскердик инженердик институтунун радарынын интеллектуалдык аппараттык-программалык платформасынын (ИАПП) базасында радиофизикалык изилдөөлөр үчүн жаңы полигондун прототиби иштелип чыккан;

- тропосфералык жана стратосфералык таралуу учурунда радиотолкундардын көп жолдуу таралышы түрүндөгү жаңы физикалык эффект негизделди;

- радардын ИАППнын радар сигналындагы санариптик маалыматтарды берүү ыкмасы сунушталды;

- радардын ИАППсында аныктоо босогосун төмөндөтүүгө мүмкүндүк берүүчү конволюциялык нейрондук тармакты колдонуу менен радардын маалыматын иштеп чыгуунун жаңы ыкмасы иштелип чыкты.

Алынган натыйжалардын практикалык мааниси

1. Радар сигналында табылган буталар жөнүндө маалыматтарды берүү командалык пунктка маалыматтарды берүүнүн ишенимдүүлүгүн жана натыйжалуулугун жогорулатат. [1].

2. Нейрондук түйүндүн жардамы менен радар маалыматын иштеп чыгуунун сунушталып жаткан ыкмасы чакан өлчөмдөгү учкучсуз учуучу аппараттарды табууга жана абадагы буталарды аныктоо диапазонун көбөйтүүгө мүмкүндүк берет.

3. Нейрондук тармактын негизинде детекторду ишке ашыруу радардын ИАППсында олуттуу аппараттык модификацияларсыз жүргүзүлүшү мүмкүн.

Алынган натыйжалардын экономикалык мааниси

Сунушталган жаңы техникалык чечимдер радардын ИАППсын радарларды жаңылоого же алмаштырууга чоң чыгымдарсыз жакшыртууга мүмкүндүк берет [2].

Коргоо үчүн берилген диссертациянын негизги жоболору

– радиотолкундардын тропосфералык өткөрүлүшүнүн эффектиси 266 кмге чейинки аралыкта радиотолкундардын метр диапазонундагы П-18М радардын радиолокациялык сигналынан маалыматтын туруктуу берилишин камсыз кылат;

– импульстук модуляцияны колдонуу тропосфералык каналда 6000 боддон кем эмес метрлик радиотолкун диапазонунда маалыматтарды берүү ылдамдыгын камсыз кылат;

– детектордун курамында конволюциялык нейрон тармагын колдонуу П-18М радарда колдонуу үчүн жетиштүү иштөө ылдамдыгын камсыз кылат;

– конволюциялык нейрон тармагын колдонуу маневрлөөчү бутанын өткөрүмүүлүк коэффициентин 30%га жогорулатат.

Изденүүчүнүн жеке салымы

Диссертацияда берилген бардык изилдөө натыйжалары автор тарабынан жеке же анын түздөн-түз катышуусу менен алынган. Автор бардык эксперименталдык изилдөөлөргө жана алардын натыйжаларын иштеп чыгууга жеке өзү катышкан.

[1] иште К.Ж. Исабаевге космостук радиолокациялык интерферометрия технологиясын колдонуунун анализин жана растрдык анализдин жардамы менен бийиктиктердин натыйжасы растерин алуу таандык. [2-3] иштеринде К.Ж. Исабаевге тропосфералык станциялардын таралуу диапазонун анализдөө жана эсептөө таандык. [5] К.Ж. Исабаевге радиосигналдарды берүүнү изилдөө жана тоскоолдуктарды азайтуу мүмкүнчүлүгүн практикалык сыноо таандык. [6-7] иштерде Исабаев К.Ж. радардын калибрлөөсүн, кабыл алынган сигналдардын натыйжаларын кабыл алуу жана иштетүү аткарган. [8-10] иштеринде Исабаев К.Ж. П-18М радарындагы бийиктикти өлчөөнүн теориялык эсебин, техникалык каражаттар боюнча маалыматтык коопсуздукту иштеп чыгуу жана радардагы конволюциялык нейрон тармактарын колдонуу жана ишке ашыруу боюнча тапшырмаларды колдонууну жана формулировкалоону талдоо жүргүзгөн. [11] жана [13] эмгектеринде Исабаев К.Ж. ар кандай методдор менен басаңдатуу коэффициентин эсептөө жана Введенский методун колдонуу менен практикалык эсептөө жүргүзгөн. [14-15] иштеринде Исабаев К.Ж. радарларда көйгөйдү түзүү жана практикалык колдонууну текшерүү жүрүзгөн.

Диссертациянын жыйынтыктарын апробациялоо

Диссертациялык иштин негизги жыйынтыктары төмөндөгү илимий конференцияларда баяндалган:

- Сигнал корпусунун 100 жылдыгына арналган «Инфокоммуникациялык технологиялар: учурдагы абалы жана өнүгүү жолдору» эл аралык илимий-практикалык конференциясы (2019-жыл) жана «Абадан коргонуу күчтөрүнүн тактикасын жана аскердик техникасын өнүктүрүүнүн актуалдуу маселелери. Аларды чечүү жолдору» ведомстволор аралык илимий конференцияда, (28.04.2023), Алматы, Казакстан.

–“Заманбап илимдин жана өндүрүштүн актуалдуу көйгөйлөрү” V Бүткүл россиялык илимий-техникалык конференция (27-29-ноябрь, 2020-жыл) жана IV Эл аралык илимий-техникалык форумда (2021-ж.), Рязань, Россия.

– I Эл аралык илимий конференциялар “Академиктер жана илимий баяндамалардын материалдары” (10-11-ноябрь, 2022-ж.), Хельсинки, Финляндия жана “Дүйнөлүк илимий баяндамалар” (17-18-ноябрь, 2022-ж.), Париж, Франция.

Диссертациянын толук чагылдырылышы басылмаларда

Диссертациянын натыйжалары боюнча 10дон ашык илимий эмгектер жарык көргөн – алардын ичинен журналдарда: «Автоматташтыруу жана башкаруу маселелери» ИЦРИ маалымат базасына киргизилген (4 макала); “Илимий мурас”, “Европа илимдери”, “Маркшейдерлік иштер жана жер казынасын пайдалануу” жана “Алмаз-Антей” маалымат бюллетени, ар бири 1 макаладан; «Илимий аспект» (2 макала); «ВИИРЭиС илимий эмгектери» аскердик илимий-техникалык журналына (1 макала); илимий журналына «Известия НАН. Физика-математика сериясы» Казакстан Республикасынын Жогорку аттестациялык комиссиясына киргизилген (1 статья); “Улуттук тоо-кен университетинин илимий жарчысы” журналы Scopus маалымат базасына киргизилген (1 макала), ошондой эле патент менен ырасталган (пайдалуу моделге 1 патент) жана ойлоп табууга өтүнмө берилген (1 патент ойлоп табуу).

Диссертациянын структурасы жана көлөмү

Диссертацияда аббревиатуралардын жана символдордун тизмеси, киришүү, төрт глава, корутунду, практикалык сунуштар, колдонулган булактардын тизмеси жана колдонмолор бар.

Диссертациянын толук көлөмү 149 беттен турат, анын ичинде 47 сүрөт жана 45 таблица. Колдонулган булактардын тизмеси 98 тизме камтыйт.

Диссертациянын автору илимий жетекчиси, техника илимдеринин доктору, профессор Иван Васильевич Брякинге жана «СКТБ Гранит» ЖЧКсынын 5-бөлүмүнө, анын ичинде физика-математика илимдеринин кандидаты Васильев Иван Вениаминовичке жана Проценко Владимир Александровичке диссертациялык ишти аткаруу учурунда жардам көрсөткөндүгү жана консультациялары үчүн чын жүрөктөн ыраазычылык билдирет.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

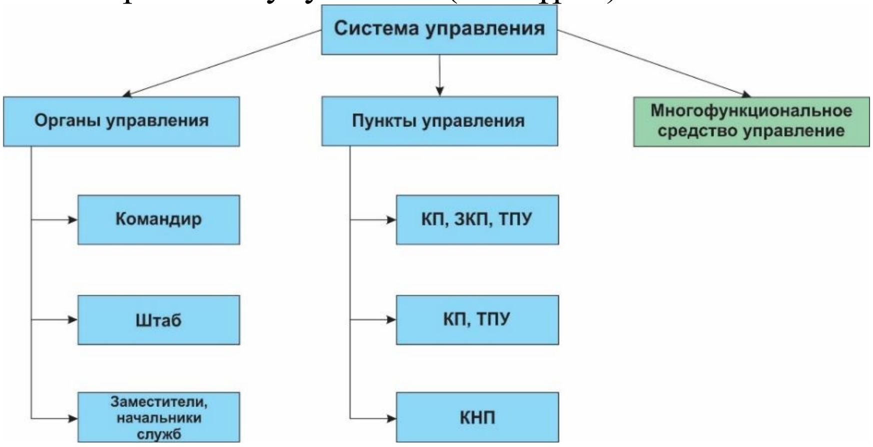
Киришүүдө диссертациялык иштин темасынын актуалдуулугу негизделет, изилдөөнүн максаттарын жана милдеттерин, илимий жаңылыгы, практикалык маанисин жана коргоого сунушталган негизги жоболор берилген, алынган натыйжалардын практикалык жана теориялык мааниси, ошондой эле автордун жеке салымы формулировкалаган. Изилдөөнүн экономикалык мааниси, тестирлөөнүн натыйжалары жана диссертациянын темасы боюнча жарыяланган басылмалар чагылдырылган.

Эки бөлүмдөн турган «Адабиятка сереп» деген **биринчи главада** азыркы башкаруу жана башкаруу системасына жалпы аналитикалык баяндама, ошондой эле радиотолкундардын тропосфералык таралышы боюнча адабияттарга сереп берилген. Бул жыйынтыктар боюнча көптөгөн илимий эмгектер жарык көргөн, мисалы, Давыденко Юрий Ильич (1968), Калинин Анатолий Иванович (1971), Введенский Борис Алексеевич, Колосов Михаил Александрович жана Шифрин Яков Соломонович (1965), Гусятинский Игорь Александрович, Немировский. Александр Соломонович, Соколов Аркадий Васильевич жана Троицкий Владимир Николаевич (1968), Черенкова Елена Лазаревна (1965), Шур Анатолий Абелевич (1972), Долуханов Марк Павлович (1972), ал эми Россия Федерациясында - Клиот Евгений Исаакевич Гейморгович (1999)), Серов Всеволод Владимирович (2012), Мацков Александр Александрович, Муха Рем Николаевич жана Цодикова Майя Исаковна (2012), Сандулов Николай Васильевич, Шлома Владимир Иванович, Кожурякин Дмитрий Александрович жана Макаров Сергей Викторович (2017), Мандельев А. Евлексеев Аркасеев Владимирович жана Аркасе Владимирович (2006). Ошондой эле, 50-жылдары чет элдик окумуштуулар Эл аралык электр байланыш союзунун (ITU - International Telecommunications Union) (2020) сунуштарына киргизилген эсептөө ыкмаларын түзүшкөн. Аскерлерди башкаруу системасынын жалпыланган структурасы жана уюштуруу өзгөчөлүктөрү каралат..

Биринчи бөлүмдө башкаруунун уюштуруучулук-техникалык негизи катары каралуучу аскерлерди башкаруу системасы жөнүндө маалыматтар талданат. Анын жалпыланган структуралык схемасы, анын негизги компоненттери жана функционалдык максаттары каралат.

Экинчи бөлүмдө аскерлерди башкаруу системалары үчүн башкаруу каражаттарын уюштуруу жана пайдалануу жөнүндө негизги маалыматтар, ошондой эле башкаруучу каражаттардын өзүнө коюлган талаптар каралган. Ар бири бир гана конкреттүү функционалдык максаты бар техникалык системалардын учурда колдонулуп жаткан комплексинин ордуна бир көп

функциялуу башкаруу объектилери бар аскерлерди башкаруунун жалпыланган блок-схемасынын варианты сунушталат (1.1-сүрөт).



1.1-сүрөт – Бир көп функциялуу башкаруу каражаты бар аскерлерди башкаруу системасынын жалпыланган блок-схемасы

Төрт бөлүмдөн турган **экинчи бапта** интеллектуалдык аппараттык-программалык платформанын концепциясын иштеп чыгуунун методологиясы жана изилдөө ыкмалары берилген жана мындай платформанын негизги компоненттери берилген (2.1-сүрөт). Негизги компоненттердин өз ара аракеттенүүсүнүн өзгөчөлүктөрү көрсөтүлөт жана талданат, алардын функционалдуулугу да каралат жана радиолокациялык станциялардын негизги тактикалык жана техникалык мүнөздөмөлөрүнө талдоо берилген.

2.1-сүрөт – ИАППтын негизги компоненттери

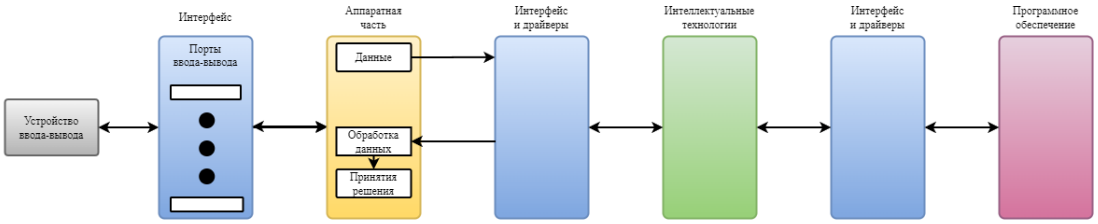
Изилдөө объектиси. Изилдөө объектиси болуп аскерлерди башкаруу системасы саналат.

Изилдөө предмети. Диссертациянын изилдөө предмети Р-18М радардын функционалдык компоненттери болуп саналат.

Изилдөө методдору. Диссертацияда статистикалык радиофизика методдору, системалык анализ, моделдөө жана толук масштабдуу үлгүлөр боюнча эксперименттер колдонулган.

Биринчи бөлүмдө командалык башкаруу системасындагы маалыматты оперативдүү берүү үчүн радиолокациялык станциясын ИАППынын ролу, ошондой эле бул системадагы анын мүмкүнчүлүктөрү негизделет.

Экинчи бөлүмдө ИАППтын блок-схемасы (2.2-сүрөт) жана иштешинин алгоритми (2.3-сүрөт) берилген, ошондой эле анын компоненттеринин ортосундагы өз ара байланыштар жана анын иштешинин алгоритми талкууланат.



2.2-сүрөт – ИАППтын структуралык блок-схемасы

2.3-сүрөт – ИАППтын иштөөсүнүн структуралык блок-схемасы

Үчүнчү бөлүмдө ИАППтын негизги компоненттеринин жана иштөө режимдеринин шарттарынын өзгөчөлүктөрү талданат.

Төртүнчү бөлүм П-18 түрүндөгү радиолокациялык станциясынын негизги тактикалык жана техникалык мүнөздөмөлөрүн жана алардын иштөө өзгөчөлүктөрүн талдоо, ошондой эле П-18М коду менен радарды модернизациялоо багыттарын карап чыгууну сунуштайт. Диссертациялык иштин максаты негизделип, милдеттери формулировкаланат**.**

Алты бөлүмдөн турган **үчүнчү бапта** П-18М радиолокация станциясынын аппараттык компоненти менен аныкталган аба буталарына максаттуу белгилерди берүү үчүн командалык пункттун ортосунда ыкчам байланышты камсыз кылуунун көйгөйлүү маселелери каралат. Максаттуу белгилерди берүүнү уюштуруу үчүн тропосфералык коммуникацияларды колдонуунун перспективалары негизделген.

Биринчи бөлүмдө Казакстан боюнча күнү-түнү иштеген аба мейкиндигин башкаруучу радиолокациялык станциялардын радио эмиссиясына байкоо жүргүзүүнүн негизинде радиофизикалык өлчөөлөр үчүн эксперименталдык аянтчаны түзүү зарылчылыгы негизделген.

Экинчи бөлүмдө Радиоэлектроника жана байланыш Аскердик-инженердик институтуна таандык П-18М радарынын аппараттык компонентинин негизинде радиотолкундардын тропосфералык таралышын жазуу үчүн стенд түзүү боюнча иштер берилген. Стендди калибрлөө «СКТБ Гранит» ЖЧКсында атайын иштелип чыккан тышкы локалдык осциллятордун жардамы менен жүргүзүлдү. Калибрлөө натыйжалары 3.1-сүрөттө көрсөтүлгөн.

3.1-сүрөт – Р-18М радардын радио кабыл алуу жолунун сезгичтиги

Стендди калибрлөөдөн кийин радарларды иштетүү программасынын ордуна географиялык жактан алыскы радарлардан кабыл алынган радиосигналдарды каттоого жана иштетүүгө арналган радиолокациялык станцияда атайын программа орнотулган.

П-18М радиолокациялык станциясында сигналдарды эсепке алуунун аппараттык-программалык комплексине төмөнкүлөр кирет: өлчөөчү кабыл алгычы бар тышкы локалдык осциллятор; программалар: SendBufr, OcsAS, RecBufr_3, KorrRecData_3, SyntAS.

Радиолокацияны өлчөөчү станция үчүн идеалдуу абалды тандоодо объективдүү чектөөлөр бар экендигине байланыштуу, изилденген сигналдар

алынбай калышы мүмкүн болгон багыттарды аныктоо үчүн окуу борборундагы учурдагы абал үчүн жабылуу бурчтары ченелген. Жабуу бурчтары ПАБ-2М перископтук артиллериялык компас аркылуу өлчөнгөн.

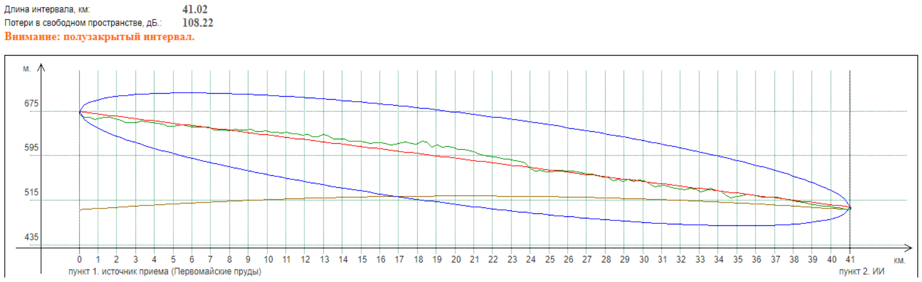
Үчүнчү бөлүмдө радиосигналдарды көзөмөлдөө үчүн өлчөө маршруттарын тандоо жана негиздөө боюнча иштердин натыйжалары берилген. Радиотолкундардын тропосфералык таралышы негизинен метеорологиялык шарттарга жана рельефке, ал эми чачыранды жоготуулардын мезгилдик, ошондой эле күнүмдүк өзгөрүшү радио байланыштын узундугуна жараша болоору көрсөтүлгөн. Демек, аба ырайынын таасири кыска жолдордо (300 кмге чейин) ачык-айкын байкалат.

Өлчөө маршруттары үчүн эки башка узундуктагы маршруттар да, бирдей узундуктагы, бирок рельефи ар башка болгон маршруттар тандалып алынган. Маршруттардын мүнөздөмөлөрү 1-таблицада келтирилген.

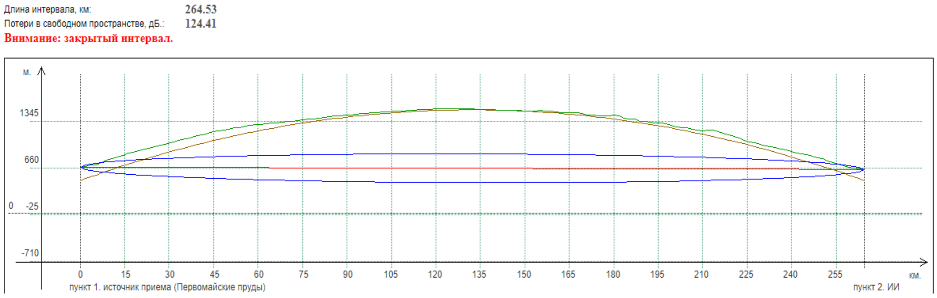
Таблица 1 – Маршруттардын мүнөздөмөлөрү

Трасса номери	Багыт	узундугу, км	Рельеф
1	түнүк	41	түздүк
2	түндүк-чыгыш	265	түздүк
3	чыгыш	225	тоолуу
4	түштүк-чыгыш	266	тоолуу

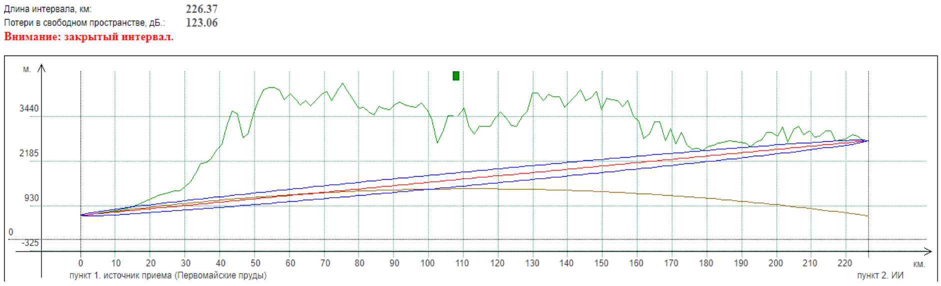
3.2-сүрөттө сыноо маршруттарынын рельефинин мисалдары көрсөтүлгөн.



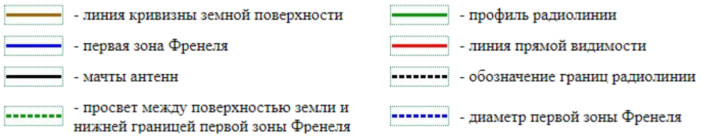
Трасса № 1



Трасса № 2



Трасса № 3



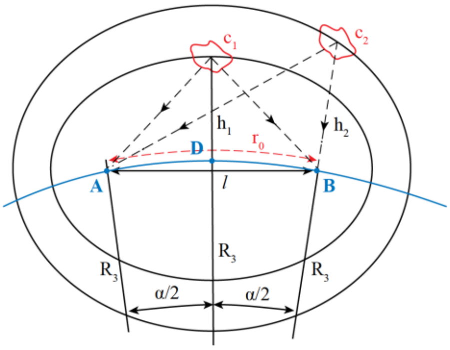
3.2-сүрөт - Өлчөө жолдорундагы рельеф

Өлчөө радиолокациялык станциясынын аппараттык компонентинин антеннасын байкалган радардын азимутуна так көрсөтүү үчүн антеннанын азимутун так (1 градуска чейин) жайгаштырууну камсыз кылуучу атайын түзүлүш даярдалган.

Төртүнчү бөлүмдө байкоолордун натыйжалары жана радиолокациялык аппараттык компоненттен сигналдарды каттоо, ошондой эле радиолокациялык маалыматты каттоонун датасы жана убактысы жөнүндө маалыматтар берилет. Радиотолкундардын таралышынын көп жолдуу (көп режимдүү) мүнөзү менен кабыл алынган радиолокация сигналдарынын типтүү түрлөрү көрсөтүлгөн (3.3-сүрөт).

3.3-сүрөт - Окуу борборунун Р-18М радиолокация станциясынан №1 көзөмөл өткөрүү пунктундагы П-18М радиолокация станциясынан алынган сигнал

Чачыраган аймактардын бийиктиктерин эсептөөлөр жүргүзүлдү (3.4-сүрөт), алардын бир бөлүгү стратосферада жайгашкан.



3.4-сүрөт – Атмосфералык тартип бузуулар менен чачыраган радиотолкундардын таралышы

Чачыратуу аймактарынын минималдуу жана максималдуу мүмкүн болгон бийиктиктери тиешелүүлүгүнө жараша (1) жана (2) формулалары менен эсептелет:

$$h_1 \approx \frac{\sqrt{(\Delta t_1 c + r_0)^2 - 8R_3^2\left(1 - cos\left(\frac{r_0}{2R_3}\right)\right)}}{2} \qquad (1)$$

$$h_2 \approx \frac{(r_0 + \Delta t_2 c)^2 - 2R_3^2\left(1 - cos\frac{r_0}{R_3}\right)}{2(r_0 + \Delta t_2)} \qquad (2)$$

Сигналдардын көп жолдуу берилишинен улам көп чагылууларды кабыл алуу убактысы боюнча эсептөөлөр жүргүзүлдү (3.2-таблица).

Таблица 3.2 – Бир нече кайра чагылуулуарды кабыл алуу убактысын эсептөө

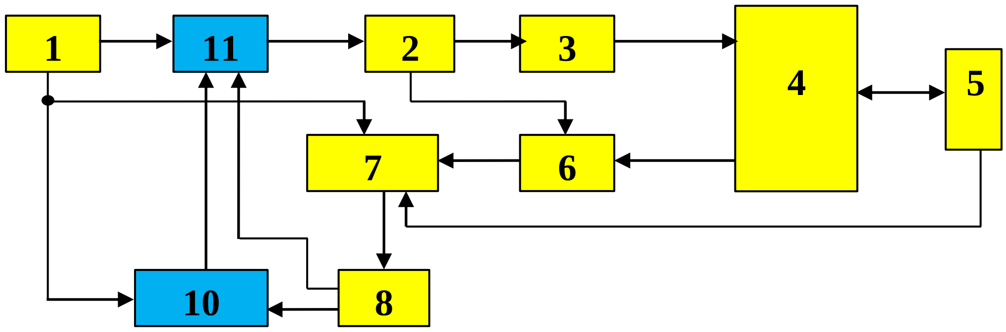
убакыт, дата	t_{max}	t_{min}	t_{cp}	СКО
	мкс			
11:55 29.04.2021	74	72	73,94	0,12
10:55 05.05.2021	166	30	74,92	37,88
12:24 28.05.2021	124	120	120,74	1
17:15 07.06.2021	56	42	44,87	1,85
15:49 24.06.2021	48	44	45,47	0,93
10:53 12.02.2022	36	4	10,88	3,06
06:31 31.03.2022	46	14	23,28	5,31
15:53 13.05.2022	32	16	25,35	3,11
23:12 27.05.2022	26	6	15,48	6,76
08:42 28.05.2022	26	20	22,67	1,52
09:02 28.05.2022	28	6	14,22	3,9
13:32 02.06.2022	24	20	22,4	1,92
13:50 02.06.2022	26	6	20	4,86
17:15 03.08.2022	84	68	74,64	6,75
16:12 23.09.2022	26	8	18,33	5,41

П-18М радиолокациялык станциясынын типтүү зонддоо мезгили 6 миллисекундга барабар болгондо, кадимки импульстук модуляцияда да

маалыматты секундасына 6000 мкс/166 мкс = 36 биттен кем эмес ылдамдыкта берүүгө болот.

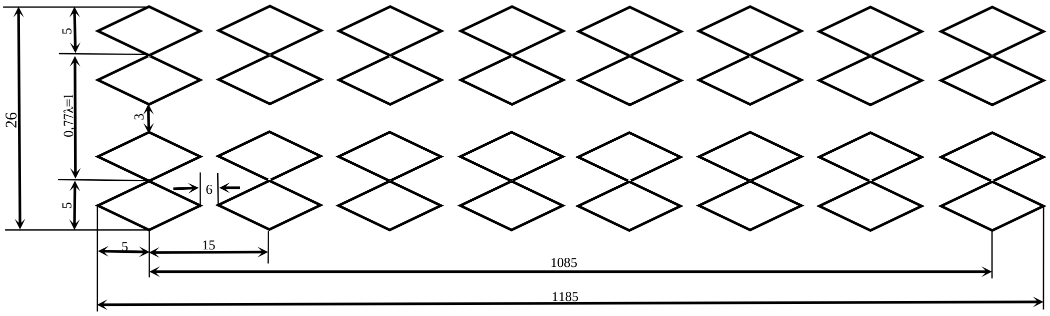
Бешинчи бөлүмдө Р-18М радиолокация станциясынын аппараттык компонентинин прототибин синхрондоштуруучу түзүлүштүн блок схемасы талданат жана аны аныкталган буталар жөнүндө маалыматтарды берүү режимин киргизүү үчүн өзгөртүү үчүн жаңы техникалык чечим сунушталат (3.5-сүрөт), мында 1 синхрондоштуруу блогу (СБХ), 2 - синтезатор блогу (СБС), 3 - күч күчөткүч (УМ), 4 - коргоо бирдиги - антенналык өчүргүч (БЗАК), 5 - антенна мачтасы (АМУ), 6 - кабыл алуучу түзүлүш (ПРМ)), 7 - маалыматты алдын ала иштетүүчү жабдуулар (АПОРЛИ) , 8 - автоматташтырылган жумушчу станция (АРМ); 10 жана 11 -тиешелүүлүгүнө жараша кодер жана коммутатор болуп саналат (прототип схемасынан алынып салынган автоматташтырылган башкаруу системасынын 9 ордуна прототип схемасына кошулган).

Бул техникалык чечим Казакстан Республикасынын №7426 пайдалуу моделге патенти менен корголгон [18].



3.5-сүрөт - Маалыматтарды берүү функциясы бар эсептегич диапазондогу П-18М көп тараптуу радиолокация станциясынын аппараттык компонентинин блок-схемасы.

Алтынчы бөлүмдө П-18М радиолокациялык станциясынын аппараттык компонентинин антеннасынын мүнөздөмөлөрү талданат жана аны вертикалдуу зигзагдуу кысылган антеннага өзгөртүү үчүн техникалык чечим сунушталат (3.6-сүрөт). Бул техникалык чечимге № 2024/0399.2 ойлоп табууга Казакстан Республикасынын патентин берүүгө өтүнмө берилген [19].

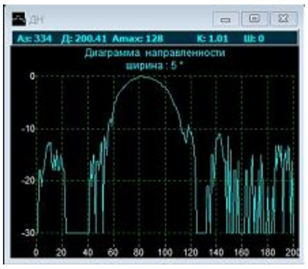


3.6-сүрөт – Эсептелген антенна массивинин жалпы көрүнүшү

Эки бөлүмдөн турган **төртүнчү бапта** максатты аныктоодо жасалма интеллект колдонуудан алынган натыйжалар берилген.

Биринчи бөлүм нейрондук тармактын түрүн, сүрөттүн өлчөмдөрүн тандоону негиздейт, эксперименттердин жүрүшүн жана иштетүү ылдамдыгы боюнча алынган натыйжаларды сүрөттөйт.

П-18М радардын программалык компонентинде максатты аныктоо үчүн 10^{-6} деңгээлинде жалган сигналдын деңгээлин турукташтыруу менен рангдагы детектордун алгоритми сунушталган. Бул алгоритм сигнал ызы-чуудан кеминде 10 дБ ашканда туура аныктоо ыктымалдыгы 0,8 болушун камсыздайт. П-18 аналогдук радарларында 1 дБ сигналдын ызы-чуу катышы бар буталарды аныктоо үчүн тажрыйбалуу оператор талап кылынган. 4.1-сүрөттө автоматтык түрдө аныктоону камсыз кылган бутадан чагылдырылган жаңырык сигналынын типтүү көрүнүшү көрсөтүлгөн.

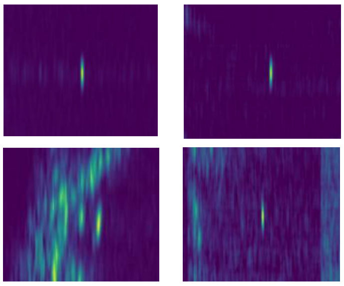


4.1-сүрөт – Р-18М радары кабыл алган бутадан жаңырык сигналы

Нейрондук тармак үчүн киргизүү маалыматтары бир толук айланган, радар тарабынан кабыл алынган маалымат массиви болгон. Сүрөт компьютер экранында тегерек, ар тараптуу көрүү экраны түрүндө тартылганы менен, чындыгында, сигнал деңгээли жөнүндө маалымат жазылган эки өлчөмдүү азимут диапазонундагы маалымат массиви. Маалымат массивдери “*.dat” форматында, 2048ге (бурчтук азимут үлгүлөрүнүн саны боюнча) 1200 (диапазон үлгүлөрүнүн саны) өлчөмдүү матрицалар түрүндө сакталган.

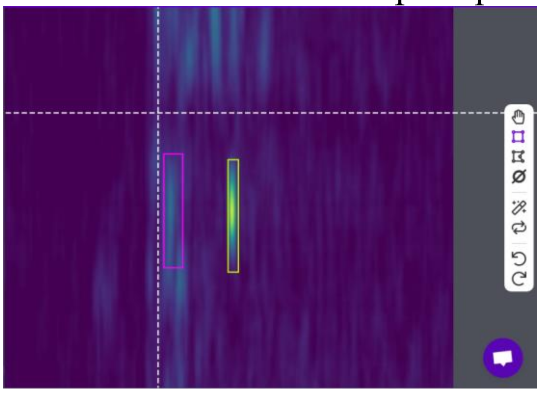
Конволюциялык тармакты үйрөтүү үчүн 2048*1200 өлчөмүндөгү матрицалардан нейрондук тармакты машыктыруу үчүн колдонула турган графикалык форматта максаттуу сүрөттөрдү (субматрицаларды) тандап алуу зарыл болгон. «*.jpg» графикалык форматы колдонулган. Конверсиялоо үчүн matplotlib китепканасынан түс диапазону 0 (кара) дан 255 (сары) чейин болгон градиент түс модели колдонулган.

Субматрицалардын өлчөмдөрү 256*240 болуп тандалган, бул локатордун бир айлануусунда жогорку ылдамдыктагы аба бутасы жеңе ала турган мейкиндикке туура келет (максаттын кошумча издөө аймагы). Радар абалынын көптөгөн жазууларынын негизинде маалымдама сүрөттөрдүн буферлери түзүлдү. Нейрондук тармакты окутуу үчүн колдонулган "стандарттык" өлчөмдөгү субматрицалардын мисалдары 4.2-сүрөттө көрсөтүлгөн.



4.2-сүрөт – үйрөтүүчү сүрөттөрүнүн мисалдары

Ар бир стандарт жөнүндө маалыматтар кайра колдонуу үчүн маалымат базасында сакталган. Субматрицалар, баштапкы матрицалар жана мурда белгилүү болгон максаттуу координаттар атайын форматта “*.npy” файлдары катары сакталган. Бул файл кеңейтүүсү эксперименттерде колдонулган python программалоо тилиндеги "numpy" программа китепканасы үчүн стандарттуу болуп саналат. Маалыматтарды белгилөө үчүн roboflow инструменти пайдаланылды (4.3-сүрөт), анын жардамы менен типтүү сүрөттөрдө бутага келген жаңырык сигналы жайгашкан аймак бөлүп көрсөтүлгөн.



4.3-сүрөт - Маалыматтарды белгилөө

" bounding box" куралын колдонуу менен объекттердин эки классы түзүлдү: strays (кийлигишүү) жана target (максаттар). Бардык алынган субмассивдер пропорционалдык training (окутуу) боюнча 3 топко бөлүндү - 70%, validation (текшерүү) - 20% жана testing (тестирлөө) - 10%. Бул учурда, тестирлөө тобуна машыгуу стадиясында колдонулган сүрөттөр, ал эми тест тобуна нейрондук тармакка мурда тааныш эмес сүрөттөр кирген.

Эксперимент учурунда нейрондук тармак иштеген компьютер төмөнкүдөй мүнөздөмөлөргө ээ:

1. Windows 10 Enterprise 64 бит;
2. Процессор: Intel Core i7-10700 CPU @ 2.90GHz; RAM: 32 ГБ.

Нейрондук тармак Tensorflow, Yolov жана Pytorch алкактарынын негизинде ишке ашырылган. Yolov алкагы анын компоненттеринин жаңыртууларынан көз карандылыгын азайтуу үчүн өзгөртүлгөн. Нейрондук тармак модели колдонулган - 157 катмар, 7015519 параметр, 0 градиент, иштетүү ылдамдыгы 15,8 гигафлопту түзгөн.

Иштеп чыгууну тездетүү үчүн “*.dat” файлын сүрөткө айландыруу алгоритми оптималдаштырылган, бул антеннанын ар бир айлануусу үчүн алынган бир “*.dat” файлын иштетүү убактысын кыскартууга мүмкүндүк берди.

151 радар сүрөттөрүн иштеп чыгуунун жыйынтыгы боюнча “*.dat” форматындагы массивдерди иштетүү ылдамдыгы боюнча төмөнкү маалыматтар алынды.

1. Максималдуу иштетүү убактысы – 212 мс;
2. Минималдуу иштетүү убактысы – 191 мс;
3. Орточо иштетүү убактысы – 198 мс;
4. Орточо евадраттык четтөө – 3,44 мс.

Сыналган конволюциялык нейрон тармагы бир революциянын радардын сүрөтүн иштеп чыгуу үчүн 212 мсден ашык эмес убакытты талап кылгандыктан, мындай нейрон тармагы бир гана мүнөтүнө 6 айланма сканерлөө ылдамдыгы бар П-18М радар станциясында гана колдонулушу мүмкүн (10 секунданын ичинде бир айлануу), ошондой эле мейкиндикти сканерлөө ылдамдыгы жогору болгон башка радарларда.

Экинчи бөлүмдө П-18М радиолокациялык станциясынын программалык компонентинин рангдагы детекторунун жана жасалма интеллекттин негизиндеги детекторунун ишин салыштыруу боюнча эксперименттердин натыйжалары берилген.

Салыштыруу үчүн биз СКТБ «Гранит» ЖЧКсында баштапкы жана экинчилик иштетүү алгоритмдерин оңдоо үчүн колдонулган радар абалынын жазуулары бар файлдарды колдондук. Атап айтканда, салыштыруу үчүн колдонулган “P18_20130507_1247.pkt” файлында радардын көрүнүү диапазонунда 4 аба

объектиси (аба коридорлорун ээрчип келе жаткан 2 жарандык учак жана чукул бурулуштарды жасаган эки истребитель) болгондо абанын абалы жөнүндө маалымат камтылган. Мисалы, 4.4-сүрөттө абадагы абалды жазуу башталгандан кийин радар антеннасынын 9-революциясында ар тараптуу экрандын көрүнүшү көрсөтүлгөн. АРМ программасынын даражалуу детектору 10^{-8} жалган сигналдын ыктымалдуулугун камсыз кылуу үчүн конфигурацияланган.

Маневрдик буталар аныктоо жана көзөмөлдөө кыйын объекттер болуп саналат. Түз сызыктуу жана бир калыпта учкан буталар үчүн траекторияны узартуунун эффективдүү алгоритмдери бар, алардын жардамы менен бута жайгаша турган мейкиндиктин аймагы, ал бутанын ЭПРдин термелүүсүнөн улам босого детектору тарабынан аныкталбаса да аныкталат. Бул чектелген аймакта, бутага кайра төмөнкү босого деңгээли менен изделет. Бул жол-жобосу максат үчүн "кошумча издөө" деп аталат.

АРМ Нейросеть

4.4-сүрөт – Ар тараптуу көрүү экраны

Эгерде босогону түшүргөндөн кийин максат аныкталбаса, программалык камсыздоо максаттуу белгини ар тараптуу дисплей индикаторуна жылдырат, анын түсүн өзгөртөт. Р-18М радиолокациялык жумушчу станциясынын программасы ага көз салуу учурунда бутаны "кошумча издөө" фактыларын, ошондой эле табылганда чыныгы сигнал-ызы-чуу катышы жөнүндө маалыматты жаздырбайт. Ошондуктан, детекторлордун реалдуу энергетикалык мүнөздөмөлөрү жөнүндө салыштыруу үчүн объективдүү маалымат алуу мүмкүн болгон жок.

Ушуга байланыштуу эки башка дарылоонун эффективдүүлүгүн салыштыруу үчүн критерий катары тандалган параметр болуп өткөрүп берүү коэффициенти саналат. Жалпысынан алганда, көз салуу коэффициенти багытты жүргүзүүдө максаттуу көз салуу убактысынын t көз салуу убакыттарынын жана t+τ максаттуу жетишпестиктердин суммасына катышы катары аныкталат (3).

$$K_{np} = \frac{t}{t + \tau} \qquad (3)$$

Радар антеннасы мүнөтүнө 4 айлануу ылдамдыгы менен бирдей айлангандыктан, ар бир айлануунун убактысы 15 секундду түзгөн. Контролдук жазууда радиолокациялык станциянын антеннасынын 102 айланууcу тууралуу маалымат камтылган, алардын ичинен 36 айлануу тандалып алынган, анын жүрүшүндө истребителдер маневрлөөчү зонада болгон.

Буталарды табуу боюнча салыштырма маалыматтар 3-таблицада келтирилген. Таблицанын өлчөмүн кичирейтүү үчүн эки детектор тең буталар табылган айлануу бөлүгү жөнүндө маалымат берилбейт.

3-таблица - Бутаны аныктоо маалыматтары

айлануу	№ бута			
	1		2	
	Нейросеть	АРМ	Нейросеть	АРМ
1	12	-	-	-
2	12	*	18	-
3	-	*	20	-
4	12	12	22	-
5	13	13	24	*
6	14	14	26	*
18	34	34	28	-
22	34	34	25	-
23	33	33	24	-
27	29	29	-	22**
28	28	28**		21**
29	27	27**		21**
30	25	25**		20**
31	24	24**		-
32	24	-		
33	23			
34	22			
35	22			
36	-			

"-" - максат табылган жок

"*" - алдын ала аныктоо

"**" - жоголгон бутаны узартуу

Маалыматты иштеп чыгууда сериялык продуктунун операторунун автоматташтырылган жумушчу станциясынын (АРМ) программасы үчүнчү катары менен аныктоодо маршрутту баштаары жана ушул учурда гана Бутага номер ыйгарылары эске алынган жана ал экранда көрсөтүлөт. Бул жагдай таблицада "*" белгиси менен белгиленген. “**” символу буталуу белги экранда

бар экенин, бирок “кошумча издөө” алгоритми тарабынан аныкталбаганын билдирет. Салыштыруу үчүн, 2023-жылдын 6-октябрындагы АРМпрограммасынын ArmP18mk2_31 версиясы колдонулган.

№1 бута абада 35 жолудан кем эмес бир детектор менен аныкталган, анын ичинен АРМ программасы менен 26 жолу, нейрондук түйүн аркылуу 34 жолу аныкталган. Жарыялоо коэффициенттери АРМ программасы үчүн 0,74, нейрондук тармак үчүн 0,97 болгон. №2 бута абада бирден кем эмес детектор менен 25 жолу аныкталган, анын ичинен АРМ программасы менен 19 жолу, нейрондук тармак аркылуу 25 жолу аныкталган. Жарыялоо коэффициенттери АРМ программасы үчүн 0,76 жана нейрондук тармак үчүн 1 болду.

Ошентип, маневр кылуу кыйын буталарды аныктоо үчүн нейрондук тармакты колдонууда байкоо коэффициентинин жакшыруусу биринчи учурда 0,97/0,74=1,3 эсеге жана экинчи бутага 1/0,76=1,3 эсеге жеткен.

НЕГИЗГИ ЖЫЙЫНТЫКТАР ЖАНА КОРУТУНДУ

Жыйынтыктап айтканда, иштин негизги натыйжалары формулировкаланып, төмөнкүдөй жыйынтыктар чыгарылат:

1. Радар станциясынын аныктоо босогосун төмөндөтүүгө мүмкүндүк берүүчү конволюциялык нейрон тармагын колдонуу менен радар маалыматын иштетүү ыкмасы изилденген жана сунушталган;
2. П-18М радарынын радар сигналында санариптик маалыматтарды берүү ыкмасы иштелип чыккан;
3. Космостук изилдөө ылдамдыгы 1 секунддан аз болгон радарларда баштапкы иштетүү үчүн конволюциялык нейрон тармагы колдонула турган алгоритм жана программалык камсыздоо түзүлдү;
4. Радиотолкундардын тропосфералык таралышын эксперименталдык изилдөөлөр сутканын ар кандай мезгилдеринде жана убакыттарында ультра кыска толкун диапазонундагы тегиздикте да, тоолуу трассаларда да жүргүзүлгөн;
5. Интеллектуалдык аппараттык-программалык платформанын эффективдүүлүгүнө жана тактыгына баа берүү анын тропосфералык жана стратосфералык таралуу учурунда радиотолкундардын таралышынын көп жолдуу эффектин ачканын көрсөттү;
6. Нейрондук тармактын негизинде детекторду ишке ашыруу П-18М радиолокациялык станциясында аппараттык модификациясыз жүргүзүлүшү мүмкүн.

ПРАКТИКАЛЫК СУНУШТАР

Иштеп чыгуулар башка чалгындоочу радар станцияларында, мисалы, 5Н84АМ радар станциясында, кичинекей учкучсуз учуучу аппараттарды аныктоонун эффективдүүлүгүн жогорулатуу үчүн, ошондой эле учкучсуз учуучу аппараттарды аныктоо үчүн радар станциясында колдонулушу мүмкүн.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИ

По материалам диссертации были опубликованы следующие работы:

1. Повышение эффективности мониторинга земной поверхности на территории Анненского месторождения с использованием космической радарной интерферометрии (КРИ) [Текст] / А. В. Чернов, **К. Ж. Исабаев**, Б. И. Кидирбаев, Е. Х. Какимжанов // Маркшейдерия и недропользование. – 2019. – № 2 (100). С. 49–50. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://bik.sfu-kras.ru/elib/view?id=PRSV-mrkn/2019/2-271493095

2. Перспективы малоканальных тропосферных станций метрового диапазона [Текст] / И. В. Васильев, О. С. Атыкенов, В. Г. Петровский, М. М. Калипанов, **К. Ж. Исабаев** // Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященный 100-летию войск связи «Инфокоммуникационные технологии: Современное состояние и пути развития» – 2019. – С. 63-69.

3. Перспективы развития тропосферной станции. От аналоговой до нейронных сетей [Текст] / Б. Т. Жумабаев, **К. Ж. Исабаев**, В. Г. Петровский, А. А. Ковтун // Актуальные проблемы современной науки и производства. Материалы V Всероссийской научно-технической конференции. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. – 2020. С. 3-12. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=yupiul

4. **Исабаев К. Ж.** Опыт калибровки приёмного устройства РЛС П-18М для проведения научных измерений [Текст] / **К. Ж. Исабаев** // В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2021. Сборник трудов IV Международного научно-технического форума: в 10 т. – 2021. С. 66-69. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://elibrary.ru/ukbyfi

5. Investigation of the possibility of reducing errors in determining the coordinates of objects indoors by multi-frequency method [Text] / Zh. K. Mendakulov, S. Morosi A. Martinelli **K. Zh. Isabaev** // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – № 1. – P. 137–144. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://www.researchgate.net/publication/349854017_Investigation_of_the_possibility_of_reducing_errors_in_determining_the_coordinates_of_objects_indoors_by_multi-frequency_method

6. Новый полигон для радиофизических исследований в Казахстане [Текст] / Б. Т. Жумабаев, И. В. Васильев, В. Г. Петровский, **К. Ж. Исабаев** // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. – 2021. – № 6. С. 6–14. – Ошол эле: [Электрондук

ресурс]. – кирүү режими: https://journals.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics/article/view/2910

7. Васильев, И. В. Обнаружение неоднородностей в стратосфере радиолокаторами метрового диапазона волн [Текст] / И. В. Васильев, Б. Т. Жумабаев, А. Д. Мустабеков, В. Г. Петровский, **К. Ж. Исабаев** // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». – 2022. – №3. С. 32–40. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: http://journal.almaz-antey.ru/jour/article/view/865

8. Обоснование использования устройств измерения высоты в РЛС П-18 [Текст] / **К. Ж. Исабаев**, С. М. Салий, Г. К. Джангулова, Г. П. Рысбаева // Научный аспект. – 2022. – Т. 1. № 3. – С. 97–104. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://na-journal.ru/3-2022-tehnika/3495-obosnovanie-ispolzovaniya-ustroistv-izmereniya-vysoty-v-rls-p-18

9. Иерархическая модель классификации технических средств защиты информации в вычислительных системах [Текст] / С. М. Салий, **К. Ж. Исабаев**, Р. М. Алтынбеков, С. А. Муратов, С. И. Крохмаль // Научный аспект. – 2022. – Т. 1. № 3. – С. 87–96. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://na-journal.ru/3-2022-tehnika/3494-ierarhicheskaya-model-klassifikacii-tekhnicheskih-sredstv-zashchity-informacii-v-vychislitelnyh-sistemah

10. Применение и внедрение сверточных нейросетей в радиолокационную станцию [Текст] / **К. Ж. Исабаев**, Н. Б. Имансакипова, Г. С. Шакиева, Д. Демин // The Scientific Heritage. – 2022. – № 102 (102). – С. 46–55. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-i-vnedrenie-svertochnyh-neyrosetey-v-radiolokatsionnuyu-stantsiyu

11. **Исабаев, К. Ж.** Сравнительный анализ методов расчета коэффициента затухания тропосферной радиосвязи [Текст] / К. Ж. Исабаев Н. Б. Имансакипова, Г. К. Джангулова // Sciences of Europe. – 2022. – № 106 (106). С. 92–106. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodov-rascheta-koeffitsienta-zatuhaniya-troposfernoy-radiosvyazi

12. **Issabayev, K.** Features of measuring the radiation pattern at the P-18M radar [Text] / K. Issabayev // Proceedings of the 1st International Scientific Conference «Academics and Science Reviews Materials». – 2022. – № 1. – P. 25 – 29. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://ojs.publisher.agency/index.php/ASCRM/article/view/280

13. **Issabayev, K.** Overview of the method for calculating the attenuation coefficient (attenuation) of a signal in the troposphere (the method of Vvedensky B.A.) [Text] / K. Issabayev, M. Kalipanov, N. Imansakipova // Proceedings of the 1st International Scientific Conference «World Scientific Reports». – 2022. – P. 281 – 288. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://ojs.publisher.agency/index.php/WSR/article/view/361

14. Способы и средства обнаружения грозовой активности в воздушном пространстве [Текст] / М. К. Олжабаев**, К. Ж. Исабаев,** Н. Б. Имансакипова, И. В. Брякин // Проблемы автоматики и управления. Информационные технологии в системах мониторинга природных и техногенных катастроф. – 2022. – № 3 (45). – С.

84–95. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://pau.imash.kg/index.php/pau/issue/view/27

15. Анализ имеющихся радиолокационных станций и комплексов обнаружения и регистрации грозовой активности [Текст] / М. К. Олжабаев**, К. Ж. Исабаев,** С. А. Фомичев, Б. Б. Имансакипова // Проблемы автоматики и управления. Устройства и системы автоматики. – 2023. – № 2 (47). – С. 62–69. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://pau.imash.kg/index.php/pau/article/view/418

16. **Исабаев, К. Ж.** Использование тропосферного канала радиосвязи в мобильных радиолокаторах метрового диапазона волн для передачи информации об обнаруженных целях [Текст] / К. Ж. Исабаев // Проблемы автоматики и управления. Технические средства систем контроля, диагностики и управления. – 2023. – № 3. – С. 138–145. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://pau.imash.kg/index.php/pau/article/view/427

17. **Исабаев, К. Ж.** Оценка времени обработки радиолокационной информации свёрточной нейронной сетью [Текст] / К. Ж. Исабаев // Проблемы автоматики и управления. Технические средства систем контроля, диагностики и управления. – 2024. – № 1. – С. 70 – 77. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://pau.imash.kg/index.php/pau/article/view/429

18. Пат. 7426 Республика Казахстан, МПК U (11) 7426, G 01 S 13/04 (2006.01). Радиолокационная станция кругового обзора метрового диапазона волн с функцией передачи данных [Текст] / И. В. Васильев, Б. Т. Жумабаев, **К. Ж. Исабаев**, А. Д. Мустабеков, В. Г. Петровский; Алматы. ВИИРЭиС. заявл. 2022/0348.2; опубл. 25.04.2022. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – кирүү режими: https://qazpatent.kz/kz/content/poleznaya-model-09092022

19. Мобильная зигзагообразная антенная решетка [Текст]. № 2024/0399.2 ойлоп табууга Казакстан Республикасынын патентин берүү жөнүндө арыз.

Исабаев Кайыртай Жылдызтаевичтин «Радар сигналдарын талдоо жана радар маалыматын иштетүү үчүн интеллектуалдык аппараттык жана программалык платформаны изилдөө жана иштеп чыгуу» деген темадагы 05.13.05 - эсептөө техникасынын жана башкаруу системаларынын элементтери жана түзүлүштөрү адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алууга диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: аскерлерди башкаруу системасы, интеллектуалдык аппараттык жана программалык платформа, башкаруу каражаттары, радар, П-18М радары, конволюциялык нейрон тармагы, антенна, тропосфера, стратосфера, гетерогендүүлүк, жасалма интеллект, ультра кыска толкун байланышы.

Изилдөөнүн объектиси: аскерлерди башкаруу системасы.

Изилдөө предмети: П-18М радар станциясынын функционалдык компоненттери.

Изилдөөнүн максаты: башкаруу системасынын эффективдүүлүгүн жогорулатуу.

Изилдөө методдору жана жабдуулары: иштин жүрүшүндө статистикалык радиофизика, системалык анализ, моделдөө жана толук масштабдуу үлгүлөр боюнча эксперименттер колдонулган. Изилдөө үчүн П-18М радиолокация станциясынын интеллектуалдык аппараттык-программалык платформасы, тышкы локалдык осциллятор, өлчөөчү приборлор жана компьютер колдонулган.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы: конволюциялык нейрон тармагын колдонуу менен радар маалыматын иштетүү ыкмасы сунушталды, бул радиолокация станциясынын ИАППнын аныктоо босогосун төмөндөтүүгө жана маневр жасоочу буталарды көзөмөлдөө ылдамдыгын 30% га жогорулатууга мүмкүндүк берет. 266 кмге чейинки аралыкта П-18М радарынын ИАПП радар сигналында санариптик маалыматтарды туруктуу берүү ыкмасы сунушталды.

Колдонуу даражасы: Эксперименттерде колдонулган П-18М радиолокация станциясынын ИАПП ВИИРЭиС окуу борборунда окуу максатында колдонулат. Алынган натыйжалар Р-18М радарын иштеп чыгуучу жана чыгаруучу «СКТБ Гранит» ЖЧКсына (Алматы) өндүрүшкө киргизүү үчүн өткөрүлүп берилди.

Колдонуу боюнча сунуштар: иштеп чыгуулар башка чалгындоо радиолокациялык станцияларында, мисалы, 5Н84АМ радиолокация станциясынын интеллектуалдык аппараттык-программалык платформасында, чакан учкучсуз учуучу аппараттарды аныктоонун эффективдүүлүгүн жогорулатуу үчүн, ошондой эле радар станцияларында учкучсуз учуучу аппараттарды аныктоодо колдонулушу мүмкүн.

Колдонуу чөйрөсү: абадан коргонуу системалары.

РЕЗЮМЕ

диссертации Исабаева Кайыртай Жулдызтаевича на тему: «Исследование и разработка интеллектуальной аппаратно-программной платформы анализа радиолокационных сигналов и обработки радиолокационной информации» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 - элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Ключевые слова: система управления войсками, интеллектуальная аппаратно-программная платформа, средства управления, радиолокация, радиолокационная станция П-18М, сверточная нейронная сеть, антенна, тропосфера, стратосфера, неоднородность, искуственный интеллект, ультракоротко волновая связь.

Объект исследования: система управления войсками.

Предмет исследования: функциональные компоненты радиолокационной станции П-18М.

Цель исследования: повышение эффективности работы системы управления войсками.

Методы исследования и аппаратура: в процессе работы были использованы методы статистической радиофизики, системный анализ, моделирование и эксперименты на натурных образцах. Были использованы для исследования интеллектуальная аппаратно-программная платформа радиолокационной станции П-18М, выносной гетеродин, измерительные приборы, компьютер.

Полученные результаты и их новизна: предложен метод обработки радиолокационной информации с использованием свёрточной нейронной сети, позволяющий снизить порог обнаружения ИАПП радиолокационной станции и увеличивающий коэффициент проводки маневрирующих целей на 30%. Предложен способ устойчивой передачи цифровых данных в радиолокационном сигнале ИАПП радиолокатора П-18М на дистанциях до 266 км.

Степень использования: ИАПП радиолокационной станции П-18М, использованная в экспериментах, применяется в учебных целях в учебном центре ВИИРЭиС. Полученные результаты переданы в ТОО «СКТБ «Гранит» (г. Алматы), разработчик и изготовитель РЛС П-18М, для внедрения в производство.

Рекомендации по использованию: разработки можно использовать на других радиолокационных станциях разведки, например, на интеллектуальной аппаратно-программной платформе радиолокационной станции 5Н84АМ, для повышения эффективности обнаружения малогабаритных беспилотных летательных аппаратов, а также в РЛС для обнаружения БПЛА.

Область применения: системы противовоздушной обороны.

SUMMARY

dissertations of Kayyrtay Zhuldyztayevich Issabaev on the topic: "Research and development of an intelligent hardware and software platform for analyzing radar signals and processing radar information" for the degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 05.13.05 - elements and devices of computer technology and control systems.

Keywords: military control system, intelligent hardware and software platform, controls, communication system, radar, radar station P-18M, convolutional neural network, antenna, troposphere, stratosphere, heterogeneity, artificial intelligence, VHF communication.

Object of research: the command and control system.

Subject of research: functional components of the P-18M radar.

The purpose of the research: improving the efficiency of the military command and control system.

Research methods and equipment: in the course of the work, methods of statistical radiophysics, system analysis, modeling and experiments on full-scale samples were used. The intelligent hardware and software platform of the P-18M radar, a remote heterodyne, measuring instruments, and a computer were used for the study.

The results obtained and their novelty: a method for processing radar information using a convolutional neural network is proposed, which reduces the detection threshold of an intelligent radar hardware and software platform and increases the wiring coefficient of maneuvering targets by 30%. A method for stable transmission of digital data in the radar signal of the intelligent hardware and software platform of the P-18M radar at distances up to 264 km is proposed.

Degree of use: the intelligent hardware and software platform of the P-18M radar, used in experiments, is used for educational purposes at the training center of the Military Engineering Institute of Radioelectronics and Communications. The results obtained were transferred to the Granit Special Design and Technology Bureau LLP (Almaty), the developer and manufacturer of the P-18M radar, for implementation into production.

Recommendations for use: the developments can be used on other reconnaissance radar stations, for example, on the intelligent hardware and software platform of the 5N84AM radar, to increase the effectiveness of detecting small-sized unmanned aerial vehicles, as well as in the radar for detecting UAVs.

Scope of application: air defense systems.

Исабаев Кайыртай Жулдызтаевич

Радар сигналдарын талдоо жана радар маалыматын иштетүү үчүн интеллектуалдык аппараттык жана программалык платформаны изилдөө жана иштеп чыгуу

Диссертациянын автореферат

Басууга кол коюлду 10.05.2024
Формат 60x90/16. көлөмү 1,25 б.т.
Кагаз офсеттик. Печать офсеттик.
Тираж 30 экз. Тапшырык 113

«PrintProfi» басмаканасында басылган
Бишкек, Абдрахманова көч., 182