

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ ВА
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ФАН
ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ 14.07.2016.Т.29.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

ТАШМАНОВ ЕРЖАН БАЙМАТОВИЧ

**ВИДЕОАХБОРОТ ТИЗИМЛАРИДА ТЕЛЕВИЗИОН
ТАСВИРЛАРНИНГ СИФАТ ДАРАЖАСИНИ ОШИРИШ ВА
ФИЛЬТРАШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАРИ**

**05.01.07 – Математик моделлаштириш. Сонли усуллар ва дастурлар мажмуи
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент– 2016

Докторлик диссертация автореферати мундарижаси
Оглавление авторефератадокторской диссертации
Contens of the abstract of doctoral dissertation

Ташманов Ержан Байматович

Видеоохборот тизимларида телевизион тасвирларнинг сифат даражасини
ошириш ва филтрлаш жараёнларининг математик
моделлари.....3

Ташманов Ержан Байматович

Математические модели процессов фильтрации и повышения уровня
качества телевизионных изображений в видеоинформационных
системах.....2
9

Tashmanov Erjan Baymatovich

Mathematical model of the filtration process and improve the quality of
television images in video information systems.....55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....78

2

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ ВА
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ФАН
ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ 14.07.2016.Т.29.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

ТАШМАНОВ ЕРЖАН БАЙМАТОВИЧ

**ВИДЕОАХБОРОТ ТИЗИМЛАРИДА ТЕЛЕВИЗИОН
ТАСВИРЛАРНИНГ СИФАТ ДАРАЖАСИНИ ОШИРИШ ВА
ФИЛЬТРАШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАРИ**

**05.01.07 – Математик моделлаштириш. Сонли усуллар ва дастурлар мажмуи
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент– 2016

3

**Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар
Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 14.07.2016/В2016.3.Т.157
рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) Илмий кенгашнинг веб-саҳифаси
(www.tuit.uz) ва «ZIYONET» таълим ахборот тармоғида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: Маматов Машрабжон Шахабутдинович

физика-математика фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Петров Николай Никандрович

(Россия Федерацияси)

физика-математика фанлари доктори, профессор

Зайнидинов Хакимжон Насридинович

техника фанлари доктори, профессор

Нигматов Хикматулла

техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот: «UZTELECOM» акциядорлик компанияси

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ва Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги 14.07.2016.Т.29.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2016 йил «__» _____ соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент ш., Амир Темур кўчаси,108.Тел.:(99871) 238-64-43; факс:(99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

Докторлик диссертацияси билан Тошкент ахборот технологиялари университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (____ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100202, Тошкент ш., Амир Темур кўчаси., 108. Тел.: (99871) 238-64-43.

Диссертация автореферати 2016 йил «__» _____ куни тарқатилди.
(2016 йил «__» _____ даги __ - рақамли реестр баённомаси).

Р.Х.Хамдамов

Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш раиси т.ф.д.

М.С.Якубов

Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш илмий котиби т.ф.д., профессор

М. Арипов

Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси
ф.м.-ф.д., профессор

4

КИРИШ (Докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги кунда жаҳонда ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини бошқариш тизимларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Замонавий ахборот-коммуникация тизимининг изчил такомиллашгаётган даврида ахборот оқими ва ҳажмининг ошиб бориши телевизион тасвирлар сифат даражасини ошириш ва ортиқча маълумотлардан филтрлаш жараёнини бошқариш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Бу борада ахборот коммуникация технологиялари соҳасида жаҳоннинг етакчи мамлакатларида рақамли телевизион тасвирлардаги нуқсонларни бартараф этиш, тасвир тиниклигини ошириш ва филтрлаш усуллариини такомиллаштиришга бўлган эҳтиёж ва талаб ортиб бормоқда. «Оммавий ахборот воситаларида рақамли телевизион кўрсатувларидан келадиган даромад 2016 йил 7 млрд. АҚШ долларини ташкил этиб сўнги беш йилликда on-lain телекўрсатувлар иқтисодий самарадорлигини 23% ошишини таъминлашга эришилган».¹

Ўзбекистон Республикасида рақамли телевизион тасвирлар тиниклиги

ни оширишга боғлиқ масалаларни ечиш, тасвирлардаги нуқсонларни, бегона белги, ифодаларни автоматик равишда аниқлаш ва ўз вақтида бартараф этишга оид тадбирларни самарали ташкил қилиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилди. Бу борада, жумладан, тасвирларни филтрлаш ва тиниклигини ошириш усуллари яратиш, рақамли тасвирларга ишлов бериш жараёнларини бошқаришни интеллектуаллаш тириш, рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнида аддитив, импульсли ва адаптив гаусс кўринишидаги таъсирлар натижасида юзага келадиган силжиш ва сигнал бузилишларни бартараф этиш усуллари такомиллаштиришга мўлжалланган ихтисослашган дастурлар мажмуаларини яратишга бағишланган қатор илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Жаҳонда турли рақамли телевизион тасвирларни филтрлаш масалаларини Фурье ва вейвлет усулларида ечиш алгоритмлари ва сонли моделларини ишлаб чиқиш, рақамли телевизион тасвирларни шакллантириш ва улар асосида тасвирларга ишлов бериш жараёнларини бошқариш тизимини такомиллаштириш муҳим масалалардан бири бўлиб, бу борада мақсадли илмий-тадқиқотлар, жумладан, кўйидагиларга алоҳида эътибор қаратилмоқда: тасвирлар сифатини баҳолаш кузатув мезонларини такомиллаштирилган танлаш ва таснифлаш усулини ишлаб чиқиш, пикселларнинг ўртача интенсивлик қийматлари берилганда тасвир тиниклигини бошқариш усулини яратиш, тасвирларга ишлов бериш жараёнини моделлаш тириш алгоритминини яратиш, телевизион тасвирлар тиниклик даражасини таъминлаш жараёнларини бошқариш усулини ишлаб чиқиш. Юқорида келтирилган илмий-тадқиқотлар йўналишида бажарилаётган илмий изланишлар мазкур диссертация мавзусининг долзарблигини изоҳлайди.

¹https://www.pwc.ru/ru/entertainment-media/publications/assets/entertainment-mediaoutlook_2014.pdf

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2012 йил 17 апрелдаги ПҚ-1741-сон «Ўзбекистон Республикасида рақамли телеахборотлаштиришга техник ва технологик ўтиш Давлат дастури тўғрисида»ги Қарори, Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 1 февралдаги 24-сон «Жойларда компьютерлаш тириш ва ахборот коммуникация технологияларини бундан кейинги ривожлантиришга шароитлар яратиш учун чора тадбирлар тўғрисида»ги қарорида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли барча меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи². Телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларининг математик моделлари

ва интеллектуал бошқарув тизимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Massachusetts Institute of Technology, Columbia, ва California Institute of Technology, University of Texas, University of California, Berkeley ва Harvard University университетлари, Georgia Institute of Technology институти, Dveo, Hibox Systems, Media Excel Honeywell компаниялари (АҚШ), Actus Digital, Adtec Digital (Израил), Tsinghua University, Beijing, Zhejiang University, Hagzhou, Shandong University (Хитой), University of Bath, Cambridge University (Буюк Британия), University of Pune (Хиндистон), Ghent University (Бельгия), University of Rostock (Германия), Kyungpook National University (Жанубий Корея), Россия Академияси Тасвирларга ишлов бериш тизими институти (Россия), Тошкент ахборот технологиялари университетида (Ўзбекистон) кенг камровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Видеоахборот тизимларида телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларининг математик моделини яратиш ва интеллектуал бошқариш тизимини такомиллаштиришга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: самарали аддитив филтрлаш усуллари ва юқори даражадаги тасвир тиниқлигини таъминлаш усули ишлаб чиқилган (California Institute of Technology, АҚШ); рақамли тасвирлар учун график расмларнинг сояларига ишлов беришда чизиқли филтрлаш усули ҳамда вейвлет доменлар ва вақтинчалик фильтрация ёрдамида видео кетма-кетликлардаги шовқинларни камайитиш технологияси ишлаб чиқилган (Ghent University, Бельгия); геометрик ҳисоблашлар, тасвирларни ва видео ахборотларига ишлов бериш дифференциал тенгламаларга ёндошган усуллари ишлаб чиқилган (Tsinghua University,

²
– Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <http://web.mit.edu/>, <https://en.knu.ac.kr/>, <https://www.timeshighereducation.com/>, www.ugent.be, www.tsinghua.edu.cn/, <https://www.cam.ac.uk/>, www.uni-rostock.de/en/, www.unipune.ac.in/ ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

6

Хитой); эгрилигини сақлаган ҳолда кўп қийматли тасвирларни тезкор анизотроп текислаш ва силлиқлаш усули ишлаб чиқилган (Франция); рақамли видео карта учун локал контраст тасвирларни архивлаб сақлаган ҳолда динамик ораликларни зичлаш технологияси яратилган (Kyungpook National University, Жанубий Корея); алоҳида тасвирлардаги нуқсонларни автоматик баҳолаш ва бартараф этиш усули ишлаб чиқилган (Cornegy University, АҚШ); максимал энтропия ва тасодикий майдонларни филтрлашнинг вейвлет ва моделлаштириш усуллари яратилган (Braun University, АҚШ).

Дунёда замонавий ахборот технологиялари асосида рақамли телевизион тасвирлар сифат даражасини ошириш, филтрлаш жараёнларини моделлаштириш ва юқори самарали бошқариш тизимларни яратиш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: чизиқли ва ночизиқли дифференциал тенгламалар асосида тасвирлар тиниқлигини ва яққоллигини оширишнинг вейвлет, Фурье, Хаара,

Уолш-Адамар, Кархунена-Лоэва усулларины такомиллаштириш; тасвирлардаги аддитив, импульсли ва адаптив гаусс типдаги нуқсонларни аддитив ва адаптив филтрлаш орқали бартараф этиш усулларины яратиш; тасвирларнинг кадр ички ва кадрлараро ўзгартиришлар киритиш алгоритмлари ва дастурий воситаларини ишлаб чиқиш; матрицали Чебишев қатори ёрдамида тиниқлилик тизимини бошқаришнинг адаптив усулини ишлаб чиқиш; тасвирларни сегментлаш ва контурларга бўлишнинг градиент, лаплас ва статистик усулларины ишлаб чиқиш; тасвирлар сифатини баҳолаш мезонлари ва шартларини шакллантириш; вейвлет ўзгартиришлар асосида кадрларни энтропик кодлаш усулларины ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларни чизикли ва ночизикли дифференциал тенгламалар усулида ечишда қўлланадиган математик моделлаштириш услубияти, муайян жараёни акс эттирувчи моделни қуриш ва жараёнинг фаолият даражаси параметрларини ҳисоблаш экспериментлари билан аниқлаш усулларины тадқиқ этиш, тасвирлардаги аддитив, импульсли ва адаптив турдаги нуқсонларни филтрлаш орқали бартараф этиш натижасида таниқликни таъминлаш назариясини яратиш ва такомиллаштириш масалалари бир қатор олимлар: Song-Hai Zhang, Shi-Min Hu, Ce ZHU, Ralph R. Martin, Dan Su, Philip Willis, Zhou Wang, Alan C. Bovik, Brian L. Evans, Jack Tumblin, Greg Turk, C. Tomasi, Erik Reinhard, Michael Stark, Peter Shirley, James Fervverda, Fredo Durand, Julie Dorsey, Suyash P. Awate, Ross T. Whitaker, David Tschumperle, Caroline Chaux, Jean-Christophe Pesquet, Aleksandra Pizurica, Vladimir Zlokolica, Wilfried Philips, Sheikh Md. Rabiul Islam, Xu Huang, Keng Liang Ou, Thou-Ho Chen, Yen-Hui Yin, Shi-Feng Huang, Yan-Ting Ye, Yusuke Monobe, Haruo Yamashita, Toshihary Kurosawa, Hiroaki Kotera, Heiko Schwarz, Detlev Marpe, Leo Grady, P.A.Воробель, С.И.Катаев, С.С.Бухтояров, М.И.Кривошеев, Ю.Б.Зубарев, А.С.Селиванов, Б.П.Хромов, В.П.Дворкович, В.Н.Безруков ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган.

Видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш, компьютер графикаси ва анимацияси, автоматлаштирилган геометрик

7

дизайн яратиш билан боғлиқ тадқиқотлар бир қатор олимлар томонидан олиб борилган, жумладан, Shi-Min Hu, Ralph R. Martin, P.A.Воробель, С.И.Катаев, М.И.Кривошеев, Б.П.Хромов, В.П.Дворкович, В.Н.Безруков ва бошқа муаллифлар ишларида эътироф этилишига кўра, рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини моделлаштириш усулларинынг «модел-алгоритм-дастур» учлиги, ҳисоблаш эксперименти ва компьютер воситасида моделлаштириш услубияти, модулли ва тузилмавий дастурий тизимлари ишлаб чиқилган, амалда тадқиқ этилиши натижасида маълум даражада ижобий натижаларга эришилган.

Тасвирлардаги аддитив, импульсли ва адаптив гаусс типдаги нуқсонларни филтрлаш усулларины ишлаб чиқишга боғлиқ тадқиқотлар Jack Tumblin, Greg Turk, David Tschumperle, Ю.Б.Зубарев, А.С.Селиванов,

С.С.Бухтояров, С. Tomasi, Aleksandra Pizurica, Vladimir Zlokolica, Wilfried Philips, шунингдек республикамиз олимлари томонидан олиб борилган, жумладан, М.М.Мусаев, Х.Н.Зайнидинов, Р.Н.Усмонов, М.М.Камилов, Т.Ф.Бекмуратов, Т.Юлдашев, Б.К.Курманбаев ва бошқа тадқиқотларда тасвирларга ишлов бериш жараёнларини интеллектуал бошқариш тизимини такомиллаштириш ва филтрлаш жараёнларини турли сонли моделларини яратиш зарурлиги муаммолари кўрилган. Шу билан бирга видеохабарот тизимларида рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини моделлаштириш технологияси ва тасвирдаги нуқсонларни бартараф этиш ва филтрлаш, тасвирлар тиниқлиги ва яққоллигини таъминлаш учун керак бўлган механик ва геометрик параметрларини топиш мақсадида компьютерда кўп вариантлик ҳисоблаш, рақамли телевизион тасвирларни филтрлашга оид масалаларни ечишда чизиқли ва ночизиқли дифференциал тенгламалар ва моделлаштириш усулини қўллаш, видеохабарот тизимларида рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини бошқариш самарадорлигини ошириш, телевизион тасвирларни энтропияли кодлашнинг моделини ишлаб чиқиш, тасвирларни сегментлашда контурларга ажратиш, тасвир тиниқлигини оширишда ночизиқли ўйин масалаларини шакллантириш, тасвирдаги нуқсонларни автоматик аниқлаш ва бартараф этишнинг самарали усулларини яратишга бағишланган илмий изланишлар ҳозирги кунда етарли даражада кўрилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Тошкент ахборот технологиялари университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг А5-037- «Мобил алоқа тизимлари учун кадрлараро ишлов беришли вейвлет-ўзгартириш асосидаги аудио видеокодекнинг қурилма-дастурий воситаларини ишлаб чиқиш» (2012-2014); А5-024-«Учинчи авлод уяли телефонлари учун кадрлараро ишлов берувчи телевизион вейвлет аудио-видеокодекнинг дастурий таъминотларини ишлаб чиқиш» (2015-2017) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади видеохабарот тизимларида телевизион тасвирларнинг сифат даражасини ошириш ва филтрлаш жараёнларини

8

растрли моделлари, усуллари ва алгоритмларини хусусий ҳосилали математик моделлар ёрдамида ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

видеохабарот тизимларида телевизион тасвирларга ишлов бериш шакл ва усуллари, ўзига хос хусусиятларини инобатга олган ҳолда жараёнга талаб этилган чегаравий шартлар ва мезонлар асосида Фурье, вейвлет ва дискрет косинусли ўзгартиришлар киритиш механизминини ишлаб чиқиш;

пикселларнинг ўртача интенсивлигининг берилган қийматларида телевизион тасвирларнинг сифатини визуал баҳолаш ва тасвир тиниқлик даражасини таъминлаш жараёнини бошқариш усулини ишлаб чиқиш;

телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларнинг икки параметрли ночизикли тизими ва математик моделини ишлаб чиқиш алгоритмини яратиш; видеоахборот тизимларида тасвирларни сегментларга ва контурларга ажратиш усули ва кетма-кет динамик телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларининг энтропий кодлаш моделини ишлаб чиқиш; видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларига ишлов бериш жараёнларининг математик моделларини дифференциал ва дискрет ўйинлар назариясига асосланиб тасвирдаги нуқсонларни бартараф этиш масалаларини хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар ёрдамида ечиш алгоритмлари ва усуллари ишлаб чиқиш;

ночизикли дифференциал ва дискрет ўйинлар масаласини шакллантириш ва хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар асосида статик ва динамик телевизион тасвирларга компьютерли ишлов беришда тасвир тиниқлигини оширишнинг чизикли ва ночизикли филтрлаш усуллари ишлаб чиқиш;

видеоахборот тизимларида тасвирлардаги силжишлар, аддитив, импульсли ва адаптив гаусс типидagi нуқсонларни анизотроп филтрлаш ва тасвирларнинг бўлимли-силлиқ моделлари ёрдамида бартараф этиш усулини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларни тиниқлик даражасини ошириш учун дифференциал моделлар ёрдамида моделлаштирувчи филтрлаш ва тасвирларга ишлов бериш жараёнлари қаралган.

Тадқиқотнинг предмети видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларининг математик моделларини хусусий ҳосилали дифференциал тенгламаларга асосланиб тасвирдаги нуқсонларни бартараф этиш масалаларини ечишда қўлланиладиган растрли моделлар, усуллар, ҳисоблаш алгоритмлари ва дастурий воситалар.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида математик ва сонли моделлаштириш, эҳтимоллик ва дифференциал, дискрет ўйинлар назарияси, ҳисоблаш математикаси, алгоритмлаштириш, модули ва тузилмали дастурлаш технологиялари ҳамда чизикли ва ночизикли филтрлаш ва ҳисоблаш экспериментларини ўтказиш усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

видеоахборот тизимларида телевизион тасвирларга ишлов бериш шакли ва усуллари, ўзига хос хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда жараёнга талаб этилган чегаравий шартлар ва мезонларга мувофиқ Фурье, вейвлет ва дискрет-косинусли ўзгартиришлар киритиш механизми ишлаб чиқилган;

пикселларнинг ўртача интенсивлигини берилган қийматларида рақамли телевизион тасвирлардаги сифат кўрсаткичини визуал баҳолаш ва тасвирнинг тиниқлик даражасини таъминлаш жараёнини бошқариш усули

ишлаб чиқилган;

рақамли телевизион тасвирларга вақтий ва фазовий ишлов бериш жараёнларининг икки параметрли ночизикли тизими, алгоритми ва математик модели ишлаб чиқилган;

видеоахборот тизимларида тасвирларни сегмент ва контурларга ажратиш усули ҳамда динамик кўринишдаги рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларининг энтропий кодлаш модели ишлаб чиқилган;

видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнида дифференциал ва дискрет ўйинлар назариясига асосланиб, тасвирдаги нуқсонларни бартараф этиш масалаларини хусусий ҳосилалаи дифференциал тенгламалар ёрдамида ечиш алгоритмлари ва усуллари ишлаб чиқилган;

ночизикли ўйинлар масаласини шакллантириш ва дифференциал тенгламалар асосида статик ва динамик телевизион тасвирларга компьютерли ишлов беришда тасвир тиниқлигини оширишнинг чизикли ва ночизикли филтрлаш усуллари ишлаб чиқилган;

видеоахборот тизимларида тасвирлардаги силжишлар, аддитив, импульсли ва адаптив гаусс типидagi нуқсонларни анизотроп филтрлаш ва тасвирларнинг бўлимли силлиқ моделлари ёрдамида бартараф этиш усули ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат: тасвирларга рақамли ишлов беришда тасвир ичидаги майдон спектрларидаги ортиқчаликларни бартараф этиш орқали юқори даражадаги тиниқликни таъминлаш учун тасвирни кодлаш усуллари яратилган; видеоахборот тизимида рақамли телевизион тасвирларга адаптив вақтий-фазовий чизикли ва ночизикли, итерацион филтрлаш усуллари қўллаш ёрдамида юқори тиниқликни таъминловчи бошқарув сигналларини шакллантириш усули ишлаб чиқилган;

коррекцияланувчи тасвирларни тиниқлигини шаклланиш имкониятини инобатга олган ҳолда тасвир ичидаги ва тасвирлараро силжиш ва нуқсонларни бартараф этиш жараёнида моделлаштириш учун дастурий воситалар мажмуалари ишлаб чиқилган;

видеоахборот тизимларида телевизион тасвирларга филтрлаш усуллари қўллаш натижасида тасвирларнинг тиниқлик эффекти юзага келиши аниқланган;

10

яратилган математик моделнинг адекватлиги ва дастурлар мажмуасининг ишончлиги теветизион тасвирлардаги силжиш ва гаусс типидagi нуқсонларни бартараф этишда дифференциал ва дискрет ўйинлар назариясига асосланган чизикли ва ночизикли филтрлаш усуллари ишлаб чиқилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг

ишончилиги услубий жиҳатдан масаланинг дифференциал ва дискрет ўйинлар назарияси асосида математик қўйилиши ва уни ечиш учун қўлланилган хусусий хосилали дифференциал тенгламалар усуллариининг қатъийлиги, ечилган масалаларнинг назарий ва амалий натижалари, тасвирларга ишлов бериш ва чизиқли ва ночизиқли филтрлаш жараёнларини моделлаштириш, тасвирлардаги силжиш ва аддитив, импульсли ва адаптив гаусс типдаги нуқсонларни бартараф этиш масалаларини Фурье, вейвлет, матрицали Чебишев қатори, Винер-Хоп усулида ечиш алгоритмлари ва растрли моделлаштиришга оид илмий-тадқиқот ишлари билан солиштирилиши, ҳамда ҳисоблаш экспериментлари натижаларини умумқабул қилинган мезонлар асосида айнан берилганлар билан қиёсий таҳлили билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотда олинган натижаларнинг илмий аҳамияти дифференциал ўйинлар назариясига асосланган чизиқли ва ночизиқли хусий хосилали дифференциал тенгламалар яратиш усули ва тасвирдаги силжишлар ва нуқсонларни вақтий-фазовий ҳолатларини баҳолаш мезонлари ва соддалаштирилган усуллари, адаптив, импульсли ва аддитив гаусс типдаги тасвир дефектларини бартараф этишнинг чизиқли ва ночизиқли филтрлаш усули, фазовий тасвир ва тасвирлараро ортиқчаликни йўқотиш ва кодлаш усули, растрли модел, ҳисоблаш алгоритмлари ва ихтисослашган дастурий воситалар мажмуи, тасвир тиниқлиги ва яққоллигини ифодаловчи параметрлар хусусиятлари ва динамик ўзгариш қонуниятлари, видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларни сифатли ва тўлиқ ҳажмда узатиш концепциясини шакллантиришнинг ягона математик асосини беради. Тадқиқотда олинган натижаларнинг амалий аҳамияти видеоахборот тизимларида тасвирларга ишлов бериш жараёнларини бошқариш тизими, тасвирларни чизиқли ва ночизиқли филтрлаш натижасида тасвирларнинг тиниқлиги ва яққоллигини визуал тасвирлаш имкониятларини яратилиши, тасвир ва тасвирлараро силжиш ва аддитив, импульсли ва адаптив гаусс типдаги вақтий-фазовий нуқсон ва дефектларни аниқлаш ва бартараф этиш пикселларнинг ҳажмий миқдори ва зичлигига боғлиқлик қонуниятларини аниқланишни ихтисослашган дастурлар мажмуини амалиётда қўллаш телевизион тасвирларнинг сифат кўрсаткичлари даражасини ошишини, тасвирларга ишлов бериш жараёнларининг математик моделлари тасвирларни шакллантириш ва бошқаришда вақт тежамкорлигига, тасвир силжишлари ва нуқсонларини тезда аниқлаш ва бартараф этиш жараёнларини интеллектуал бошқариш тизимини яратишда кенг қўламда қўлланилиши мумкин.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини бошқариш тизими ва математик моделлари асосида:

чизиқли ва ночизиқли филтрлаш алгоритм ва моделларининг

инструментал дастурий воситалар мажмуалари Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги корхонасида, жумладан «Тошкент радио телевизион эшиттириш маркази» Давлат унитар корхонасида жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2016 йил 4 октябрдаги 02-8/5459-сон маълумотномаси). Олинган тадқиқот натижалари асосида дифференциал ўйинлар назариясига асосланган тасвирларни адаптив ва аддитив филтрлаш усуллари, дастурий воситалар мажмуалари тасвирдаги силжиш ва нуқсонларни 11% дан 26% гача камайтириш имконини берган;

телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларнинг икки параметрли нозиклиги тизими ва математик моделини ишлаб чиқиш алгоритми «UZDIGITAL TV» МЧЖда жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2016 йил 4 октябрдаги 02-8/5459-сон маълумотномаси). Олинган тадқиқот натижалари асосида яратилган алгоритм видеоахборот тизимларида тасвирларни сегмент ва контурларга ажратиш ҳамда динамик кўринишдаги рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларининг энтропияли кодлаш моделини ишлаб чиқиш имконини берган;

телевизион тасвирлар сифат кўрсаткичларини баҳолаш алгоритм ва тиниқлик даражасини таъминлаш жараёнини бошқариш усули «Ўзбектелеком» АКнинг рақамли телевизион тармоқларида жорий қилинган («Ўзбектелеком» АКнинг 2016 йил 4 октябрь 28-01/1420-сон маълумотномаси). Диссертация тадқиқотининг натижалари тасвирнинг тиниқлик даражасини 8,5% га ошириш ҳисобига рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини бошқариш тизими самарадорлигини оширишни таъминлаш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг назарий ва амалий жихатлари қуйидаги халқаро ва миллий конференция ва семинарларда муҳокама қилинган: «Control problems and compression the image» (Germany, Wiesbaden, 2012); «Control in parameters of algorithm compression of a video information with use of its structural lines» (Россия, Казан, 2012); «Геометрические методы в задачах конфликтного управления с распределенными параметрами» (Украина, Киев, 2013); «Дифференциальные игры преследования многих лиц с распределенными параметрами и геометрическими ограничениями» (Украина, Одесса, 2013); «Об одной задаче управления и сжатия изображений» (Россия, Санкт-Петербург, 2014); «Дискретная игра преследования, описываемая уравнениями второго порядка с яркостью изображения» (Россия, Ижевск, 2015); «Управления скоростью кодирования видеоинформации при передаче данных в системах мобильной связи» (Ўзбекистон, Тошкент, 2011); «Оптимизация сжатия изображения как задача управления с распределенными параметрами» (Ўзбекистон, Тошкент,

«Квазилинейная дифференциальная игра с переменными коэффициентами и геометрическими ограничениями» (Ўзбекистон, Тошкент, 2013), «Управление скоростью кодирования по минимаксному критерию искажения» (Ўзбекистон, Тошкент, 2014), «О двух задачах управляемости яркости цифровых изображений описываемых дискретными уравнениями второго порядка» (Ўзбекистон, Тошкент, 2014), «Управляемые дискретные изображения» (Ўзбекистон, Тошкент, 2015), «Дискретная игра преследования, с яркостью изображения» (Ўзбекистон, Тошкент, 2015), республика илмий анжуманларида апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 48 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 13 та мақола, 2 таси хорижий ва қолганлари республика журналларида нашр қилинган ҳамда 6 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномаси олинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 200 бетни ташкил этган.

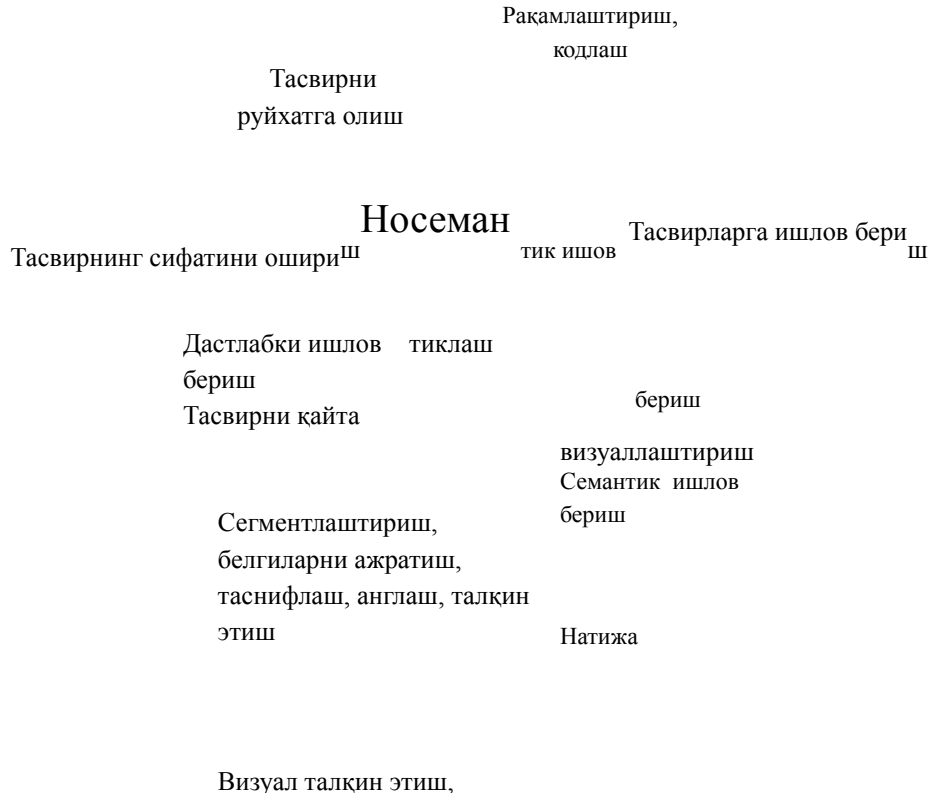
ДИССЕРТАЦИЯ ИШИНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Телевизион тасвирларга замонавий ишлов бериш усуллари**» деб номланган биринчи бобида телевизион тасвирларга ишлов бериш усуллари кўриб чиқилган, ишлов беришнинг анъанавий шакллари ва усуллари таҳлил қилинган, телевизион тасвирларга дастлабки ишлов беришнинг ўзига хос хусусиятлари аниқланган. Телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнидаги Фурье, вейвлет ва дискрет-косинусли ўзгартириш усуллари тадқиқ қилинган. Телевизион тасвирлар сифатини визуал баҳолаш мезонларининг таснифланиши ва танланиши амалга оширилган.

Тасвирларга ишлов бериш кўп қадамли жараён ҳисобланади, шунинг учун тасвирнинг кўриш идрок қилишни яхшилаш мақсадида ўтказиладиган тасвирларга ишлов беришнинг асосий босқичларини 1-расмда келтирилган тузилиш схемаси кўринишида тасвирлаш мумкин.

Тасвирларга ишлов бериш тасвир рақамли шаклда бериладиган ҳоллардан ташқари, тасвирларни шакллантириш тизимлари ёрдамида тасвирларни олинишида бошланади. Бу босқичда муҳими ёруғлиқ оқимидан тасвирни шакллантириш тизимини танлаш ва тасвирдаги объектнинг қизиқтирадиган белгисини (ёритиш, тўлқин узунликлари оралиғи ва ҳ.к.) қайд этиш параметрларини максимал аниқ танлаш ҳисобланади. Рақамлаштириш тасвирнинг рақамли шаклга ўзгартириш учун зарур кодлаш тасвирларни алоқа каналлари бўйича узатишда талаб қилинади.



1-расм. Тасвирларга ишлов беришнинг асосий босқичлари

Тасвирларга глобал ишлов бериш усуллари тўғридан-тўғри тасвир майдони бўйича ёки спектрлар орқали ишлатилиши мумкин. Тасвирларга ишлов беришда икки ўлчамли глобал ортогонал ўзгартиришларнинг қуйидагилар учун учта асосий қўлланиш соҳалари мавжуд:

- тасвир белгилари характеристикаларини ажратиш;
- қиймати бўйича кичик ўзгартириш коэффициентларини ташлаб юбориш ёки қўпол квантлаш ҳисобига спектрнинг кенглиги камайганида тасвирларни кодлаш;
- ҳисоблашларни бажарилишида ўлчамлиликнинг қисқариши. Бундай ўзгартиришларга Фурье, синус, косинус ўзгартиришлари, Вейвлет ўзгартиришлар, шунингдек Карунен-Лоев, Уолш, Хаар ва Адамар ўзгартиришлари киради. Лекин бу ўзгартиришлар рақамли филтрлаш масалаларининг кенг доирасини ечишда зарур универсалликка эга эмас. Кўпинча амалда дастлабки тасвирни частотавий соҳага ўтказиш ва уни қайта тиклаш учун тўғри дискрет ўзгартириш (ТДЎ) ва Фурье тескари дискрет ўзгартириши (ФТДЎ) ёки бошқа дискрет ортогонал ўзгартиришлар

ишлатилади. Частоталар соҳасида филтрлаш тасвирнинг Фурье-образи
филтрнинг частотавий характеристикасига кўпайтиришдан иборат.

14

Тасвирларга дастлабки ишлов бериш, нуқсонлар ва силжишларни йўқотиш, оптимал винер филтрлаш, тасвирларни визуал қабул қилиш сифатини ошириш, образларни (тимсолларни) таснифлаш ва англаш мақсадларида объектларнинг чегараларини ажратиш ва уларни сегментлаштириш, тасвирлар спектрларини таҳлил қилиш, дискрет ўрамани ҳисоблаш, корреляцион функция ва спектр устидаги бошқа операциялар масалаларини ечиш учун ФТДЎга муқобил сифатда Хартли, Хаар, Уолш Адамар дискрет ортогонал ўзгартиришлари кенг доирада қўлланилади.

Фурье дискрет ўзгартириши (ФДЎ) кўплаб рақамли филтрлаш усулларининг ишлатилиши учун асос ҳисобланади. Усулнинг афзаллиги ФТЎ тезкор алгоритмларининг қўлланилиши имконияти ҳисобланади, бу реал вақт масштабида ишлов беришли тизимни ишлатилишига имкон беради. Камчилиги аналог-рақамли ўзгартиришда чексиз спектрни чеклаш зарурати ҳисобланади.

Тасвирларнинг сифатини аниқлайдиган асосий параметрлардан бири зидлик ҳисобланади. Бинобарин, тасвир мураккаб сюжет характерига эга бўлиши мумкин, бу тасвирнинг элементлари алоҳида комбинациялари зидликларидан келиб чиқиш билан унинг зидлигини аниқлаш заруратини туғдиради. Бунда барча элементлар тенг қийматли ҳисобланади ва улар жуфтлигидан ҳар бирининг зидлиги қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$L L C_{L L} -$$

$$= +$$

$$m n m n$$

$$m n$$

бу ерда $C_{m n}$ - иккита пикселлар комбинациясининг зидлиги, $L_m, L_n - m n \times$ ўлчамдаги сюжетли тасвир элементларининг ёрқинликлари. Зидликларни қўшиб чиқиш қондасини қўллаш билан тасвир элементлари ҳар бир жуфтининг қабул қилинишини аниқлайдиган $C_{m n}$ қийматлар тўплами ҳисобланади. Локал зидликлар матрицаларини ўртачалаштиришни ўтказиш билан йиғинди зидлик олинади. Олинган натижа тасвирнинг сифатини визуал баҳолаш параметрларидан бири сифатида ишлатиш мумкин.

Диссертациянинг «Тасвирларга ишлов бериш жараёнида уларнинг тиниқликларини ошириш усулларини ишлаб чиқиш» деб номланган иккинчи бобида видеоахборот тизимларида телевизион тасвирларнинг зидликларини ошириш усуллари тавсифланади. Тасвирларга ишлов бериш жараёнининг математик моделини қуриш алгоритми ишлаб чиқилган. Тасвирни фокуслаштириш айлана бўйича нуқталар қийматларини

Ўртачалаштириш фазовий операция орқали эришилиши мумкинлиги таъкидланган. Фокуслаштиришга нисбатан тескари ҳодиса сифатида кескинликни оширишга фазовий дифференциаллаштириш (даражалаштириш) орқали эришиш мумкин. Принципиал нуқтаи назардан тасвир нуқтасидаги ҳосила оператори таъсир қиймати бу нуқтадаги тасвирнинг узилиши даражасига пропорционал.

15

Ҳосилаларга асосланган энг оддий оператор лапласиан (Лаплас оператори) ҳисобланади, у икки ўзгарувчили $z(x, y)$ функциялар учун қуйидагича аниқланади:

$$\frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} \nabla = +$$

$$z \cdot (1) z z$$

$$z x y \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}$$

Исталган тартибдаги ҳосила чизикли оператор ҳисобланади, у ҳолда лапласиан ҳам чизикли оператор ҳисобланади.

Бу тенглама тасвирларга рақамли ишлов беришда қўлланилиши учун уни дискрет кўринишда ифодалаш керак. Лапласианни кўшни пикселлар қийматлари асосидаги дискрет кўринишда берилишининг бир неча усуллари мавжуд. Қуйида келтириладиган дискрет иккинчи ҳосила энг кўп фойдаланиладиганларидан бири ҳисобланади. x бўйича хусусий иккинчи ҳосила учун энди иккита ўзгарувчилар мавжудлигини эътиборга олиш билан:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} = + - + -$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} (x, y) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x, y) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x-1, y) + \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x+1, y) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x, y+1) + \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x, y-1) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x-1, y+1) + \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x+1, y-1) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x-1, y-1) + \frac{\partial^2}{\partial x^2} (x+1, y+1)$$

ва шунга ўхшаш, y бўйича хусусий иккинчи ҳосила учун:

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} = + - + -$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} (x, y) = \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x, y) - \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x, y-1) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x, y+1) - \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x-1, y) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x+1, y) - \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x-1, y-1) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x+1, y-1) - \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x-1, y+1) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} (x+1, y+1)$$

тенглама (1) билан берилган икки ўлчамли лапласианни дискрет тарифлаш бу иккита ташкил этувчиларни бирлаштириш билан олинади:

$$\nabla^2 = - + + + - + + + - z z z x y z x y z y z y 4 (x, y) (1,) (1,) (x, 1) (x, 1) .$$

[]

Лаплас оператори маъноси бўйича иккинчи ҳосила ҳисобланиб, унинг қўлланилиши тасвирдаги ёрқинликлар даражаларини бузилишларини

белгилаймиз. Ҳар бир $r \in D$, $\in$ нуктага $k \in K$, $\in$ нукталарни киритиш билан r
 $k \in D - \notin K$ тўплам улар учун
 $\in K$ тўпламни қиёслаймиз, улар учун $\emptyset$
 бўш бўлмаган ўша r лар бирлигини D соҳанинг чегараси деб атаймиз. n

зга
 нисбатан қуйидаги тенглама билан тавсифланадиган дискрет ўйинни кўриб
 чиқамиз $(\cdot, \cdot), (3)_{knkn}$
 $\sum = \in$
 $Czf n u n D + U$

$\in {}^0 k K$
 s мультииндекслар; l
 бу ерда ${}_{1212}(\cdot, \cdot), (\cdot, \cdot)_{nnnn} k k k z R \in a C l l_k - \times_n$
 $k = -$

ўзгармас квадрат матрица; u, v – бошқариш параметрлари; u – таъқиб
 параметри, v – қочиш параметри, ${}^p q u P R Q R_{nnnn} \in C \in C U$; P_n ва Q_n – бўш $(\cdot, \cdot, \cdot, \cdot), \cdot, \cdot, \cdot, \cdot$
 $u u u u u u P m D = \cdot = \in \in$

бўлмаган тўплам. u параметр ${}_{010}$
 $m m m m m$
 кетма-кетлик кўринишида танланади, v параметр $(\cdot) (\cdot, \cdot, \cdot, \cdot), \cdot, \cdot, \cdot, \cdot$
 $U U U U U U = \cdot = \in \in$

$m m m m m Q m D$ кетма-кетлик кўринишида
 ${}_{010}$
 танланади, $f^{-l} R$ да ${}^s p q R R R \times \times$ ларни акс эттирадиган берилган фунция.
 Шунингдек, $l R$ да M терминал тўплам ажратилган. Қуйидаги чегаравий шарт
 берилган бўлсин:

$\cdot, (4)^l$
 $r r \Gamma r r z R \in \in \Phi \Phi$
 Энди (3) ўйин ҳақида фикр юритамиз, (4) $(\cdot), \cdot, \Phi \Phi_{rr} \notin \in M r \Gamma$
 «чегаравий» ҳолатдан $(\{ \}) N \Phi$ қадамларда таъқибни якунлаш мумкин, агар
 қочишни бошқариш исталган таъқиб
 $U (\cdot)$ кетма-кетлиги бўйича шундай

қилиш $U (\cdot)$ кетма-кетлигини қуриш мумкинки, $(\cdot) (\cdot, \cdot, \cdot, \cdot)_{01N}$
 $z z z z \cdot =$
 ${}_{nnn}$

тенгламанинг ечими
 $\sum = = =$
 $Czf n u n n n n z + \in U \Phi$
 ${}^{01}(\cdot, \cdot), \cdot, \cdot, \cdot, \cdot, \cdot, \cdot, {}^N$
 ${}_{knknrr\Gamma rkK}$
 $\in$
 $n n o N N = \leq \leq$ да $M z M_n \in$ га тушади.
 қандайдир, N

Маълумки, (3) тенгламанинг ечими (4) шартда қуйидаги формула орқали тавсифланади:

$$z G C G f m u n D_{-+} \varphi u$$

$$(\cdot, \cdot), \cdot (5)_{n n r k k r n m m m} = + \in \sum \sum \sum$$

$$\left(\begin{array}{c} \cdot \\ r \tilde{A} r \tilde{A} m D \\ \in \in \in_0 \end{array} \right)$$

бу ерда $G_n - (3)$ тенгламанинг қуйидаги тенглик орқали аниқланадиган фундаментал ечими

$$1 \left(\begin{array}{c} C \quad \bar{1} \quad \xi \\ G d d \dots \dots \dots, \end{array} \right)$$

$$= \int \int \int \xi \xi$$

$$n s_{s n n 1 1 1}$$

$$(2) \dots^s$$

$$\pi \xi \xi$$

$$i \xi = \frac{1}{++}$$

бу ерда $(\cdot)_{jj}^k$

$$C C \xi \xi$$

$$1 1 \dots \text{и } \dots, k k k_3 \xi \xi \xi \xi \xi \xi \equiv -$$

$$\equiv \sum_1$$

$s s$ комплекс параметрлар,

$$k K \in k$$

— эса $C(\cdot) \xi$ нинг тескари матрицаси ҳисобланади. $\det(\cdot) 0 C \xi \neq$ шарт $^1 C(\cdot) \xi$ бажарилганида (3), (4) масаланинг (5) кўринишдаги ягона чекланган ечими мавжуд бўлади.

18

Винер-Хопф тенгламаси орқали тасвирларни чизиқли филтрлаш усуллари нинг қўлланилиши интерполяциялаш (қўшимча киритиш) хатоликларини, яъни тасвирларни қайта тиклашда растрли тузилманинг сезилишини, масалан уларни босишда камайтиришга имкон беради. Маълум чегараларда чизиқли филтрлаш орқали флукуацион нуқсоннинг сезиларлилигини, шунингдек қайта тикланадиган тасвирлардаги бошқа нуқсонларни камайтиришга эришилади. Бу масала қуйидагича тарзда ечилиши мумкин.

i -нчи сатр ва j -нчи устун кесишмасидаги фойдали сигнал тасвири ёрқинлиги қиймати $_{ij}$ хбўлсин, филтр чиқишидаги тасвир қуйидаги модель орқали тавсифлансин:

$$= = - = - \left(\cdot, \cdot, 0, 1, 0, 1. \right)$$

бу ерда_{ij},

n - (i,j) координаталарли нуктадаги ҳалақитлар қиймати, $f(\cdot)$ – сигнал ва ҳалақитнинг ўзаро таъсирлашишини тавсифлайдиган функция, I ва J - мос равишда кадрдаги сатрлар ва устунлар сони.

Чизиқи филтрлашда чиқиш самараси кириш маълумотларининг чизиқли комбинацияси орқали аниқланади:

$$= - \sum_{xij} \sum_{ayij} j^* \quad (6)$$

() ()

$$\begin{pmatrix} ijS \\ 11 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 1111 \\ 11 \end{pmatrix} \in \begin{pmatrix} (1) \\ (1) \end{pmatrix}$$

Бу ифодадаги (),

$$x_{ij} x_{ij}^{**}$$

= - кадрнинг (i,j) координатали нуқтасидаги

фойдали сигнални филтрланиши натижаси; S – айланани ҳосил қиладиган нуқталар тўплами (аниқроғи уларнинг координаталари тўплами); $a(i,j)$ – вазн коэффициентлари, уларнинг бирлиги икки ўлчамли импульсли характеристикани (ИХ) беради. Агар S соҳа чекли бўлса, у ҳолда импульсли характеристика чекли узунликка эга бўлади ва филтр КИХ-филтр дейилади. Акс ҳолда импульсли характеристика чексиз узунликка эга бўлади, филтр эса БИХ-филтр дейилади. (6) ифодада ИХ чиқиш самараси аниқланадиган (i,j) нуқталар координаталарига боғлиқ бўлмайди, координаталарга боғлиқ бўлмайдиган хоссаларга эга бўладиган тасвирларга ишлов бериш процедуралари бир жинслимас процедуралар дейилади.

Ишлов бериш сифатини баҳолаш учун қўлланиладиган амалда кенг тарқалган оптималлик мезони хатоликлар ўртача квадрати минимуми ҳисобланади. Филтрлашга қўллаганда унинг ифодасини қуйидаги кўринишда ифодалаймиз:

$$Exija ijy ijj. \sum \sum$$

|| | | | |

1 1 1 1

a

$$(\quad)(\quad)_{ij} S$$

бу ерда $E\{\}$ – математик кутиш символи. (7) ифодага мувофиқ оптимал филтърни қидириб топиш филтър шакллантирадиган $x_{ij}(\cdot)$ сигнал ва $x(i,j) \in (x_{ij}, x_{ij}, x_{ij}, \dots)$ ($\cdot$) ($\cdot$)

хатоликлар ўртача квадрати минимал бўладиган унинг ИХни аниқлашдан иборат. Математик кутиш (7) ифодада бўлган барча тасодифий катталиклар

бўйича ҳисобланади, бу мезонни ўртача хатоликларни ҳисобга олишга мўлжалланганлигини билдиради.

Оптималлаштириш тенгласини ёки тенгламалар тизимини (7) масалани ечилишига келтириш қийин эмас. Бунинг учун бу ифоданинг чапқи қисмидан ()

a_{kl} = коэффициент бўйича ҳосилани ҳисоблаймиз ва уни нолга тенглаймиз. Дифференциаллаштириш, қўшиб чиқиш ва математик кутиш операциялари чизиқли ҳисобланиши ва шунинг учун жойни ўзгартириш мумкинлигини ҳисобга олиш билан қўйидаги ифодага келамиз:

$$E_{xya} E_{yy} = \sum_{i,j,k,l} \dots (8)$$

$$\{ \} \quad 1111 \quad \{ \}$$

$$ijS \in \mathbb{N}^n$$

Унга кирадиган математик кутиш, кўриш қийин эмаски, корреляцион функцияларни саноклари ҳисобланади, улар учун қуйидаги белгилашларни киритамиз:

$$BklExyBkiljEyy_{xyijikjlyiijjikjl}(\cdot, \cdot, \cdot) = \cdot - - = \cdot \{ \cdot, \cdot, \cdot \}$$

$$\cdot, \cdot, \cdot \} \{ \cdot, \cdot \}$$
 Уларни ҳисобга олганда (8) ихчам кўринишга келади:

$$= \sum_{Bkl} \sum_{aBkilj} \quad , \quad (9)$$

$$\begin{matrix} ijS & 11 \\ 11 & \in \end{matrix}$$

Автокорреляцион B_y () ва ўзаро корреляцион B_{xy} () функцияларни маълум деб ҳисоблаш билан (9) ифода алгебраик тенгламанинг қидирилаётган чизикли нисбий $_{11ij}$.

акоэффициентлари ҳисобланади. Бу

тенгламадаги номаълумлар сони S айланадаги s нуқталар сонига тенг бўлади ва КИХ-фильтр бўлганида чекли ва БИХ-фильтрлашда чексиз ҳисобланади.

Адаптив филтрлар тасвирдаги объектларнинг контурлари ва чегараларини сақлаш учун мўлжалланган, флуктацион нуқсонни филтрлашда чекли импульсли характеристикали адаптив филтрлар кенг қўлланилади. «Адаптив» атамаси филтрнинг импульсли характеристикалари коэффициентлари ишлов бериладиган тасвирнинг тузилмасига мувофиқ ўзгаришини билдиради. Умумий ҳолда кўплаб адаптив филтрлар қуйидаги кўринишдаги локал ишлов беришни ишлатади:

$$f(n, n_h, n_n, k, k_g, n, k, n, k) = \sum_{i=1}^N \dots$$

$$H \in \dots$$

бу ерда H – дастлабки тасвирга нисбатан ишлов берилган тасвирнинг ўртача ёрқинлигини аралашмаслигини таъминлайдиган филтрнинг меъёрлаштириш коэффициентлари. Филтрнинг h, n, n, k, k ($1, 2, 1, 2, \dots$) коэффициентлари D «сирпанувчи ойнадаги» тасвирнинг ёрқинликлари функциялари қийматларига боғлиқ бўлади. Ойнанинг ҳар бир ҳолати учун филтр нисбатининг санокларини қайта санаш ёки ойнада ишлов берилган тасвир пикселларини олиниши, яъни ойни конфигурациясининг ўзгариши бажарилади. Шунинг учун ойнадаги санокларни чизикли ишлов беришдан фойдаланишга қарамасдан, адаптив филтрлаш процедураси умуман ночизикли ҳисобланади.

20

Диссертациянинг «**Рақамли тасвирларга ишлов бериш жараёнларини моделлаштириш**» деб номланган тўртинчи бобида телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнида баҳсли вазиятларни моделлаштириш алгоритми ишлаб чиқилган. Телевизион тасвирларни узатишда битта кадрнинг ўша бир нуқтасидаги ёрқинликнинг қиймати одатда бошқа кадрлар билан мос тушмаслиги таъкидланади. Бундай масалаларни ечишда ҳар бир нуқтада қайд этилган ёрқинликнинг ўзгаришлари ҳисобга олиниши керак. Бу жараёнда қарама-қарши манфаатли томон қатнашаётганлигини, яъни у тасвир ёрқинлигини бошқаришга ҳалал бераётганлигини кўрсатади.

Бу масаланинг математик модели қуйидаги кўринишда берилади: $4, \dots$

$$(10) \left(\begin{matrix} z & z & z & z & z & u & x & y & x & y \\ i & j & i & j & i & j & i & j & i & j \end{matrix} \right) - + + + + = - + u$$

ва икки параметрли дискрет таъқиб қилиш ўйинларини тавсифлайди. Агар $z_{0,1,0,1}, i, j$ $\beta \in \beta \in - \leq \leq + \leq \leq \leq z_{i i j j j}$ шартни қаноатлантирса таъқиб

қилиш тугаган ҳисобланади, бу ерда $1, j, 1_{0,1,0,1} \leq \leq \leq - i m j$ Ҳайрим олдиндан берилган, учун.

$\beta > 0, \epsilon \beta \epsilon > > 0,$

Ўрганиладиган дискрет ўйинлари синфига модели мисол қуйидаги $- + + + + = - +$

$$4, \begin{matrix} z & z & z & z & z & u \\ i & j & i & j & i & j & i & j & i & j \end{matrix} - + - +$$

тенгламалар билан тавсифланган таъқиб қилиш жараёни ҳисобланади:

$$\leq \leq < \rho u \sigma \sigma^u$$

$$\rho$$

, , , 11

$$u_{i j i j}$$

, ,

$$\left(\begin{matrix} z & z & z & z & z & \theta \\ 0, & 0, & 0, & 0, & j & j & i & i \end{matrix} \right) = = = =$$

$0, m 1, , 0,$

+

$$i = - 1, 2, \dots, m, j 1, 2, \dots, 1, \theta$$

бу ерда тенгламанинг чапқи қисми $z z y = (x,)$ тасвир ёрқинлиги функцияси лапласиани ^{2 2}

$$\frac{\partial}{\partial z} \frac{\partial}{\partial z}$$

$\partial \partial$ дискрет аналог (2) ифодадаги кўринишга эга бўлади.

+

2 2

$x y$

Бу $i j,$

з тасвирнинг ёрқинлиги сатҳлари қийматлари олдиндан берилган пикселларда таъқибчи истайдиган қандайдир ораликда бўлишини билдиради. Таъқибчи ўйинчи ўйинни тезроқ тугатишни истайди, қочаётган ўйинчи эса умуман айтганда, бунга ҳалақит беради.

$i m = 1, 2, \dots,$ чегаравий шартлардан фойдаланиш билан (11) ифодадан

қуйидаги системани оламиз

$$\begin{aligned}
 &1, 0, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 4, , j j j j j j j - + + + + = - + z z z z z u - + u \\
 &2, 1, 3, 2, 1, 2, 1, 2, 2, 4, , j j j j j j j - + + + + = - + z z z z z u - + u \\
 &\dots\dots\dots \\
 &, 1, 1, , 1, 1, , , 4, , i j i j i j i j i j i j - + + + + = - + z z z z z u - + - + u \\
 &\dots\dots\dots \\
 &m 1, m 2, m, m 1, 1 m 1, 1 m 1, m 1, 4, , j j j j j j j - + + + + = - + z z z z z u - - - - - + - - u \\
 &m, 1, 1, m, 1 m, 1 m, m, 4, \cdot j m j m j j j j j - + + + + = - + z z z z z u - + - + u
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &1, 2, , 1, 2, , 1, 2, , (, , \dots,) , (u , u , \dots, u) , (, , \dots,) j j j m j j j j m j j j j m j z z z z u u u u u^{21} \\
 &= = = \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

белгилаш билан қуйидагига эга бўламиз:

$$\begin{aligned}
 &_{11}, 1, 1, j j j j j - + - = - \leq \leq - z C z z u j - + u \theta \\
 &z = 0, z 0, \theta = (12)
 \end{aligned}$$

бу ерда⁰ параметрлари; j
 $z R \in \text{ва}_j u$ – таъқибчининг бошқариш $u_j -$

қочаётган ўйинчининг бошқариш параметри: $^{m m}, , , i j i j u \leq \leq < \rho u \sigma \sigma$

ршартни қаноатлантирадиган компонентлар, $C -$

Якобиев квадрати - учта диагоналли матрица кўриниши қуйидагича

$$\begin{aligned}
 &4 \ 1 \ 0 \\
 &\dots\dots\dots \\
 &C \dots\dots\dots \\
 &= \dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

$^m M R \subset -$ ўйин тугайдиган терминал тўпلام.

Таклиф этилган ёрқинликни бошқариш алгоритми (13) формулани қўллаш йўли билан тасвир нуқсонларини тузатиш учун мўлжалланган

$$\begin{aligned}
 &z U C U C z U C u \\
 &\dots\dots\dots \\
 &= + - + \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

айланаларини кейинги тасвирларда қўллаш мумкин.

Бу алгоритмда қуйидаги иккита асосий формулалар ишлатилади:

$$U X X U X U X n_{n n n}$$

$$_{++} = - \geq$$

$$()^2 ()(), 0,$$

$$_{21} U X U X X$$

$$()^1, ()^2 (14)$$

$$= =$$

$$01$$

бу ерда U_{n+2} – Чебишев матрицасили полиноми ($n+2$ – полиномнинг даражаси); X – асосида полином ҳисобланадиган кириш параметри. Шундай қилиб, (13) ва (14) иккинчи тартибли Чебишев полиномларидан фойдаланиш билан бошқариш коэффициентларини қидиришни амалга ошириш билан берилган $(,) \beta \epsilon \beta \epsilon - +$ диапазонга

$\beta -$

мувофиқ ёрқинликни тузатиш мумкин, бу ерда ишчи соҳа чегараларида минимал ёрқинлик, бу нуқтадаги ёрқинлик.

ϵ -максимал ва минимал ёрқинликлар $\beta \epsilon$, ўлчаш натижасида тузатишдан орасидаги фарқ, $_{ij} z$ кейин ишчи

соҳадан барча нуқталар тушиши керак бўлган ёрқинликнинг $(,) \beta \epsilon \beta \epsilon - +$ диапазони ўрнатиш амалга оширилади.

Диссертациянинг «Телевизион тасвирларни филтрлаш усулларини такомиллаштириш» деб номланган бешинчи бобида спектрал соҳада импульсли характеристика билан ўраш усули орқали рақамли тасвирларни филтрлаш масалалари кўриб чиқилади.

$h x y (,)$ импульсли характеристика билан ўраш усули орқали $L x y_c (,)$ тасвирни филтрлаш узлуксиз тасвир ҳолатида математик тарзда қуйидагича тавсифланади:

$$= - - \int \int$$

$$\infty \infty \Omega_{-\infty -\infty}$$

$$L x y L h x y d d_{cc} (, , , ,) (\xi$$

$$\eta \xi \eta \xi \eta) ()$$

бу ерда $L x y_{c\Omega} (,)$ – филтрлашдан кейинги тасвирда ёрқинликнинг тақсимланиши, Рақамли усулда бу $\xi \eta$, –интеграллаш ўзгарувчилари.

филтрлаш усули ишлатилганида дастлабки тасвир, филтрлашдан кейинги тасвир, шунингдек импульсли характеристика сонлар массивлари кўринишида берилади, уларнинг элементларини мос равишда $L k n L k n_{cc} (, , ,) \Omega ()$ ва $h k n (, ,)$ орқали, сатрлар ва устунлар рақамларини эса k ва n орқали белгилаймиз. Бунда филтрланган тасвир пикселларининг ёрқинликлари қуйидаги тарзда ҳисобланади:

$$K N$$

$$- -$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{h=1}^H \dots \\
& \dots \\
& \dots
\end{aligned}$$

бу ерда $K \times N$ – ҳар иккала йўналишлардаги икки ўлчамли импульсли характеристиканинг давомийлиги. $K \times N$ қийматлар филтрланган тасвирни дастлабки тасвирдан сурилишини олдини олиш учун жуфт танланади.

23

Тасвир филтрланганида ўлчамлари $K \times N$ пикселни ташкил этадиган ойна (импульсли характеристика) орқали сканерланади. Ойнанинг ҳар бир саноғи вазн коэффиценти (импульсли характеристиканинг қиймати) ҳисобланади, унга бу ойна саноклари қоплайдиган тасвир пиксели кўпайтирилади. Бунда координаталари ойна маркази координаталари билан мос тушадиган филтрланган тасвирнинг пиксели жадаллиги барча кўпайтмаларни кўшиб чиқиш йўли билан топилади.

Импульсли характеристика $h(k, n)$ рақамли филтрни ҳисоблашда қуйидаги тарзда топилади. Дастлаб аналог филтрнинг частотавий узатиш $K(\omega, \omega_x, \omega_y)$ функцияси топилади. Кейин унга Фурье икки ўлчамли интеграл ўзгартиришинг қўлланилиши йўли билан унга мос $h(x, y)$ импульсли характеристика излаб топилади:

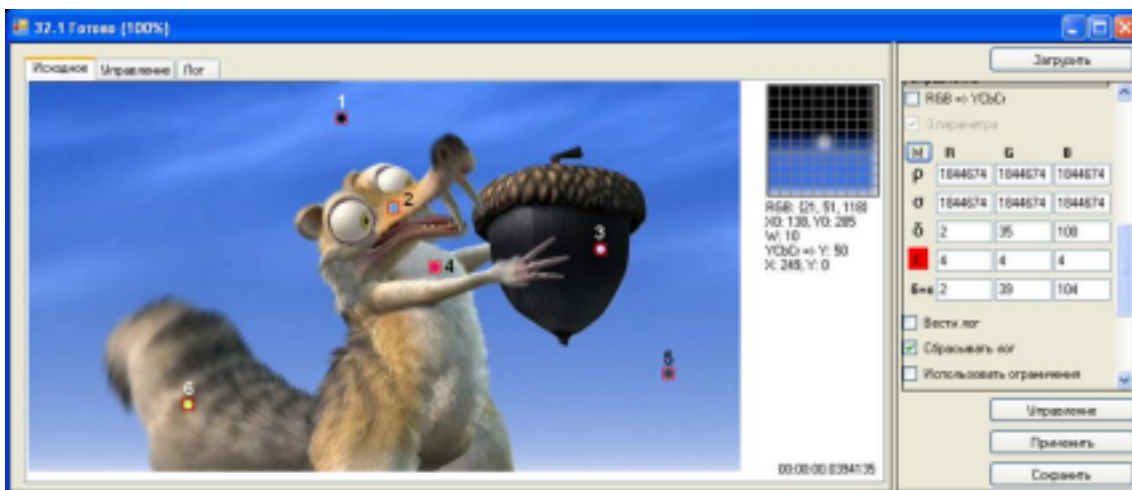
$$\begin{aligned}
& \dots \\
& \dots \\
& \dots
\end{aligned}$$

П $-\infty - \infty$

Бундай тарзда топилган импульсли характеристикани дискрет шаклга уни фазовий дискретлаштириш орқали ўзгартириш зарур, бунда фазовий дискретлаштириш қадами филтрланадиган тасвирни фазовий дискретлаштириш қадамидек бўлиши керак.

Тажрибаларни ўтказилиши учун турли ранг характеристикаларли сюжет танлаб олинган. Сюжет тўрттадан кадрга эга, улардан биринчиси таянч кадри ҳисобланади ва статик тасвирдан иборат бўлади, кейинги учта

кадрлар динамик видеосюжетлар ҳисобланади. Ҳар бир кадрга тасвирларнинг реал шикастланишини имитациялаш учун бир қанча нуқсонлар сони (1 дан 6 гача) киритилган. Ўтказилган қайта тиклашнинг муваффақиятлилиги ўлчови сифатида ўртача квадратик оғиш (ЎКО) ишлатилган.



2-расм. «Олмахон» сюжети учун ишлов беришга зарур соҳалар ажратилган ва созланган

Тажриба икки босқичда ўтказилади, унинг натижалари график маълумотлар тури бўйича гуруҳлаштирилади, статистик графика сифатида

24

барча учта видео кетма-кетликлар таянч кадрларига ишлов бериш, кейин динамик графика кўринишида ҳар бир нуқсон учун ишлов беришнинг хатолигини акс эттирадиган ЎКО гистограммалари кўринишида видео кетма-кетликдаги барча кадрларга ишлов бериш якунлари қўйилади.

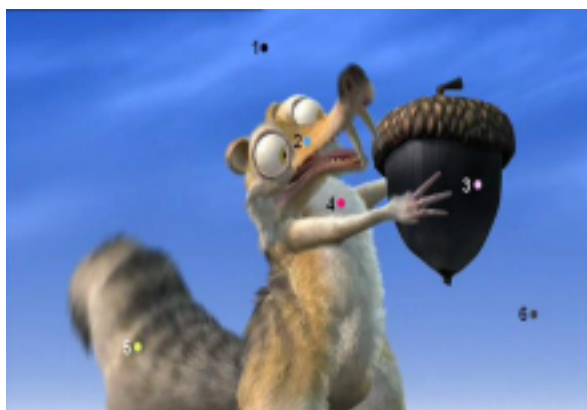
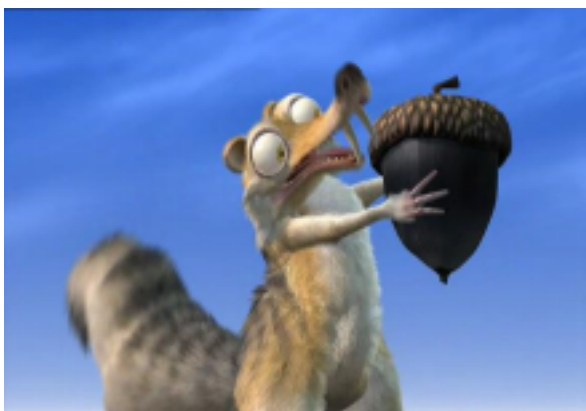
Тажрибанинг биринчи босқичида статик тасвирларга ишлов беришда кейин иккинчи босқични ўтказилиши вақтида қўлланиладиган бошқариш коэффициентлари аниқланади, шундай тарзда бунинг учун талаб қилинадиган ресурслар сезиларли қисқартирилади.

Бу «Олмахон» сюжетида координаталари куйида келтирилган олти та нуқсонлар аниқланган, барча нуқсонлар 8 га 8 пикселлар ўлчамига эга, мос равишда уларни тавсифлайдиган соҳанинг ўлчами 10 га 10 пикселлар бўлади.

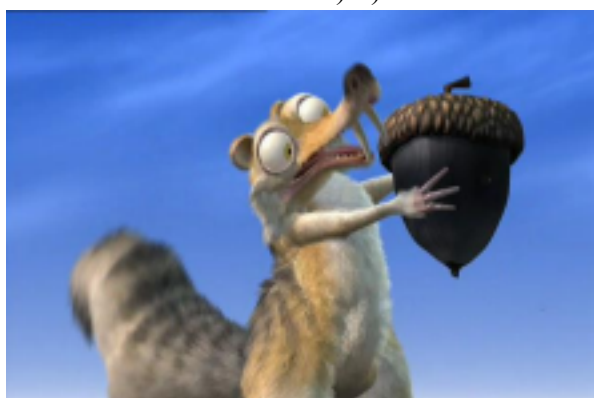
1-жадвал

Таянч кадрига «Олмахон» сюжети учун нуқсонларли юкори чап бурчак соҳаларининг координатлари

	1-соҳа		2-соҳа		3-соҳа		4-соҳа		5-соҳа		6-соҳа	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Таянч кадри	276	28	323	109	508	146	360	162	570	257	138	286



а) б)



в)

3-расм. «Олмахон» сюжети учун дастлабки (а), нуқсонли (б) ва қайта тикланган (в) кадри

«Олмахон» сюжети учун нуқсонларли юқори чап бурчак соҳаларининг координатлари

	1-соҳа		2-соҳа		3-соҳа		4-соҳа		5-соҳа		6-соҳа	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
№1 кадр	276	28	323	109	508	146	360	162	570	257	138	286
№2 кадр	272	26	321	106	508	146	363	155	572	250	133	282

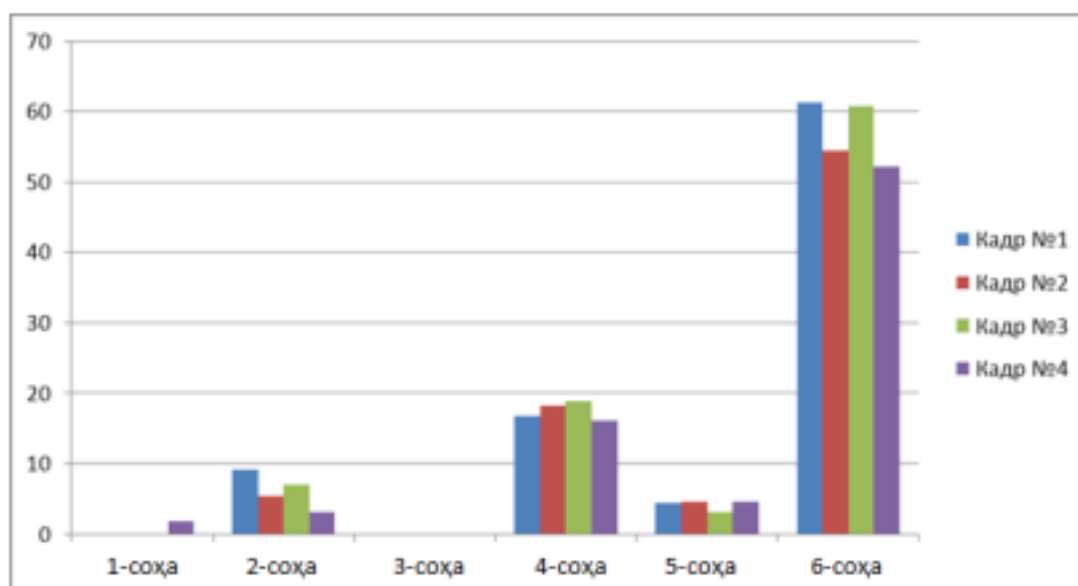
№3 кадр	282	32	318	107	504	140	355	156	567	257	137	276
№4 кадр	279	35	318	102	508	140	352	162	572	252	143	274

Энди биринчи босқич тугаганидан кейин бошқариш коэффициентлари олинган, бу иккинчи фазага ўтишга ва уларни динамик маълумотларга ишлов беришда ишлатишга имкон беради ҳар бир сюжетдаги нуқсонлар сони ва уларнинг ўлчамлари ўзгармасдан қолади, лекин уларнинг видео кетма кетликнинг турли кадрларидаги жойлашиши дастлабки ҳолати атрофида сезиларсиз тебраниши мумкин, ҳар бир кадрдаги аниқ координаталар мос «Олмаҳон» сюжетининг тавсифида келтирилади.

3-жадвал

«Олмаҳон» сюжети учун ЎКО

	1-соҳа	2-соҳа	3-соҳа	4-соҳа	5-соҳа	6-соҳа
№1 кадр	0	9,165151	0	16,7332	4,472136	61,28621
№2 кадр	0	5,385165	0	18,24829	4,582576	54,36911
№3 кадр	0	7,071068	0	18,81489	3,162278	60,73714
№4 кадр	1,732051	3,162278	0	16,03122	4,582576	52,19195



4-расм. «Олмаҳон» сюжети учун ЎКО диаграммаси

Тасвирларга ишлов бериш натижасида олинган жадваллар маълумотлари, гистограммалар ва визуал баҳолаш асосида хулоса қилиш

атрофдаги фонга боғлиқ равишда 85-90% қайта тикланади, бунда фон қанчалик бир текис бўлса, қайта тиклаш шунчалик яхши бўлади.

ХУЛОСА

«Видеоахборот тизимларида телевизион тасвирларнинг сифат даражасини ошириш ва филтрлаш жараёнларининг математик моделлари» мавзусидаги докторлик диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Видеоахборот тизимларида рақамли телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини ўйинлар назарияси асосида чизиқли ва ночизиқли дифференциал тенгламалар ёрдамида ифодалаш ва математик моделларни яратиш усуллари компьютер ҳисоблаш алгоритмлари ва дастурлар мажмуини қўллашнинг таҳлили уларнинг ўзига хос хусусиятлари ва истикболларини белгилашнинг назарий асосларини аниқлаб беради.

2. Статик ва динамик телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини дифференциал тенгламаларга асосланган филтрлаш усуллари яратилиши, уларнинг алгоритмларини математик корректлигини исботланиши, ҳисоблаш алгоритмлари ва дастурий мажмуалар ишлаб чиқарилиши, пикселларнинг ўртача интенсивлиги берилган қийматларда тасвирлар тиниқлигини таъминлаш жараёнини автоматлаштирилган усулда бошқаришга хизмат қилади.

3. Телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларига қўйилган чекланишлар, параметрлар классификацияси ва танланган мезонлар асосида Фурье, дискрет-косинусли ва вейвлет ўзгаришларни амалга оширилиши рақамли телевизион тасвирлар сифатини визуал баҳолаш усулини яратишга хизмат қилади.

4. Дифференциал ўйинлар назарияси асосида тасвирларга ишлов бериш жараёнини математик моделлаштириш ва ҳисоблаш экспериментлари ўтказиш натижасида тасвирлардаги вақтий-фазовий силжишлар ва адаптив, импульсли ва аддитив гаусс типидagi нуқсонларни бартараф этиш масалалари ечимини топади.

5. Иккипараметрли ночизиқли тизимларда телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнларини математик моделини яратилиши тасвирларни бошқариш масалаларни ечиш жараёнини автоматлаштиради ва ҳисоблаш экспериментлар натижаларини тадқиқот қилиш, силжиш ва нуқсонларнинг вақтий-фазовий ўрнашган жойларини аниқлаш ва филтрлаш усуллари самарали қўллаш орқали бартараф этиш имконини беради.

6. Телевизион тасвирларга ишлов бериш жараёнида мунозарали ҳолатларни моделлаштириш алгоритмларини ва объектни ифодаловчи тасвир ҳолатини икки ўлчовли растрли моделини ишлаб чиқарилиши ночизиқли ўйин масалаларини шакллантириш ва тасвирлар тиниқлигини таъминлаш усуллари танлаш имконини яратади.

7. Вақтий-фазовий силжиш ва нуқсонлар мавжуд бўлганда рақамли телевизион тасвирларга ишлов беришнинг филтрлаш усуллари тақомиллашуви тасвирларни спектрал майдонларда импульслар хусусиятларини инобатга олган ҳолда ихчамлаш, адаптив анизотроп филтрлаш усуллари қўллаш, ҳамда бўлимли-силлиқ тасвир моделлари ёрдамида нусонлар бартараф этилади.

8. Динамик кетма-кетликдаги тасвирларга ишлов бериш учун бошқарув механизмининг мослашувчанлиги, матрицали Чебишев қатори ёрдамида тасвирлар тиниқлигини бошқариш тизимини яратилиши тасвирларга ишлов бериш аниқлиги ва самарадорлигини баҳолаш алгоритми яратиш имконини беради.

9. Видеоахборот тизимларида тасвирларни сегментлашда контурларга ажратиш усули, телевизион тасвирларни энтропияли кодлаш модели ҳамда Винер-Хоп тенгламалари ёрдамида тасвирларни чизикли филтрлаш усулидан фойдаланиш телевизион тасвирлардаги силжишларни ва нуқсонларни 11%дан 26% гача камайтириш, тасвирларнинг тиниқлик даражасини эса 8.5%га ошириш имконини яратади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ 14.07.2016.Т.29.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

ТАШМАНОВ ЕРЖАН БАЙМАТОВИЧ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

**05.01.07 – Математическое моделирование. Численные методы
и комплексы программ
(технических наук)**

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Ташкент – 2016

29

Тема докторской диссертации зарегистрирована за 14.07.2016/B2016.3.T.157 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Ташкентском университета информационных технологий.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице научного совета www.tuit.uz и образовательной информационной сети “ZIYONET” (www.ziyonet.uz)

Научный консультант: Маматов Машрабжон Шахабутдинович доктор
физико-математических наук, профессор

Официальные оппоненты: Петров Николай Никандрович
(Российская Федерация)
доктор физико-математических наук, профессор

Зайнидинов Хакимжон Насридинович

доктор технических наук, профессор

Нигматов Хикматулла

доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: Акционерное компания «UZTELECOM»

Защита диссертации состоится «__» _____ 2016 г. в 10⁰⁰ часов на заседании научного совета 14.07.2016.Т.29.01 при Ташкентском университете информационных технологий и Национальном университете Узбекистана. (Адрес: 100202, Ташкент, ул.Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер ____). Адрес: 100202, Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44. Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2016 года.
(протокол рассылки № ____ от «__» _____ 2016 г.).

Р.Х.Хамдамов

Председатель научного совета
по присуждению учёной степени доктора наук
д.т.н.

М.С.Якубов

Ученый секретарь научного совета по
присуждению учёной степени доктора наук
д.т.н., профессор

М. Арипов

Председатель научного семинара при Научном
совете по присуждению учёной степени доктора наук
д.ф.-м.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мире в сфере информационно-коммуникационных технологий пристальное внимание уделяется разработке системы управления процессами обработки цифровых телевизионных изображений в видео информационных системах. В условиях интенсивного совершенствование современных информационно-коммуникационных систем увеличения объема и информационного потока одним из актуальных проблем являются повышения уровня качества телевизионных изображений и управления процессами фильтрации от избыточных информации. В этом направлении в области информационно-коммуникационных технологий в ведущих странах мира увеличивается спрос и потребность совершенствованию методов фильтрации и повышению яркости цифрового телевизионного изображения.

«На мировой арене доходы от цифровой телевизионной передачи в 2016 г. в средствах массовой информации оценивался в 7 млрд. долл. США, за последние пять лет достигнуто повышению экономической эффективности on-lain телепередач на 23%.»¹

В Республике Узбекистан проводятся широкомасштабные мероприятия по решению задач, связанных с повышением яркости цифрового телевизионного изображения, по эффективной организации мер по автоматическому определению и своевременному устранению шума и инородных элементов в изображениях. В этой сфере, в том числе, по созданию методов повышения яркости и фильтрации изображения, интеллектуализации процессов управления обработки цифрового изображения, создании специализированного программного, ориентированного комплекса совершенствованию методов устранения сдвигов и сигнальных искажений возникающих в результате аддитивного, импульсного и адаптивно-гауссного типов воздействий в процессе обработки цифровых телевизионных изображений, проведен ряд научно-исследовательских работ.

В мире одним из важнейших вопросов является формирования цифровых телевизионных изображений, на их основе совершенствование системы управления процессами обработки изображений, разработка числовых моделей и алгоритмов решения задач фильтрации различных цифровых телевизионных изображений с помощью методов Фурье и вейвлет. В этой области осуществляются целенаправленные научные исследования, в том числе, пристальное внимание уделяется в следующих направлениях: разработка совершенствованного метода классификации и выбора критериев наблюдения и оценки качества изображений, разработка методов управления четкостью изображений при заданных значениях пикселей средней интенсивности, создание алгоритмов моделирования процесса обработки изображений, разработка методов управления процессами обеспечения уровня четкости телевизионного изображения. Проведение научных исследо-

¹https://www.pwc.ru/ru/entertainment-media/publications/assets/entertainment-mediaoutlook_2014.pdf

ваний по вышеприведенным научно-исследовательским направлениям подтверждает актуальность темы данной диссертации.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-1741 от 17 апреля 2012 года «О Государственной программе по техническому и технологическому переходу на цифровое телевидение в Республике Узбекистан», и в постановлении Кабинета Министров №24 от 1 февраля 2012 года «О мерах по созданию условий по дальнейшему развитию компьютеризации и информационно коммуникационных технологий на местах» а также в других нормативно правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями

развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии приоритетного направления развития науки и технологий республики IV. «Развитие информатизации и информационно коммуникационных технологий».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации². Научные исследования, направленные на разработку математических моделей и интеллектуальных систем управления процессов обработки телевизионных изображений, осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, в Massachusetts Institute of Technology, Columbia, и California Institute of Technology, University of Texas, University of California, Berkeley и Harvard University, Georgia Institute of Technology, компании Dveo, Hibox Systems, Media Excel Honeywell (США), Actus Digital, Adtec Digital (Израил), Tsinghua University, Beijing, Zhejiang University, Hagzhou, Shandong University (Китай), University of Bath, Cambridge University (Великобритания), University of Pune (Индия), Ghent University (Бельгия), University of Rostock (Германия), Kyungpook National University (Южная Корея), Институт систем обработки изображений РАН (Россия), Ташкентском университете информационных технологий (Узбекистан).

В результате исследований, проведенных в мире по совершенствованию интеллектуальных систем управления и созданию математических моделей обработки телевизионных изображений в видеоинформационных системах получены ряд научных результатов, в том числе: разработаны эффективные методы аддитивные фильтрации и метод обеспечения высокого уровня качества изображений (California Institute of Technology, США); разработаны технология уменьшения дефектов в видеопоследовательности с помощью временной фильтрации и вейвлет доменов а также для цифровых изображений метод линейной фильтрации при обработке теней графических рисунков (Ghent University, Бельгия); разработаны методы обработки видео-

—² Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации осуществляется на основе <http://web.mit.edu/>, <https://en.knu.ac.kr/>, <https://www.timeshighereducation.com/>, www.ugent.be, www.tsinghua.edu.cn/, <https://www.cam.ac.uk/>, www.uni-rostock.de/en/, www.unipune.ac.in/ и других источников.

информации, изображений и геометрических вычислений опирающихся дифференциальным уравнениям (Tsinghua University, Китай); разработан метод быстрой анизотропной сглаживания многозначных изображений сохранением кривизну (национальный научно исследовательский центр Франция); разработаны технологии уплотнения динамических интервалов с архивированным сохранением локальных контрастных изображений для цифровых видеокарт (Kyungpook National University, Южная Корея); разработан метод автоматической оценки шума и их устранения в отдельных изображениях (Cornegny University, США); созданы методы моделирования и фильтрации вейвлет случайных областей и максимальной энтропии (Braun University, США).

В мире по улучшению уровень качества цифровых телевизионных изображений, разработке моделированию процессов фильтрации и высокоэффективных систем управления по ряду приоритетных направлений проводятся научные исследования, в том числе: по формированию математических моделей процессов фильтрации совершенствованию методов вейвлет, Фурье, Хаара, Уолш-Адамара, Кархунена-Лоэва в повышении четкости и яркости изображений на основе линейных и нелинейных дифференциальных уравнений; созданию методов устранения аддитивного, импульсного и адаптивно-гауссного типов шумов в изображениях с помощью аддитивной и адаптивной фильтрации; разработке алгоритмов и программных средств по внесению внутрикадровых и межкадровых преобразований изображений; разработка адаптивного метода управления системой яркости с помощью матричного ряда Чебышева; разработке градиентного, статичного и лаплас методов по сегментации изображения и деления его на контуры; формированию критериев и условий оценки качества изображений; разработке методов энтропийного кодирования кадров на основе вейвлет преобразований.

Степень изученности проблемы. Вопросам разработке и совершенствованию методики применяемого математического моделирования в решении методов линейных и нелинейных дифференциальных уравнений цифровых телевизионных изображений в видеоинформационных системах, исследованию создания адекватной модели определенного процесса и исследования методов определения с помощью экспериментов по вычислению параметров уровня деятельности процесса, создание теории и вопросов совершенствования методов обеспечения яркости путем фильтрации устранения дефектов аддитивного, импульсного и адаптивного характера шума посвящены работы ряда учёных: Song-Hai Zhang, Shi-Min Hu, Ce ZHU, Ralph R. Martin, Dan Su, Philip Willis, Zhou Wang, Alan C. Bovik, Brian L. Evans, Jack Tumblin, Greg Turk, C. Tomasi, Erik Reinhard, Michael Stark, Peter Shirley, James Fervverda, Fredo Durand, Julie Dorsey, Suyash P. Awate, Ross T. Whitaker, David Tschumperle, Caroline Chaux, Jean-Christophe Pesquet, Aleksandra Pizurica, Vladimir Zlokolica, Wilfried Philips, Sheikh Md. Rabiul Islam, Xu Huang, Keng Liang Ou, Thou-Ho Chen, Yen-Hui Yin, Shi-Feng Huang, Yan-Ting Ye, Yusuke Monobe, Haruo Yamashita,

33

Toshihary Kurosawa, Hiroaki Kotera, Heiko Schwarz, Detlev Marpe, Leo Grady, P.A.Воробель, С.С.Бухтояров, С.И.Катаев, М.И.Кривошеев, Ю.Б.Зубарев, А.С.Селиванов, Б.П.Хромов, В.П.Дворкович, В.Н.Безруков и других авторов.

Вопросы, связанные с обработкой телевизионных изображений в видеоинформационных системах, созданием компьютерной графики и анимации, автоматизированным геометрическим дизайном, рассматриваются в работах Shi-Min Hu, Ralph R. Martin, P.A.Воробеля, С.И.Катаева, М.И.Кривошеева, Б.П.Хромова, В.П.Дворковича, В.Н.Безрукова и других, разработана триада методов моделирования процессов обработки цифровых

телевизионных изображений «модель-алгоритм-программа», а также методика компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента, системы модульного и системного программного комплекса, достигнуто определенным положительным результатам при внедрении их в практику. Связанные с разработкой методов фильтрации изображений аддитивного, импульсного и адаптивно-гауссовского типа исследованы Jack Tumblin, Greg Turk, David Tschumperle, Ю.Б.Зубарев, А.С.Селиванов, С.С.Бухтояров, С. Tomasi, Aleksandra Pizurica, Vladimir Zlokolica, Wilfried Philips, а также вопросы создания различных численных моделей процессов фильтрации и обработки изображений посвящены разработки ученых нашей республики, включая, М.М.Мусаева, Х.Н.Зайнидинова, Р.Н.Усмонова, М.М.Камилова, Т.Ф.Бекмуратова, Т.Юлдашева, Б.К.Курманбаева и в других исследованиях рассматриваются проблемы необходимости создания различных числовых моделей фильтрации процессов и совершенствования системы интеллектуального управления процессами обработки изображений. Вместе с тем научные исследования связанные с созданием эффективных алгоритмов решения задач технологии моделирования и фильтрации процессов обработки цифровых телевизионных изображений в видеоинформационных системах, применением методов моделирования и линейных и нелинейных дифференциальных уравнений при решении задач, связанных с фильтрацией цифровых телевизионных изображений, многовариантным вычислением на компьютере с целью определения механических и геометрических параметров, необходимых для обеспечения требуемого уровня яркости и контрастности изображения, позволяющих повысить эффективность управления процессами обработки цифровых телевизионных изображений в системах видеоинформации, вопросы разработки моделей энтропийного кодирования телевизионных изображений, разделения на контуры при сегментации изображений, формирования нелинейных игровых задач при повышении яркости изображения, создания эффективных методов по автоматическому определению и устранению дефектов изображения создающих условия для развития эффективных методов вычисления остаеся проблематичными.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках следующих научно-

34

исследовательских проектов Ташкентского университета информационных технологий по темам: А5-037- «Разработка аппаратно-программных средств аудио-видеокодека на основе вейвлет-преобразований с межкадровой обработкой для систем мобильной связи» (2012-2014); А5-024 - «Разработка программных средств телевизионного вейвлет аудио-видеокодека с межкадровой обработкой для 3G сотовых телефонов» (2015-2017). **Целью исследования** разработка методов, алгоритмов и растровых моделей процессов фильтрации и повышения качества телевизионных изображений в

видеоинформационных системах на основе использования математических моделей с частными производными.

Задачи исследования:

разработка механизма внесения Фурье, вейвлет и дискретно косинусного преобразования на основе критериев и требуемых предельных граничных условиях процесса с учетом особенностей, форм и методов обработки телевизионных изображений в видеоинформационных системах;

разработка метода управления процессом обеспечения требуемого уровня яркости изображения и визуальной оценки качества телевизионных изображений при заданных значениях среднеинтенсивности пикселей;

создание алгоритма разработки математической модели и двухпараметрической нелинейной системы процессов обработки телевизионных изображений;

разработка модели энтропийного кодирования процессов обработки последовательных динамических телевизионных изображений и методов выделения контуров и сегментов изображений в видеоинформационных системах;

разработка методов и алгоритмов решения задач по устранению дефектов изображений с помощью частных производных дифференциальных уравнений на базе теории дискретных и дифференциальных игр математических моделей процессов обработки цифровых телевизионных изображений в видеоинформационных системах;

разработка методов линейной и нелинейной фильтрации для улучшения яркостей изображения при компьютерной обработке статических и динамических телевизионных изображений на основе частных производных дифференциальных уравнений и формирование дискретных и нелинейных дифференциальных игровых задач;

разработка метода устранения сдвигов, дефектов аддитивного, импульсного и адаптив-гауссного характера при помощи анизотропной фильтрации и раздельно-гладких моделей изображений.

Объектом исследования являются процессы обработки и фильтрации изображений, моделируемых с помощью дифференциальных уравнений с целью повышения уровня яркости цифрового телевизионного изображения в видеоинформационных системах.

Предметом исследования являются растровые модели, методы их исследования и решения, соответствующие вычислительные алгоритмы и программные средства, применяемые для решения задач устранения дефектов

изображений, на основе использования математических моделей, включающих дифференциальные уравнения и процессы обработки цифровых телевизионных изображений для видеоинформационных систем.

Методы исследования. В диссертации использованы методы математического и численного моделирования, теории дискретных и дифференциальных игр, теории вероятностей, вычислительной математики,

теории и методов алгоритмизации, технологии модульного и структурного программирования, методология вычислительного эксперимента, а также методы линейной и нелинейной фильтрации.

Научная новизна исследования заключается в следующем: разработан механизм использования преобразования Фурье, вейвлет и дискретно-косинусного преобразования в процессах обработки телевизионных изображений в видеоинформационных системах, на основе учета особенностей и критериев предельных граничных условий; разработан метод управления процессом обеспечения требуемого уровня яркости изображения и визуальной оценки качественных показателей телевизионных изображений при заданных значениях средней интенсивности пикселей;

разработаны математическая модель для описания процессов пространственно-временной обработки цифровых телевизионных изображений и алгоритм решения соответствующей двухпараметрической нелинейной системы;

разработана модель энтропийного кодирования процессов обработки последовательных динамических цифровых телевизионных изображений, а также метод выделения контуров и сегментов изображений в видеоинформационных системах;

разработаны методы и алгоритмы решения задач по устранению дефектов изображений в процессах обработки цифровых телевизионных изображений в видеоинформационных системах с помощью математических моделей с применением теории дискретных и дифференциальных игр;

разработаны методы линейной и нелинейной фильтрации повышения яркости изображения при компьютерной обработке статических и динамических телевизионных изображений на основе моделирующих дифференциальных уравнений и формирования нелинейных игровых задач;

разработан метод устранения сдвигов, дефектов аддитивного, импульсного и адаптивно-гауссовского характера при помощи анизотропной фильтрации и раздельно-гладких моделей изображений.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработаны методы кодирования изображений для обеспечения высокого уровня яркости путем устранения внутрикадровой избыточности пространственного спектра в процессах обработки цифровых телевизионных изображений;

разработан метод формирования сигналов управления, обеспечивающих требуемого уровня яркостей, для устранения дефектов и внутрикадровых и межкадровых сдвигов с помощью применения итерационной,

адаптивной пространственно-временной линейной и нелинейной фильтрации цифровых телевизионных изображений в видеоинформационных системах; разработан комплекс программных средств для моделирования процессов устранения дефектов и внутрикадровых и межкадровых сдвигов с учетом возможностей формирования яркости корректируемых изображений;

определено возникновение эффекта яркости изображений в результате применения методов фильтрации телевизионных изображений в видеоинформационных системах;

адекватность созданной математической модели и надежность комплекса программ подтверждена разработкой изучения методов линейной и нелинейной фильтрации, основанных на теории дифференциальных и дискретных игр при устранении дефектов гауссовского типа и сдвигов в телевизионном изображении.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обосновывается с методической точки зрения математической постановкой задачи на основе теории дифференциальных и дискретных игр и при ее решении четкостью методов применяемых частных производных дифференциальных уравнений, теоретическими и практическими результатами решенных задач, моделированием процессов линейной и нелинейной фильтрации и обработки изображений, сопоставлением задач по устранению аддитивных, импульсивных и адаптивно-гауссовых дефектов и сдвигов в изображениях с научно исследовательскими работами в области алгоритмов решения и растрового моделирования методами Винер-Хоп, Фурье, вейвлет, матричным рядом Чебышева, а также результатами вычислительных экспериментов на основе общепринятых критериев и сопоставительного анализа полученных данных.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в разработке линейных и нелинейных частных производных дифференциальных уравнений на основе теории дифференциальных игр, методов упрощения и критериев оценки пространственно-временного состояния сдвигов и дефектов в изображениях, методов линейной и нелинейной фильтрации устранения аддитивного, импульсного и адаптивно-гаусского типов шума, методов кодирования и устранения фазового изображения и межкадровой избыточности, растровых моделей, алгоритмов вычисления и комплекса специализированных программных средств, закономерностей динамического преобразования и свойств параметров, выражающих яркость и контрастность изображения, служат созданию концепции качественной и полноценной передаче и обработке цифровых телевизионных изображений в видеоинформационных системах.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке системы управления процессами обработки изображений в видеоинформационных системах, создании возможностей визуальной яркости и контрастности изображений в результате их линейной и нелинейной фильтрации, применении на практике комплекса

специализированных программ по определению закономерностей объема и плотности пикселей устранения и определения внутрикадровых и межкадровых сдвигов и пространственно-временных дефектов аддитивного,

импульсного и адаптивно-гаусного характера, обеспечивающих условия для повышения качества телевизионных изображений могут найти широкое применение при формировании изображений, построение математических моделей процессов обработки изображений, оптимизации времени управления, интенсификации процессов быстрого определения и создании системы интеллектуального управления процессами устранения дефектов и сдвигов в изображениях, снизит материальные затраты и количество ошибок при вычислении.

Внедрение результатов исследования. На основе математических моделей и системы управления процессами обработки цифровых телевизионных изображений:

инструментальные программные комплексы алгоритмов и моделей линейной и нелинейной фильтрации внедрены на предприятиях министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций, в том числе, в государственное унитарное предприятие «Ташкентский радиотелевизионный передающий центр» (Справка от 4 октября 2016 года №02-8/5459 Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций). На основе полученных результатов методы адаптивной и аддитивной фильтрации изображений, основанных на теории дифференциальных игр, комплексы программных продуктов позволили сократить сдвиги и дефекты в изображениях с 11% до 26%;

разработанная математическая модель для описания процессов пространственно-временной обработки цифровых телевизионных изображений и алгоритм решения соответствующей двухпараметрической нелинейной системы внедрены в ООО «UZDIGITAL TV» (Справка от 4 октября 2016 года №02-8/5459 Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций). На основе полученных результатов разработанный алгоритм позволяет создать модели энтропийного кодирования процессов обработки последовательных динамических цифровых телевизионных изображений, а также выделить контуров и сегментов изображений в видеоинформационных системах;

метод управления процессом обеспечения уровня яркости и алгоритм оценки показателей качества телевизионных изображений внедрены в цифровые телевизионные сети АК «Узбектелеком» (Справка от 4 октября 2016 года №28-01/1420 АК «Узбектелеком»). Результаты диссертационного исследования позволяют повысить эффективности управления процессами обработки цифровых телевизионных изображений на 8,5% за счет повышения уровня яркости изображения.

Апробация результатов исследования. Теоретические и прикладные результаты диссертации апробированы на следующих международных и республиканских конференциях и семинарах: «Control problems and compression the image» (Germany, Wiesbaden, 2012); «Control in parameters of

(Россия, Казан, 2012); «Геометрические методы в задачах конфликтного управления с распределенными параметрами» (Украина, Киев, 2013); «Дифференциальные игры преследования многих лиц с распределенными параметрами и геометрическими ограничениями» (Украина, Одесса, 2013); «Об одной задаче управления и сжатия изображений» (Россия, Санкт Петербург, 2014); «Дискретная игра преследования, описываемая уравнениями второго порядка с яркостью изображения» (Россия, Ижевск, 2015); «Управления скоростью кодирования видеоинформации при передаче данных в системах мобильной связи» (Узбекистан, Ташкент, 2011); «Оптимизация сжатия изображения как задача управления с распределенными параметрами» (Узбекистан, Ташкент, 2012); «Многомерные управляемые процессы яркости изображения с геометрическими ограничениями» (Узбекистан, Ташкент, 2013), «Квазилинейная дифференциальная игра с переменными коэффициентами и геометрическими ограничениями» (Узбекистан, Ташкент, 2013), «Управление скоростью кодирования по минимаксному критерию искажения» (Узбекистан, Ташкент, 2014), «О двух задачах управляемости яркости цифровых изображений описываемых дискретными уравнениями второго порядка» (Узбекистан, Ташкент, 2014), «Управляемые дискретные изображения» (Узбекистан, Ташкент, 2015), «Дискретная игра преследования, с яркостью изображения» (Узбекистан, Ташкент, 2015).

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликованы всего 48 научные работы. Из них 1 монография, 13 журнальных статей, в том числе 2 в иностранных, 11 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, а также получено 6 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 200 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приводится обоснование актуальности и востребованности диссертационного исследования, описание цели и основных задач, а также объектов и предметов, соответствующие приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты, теоретическая и прикладная значимость результатов, сведения об опубликованности работ и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ современных методов обработки телевизионных изображений**» рассматриваются методы обработки телевизионных изображений, осуществляется анализ

традиционных форм и методов обработки, выявлены специфические особенности предварительной обработки телевизионных изображений. Исследованы методы Фурье, вейвлет и дискретно-косинусного преобразования в процессе обработки телевизионных изображений. Произведена классификация и выбор критериев визуальной оценки качества телевизионных изображений.

Обработка изображений является многошаговым процессом, поэтому основные этапы обработки изображения, проводимые с целью улучшения его зрительного восприятия, можно представить в виде структурной схемы, приведенной на рис. 1.

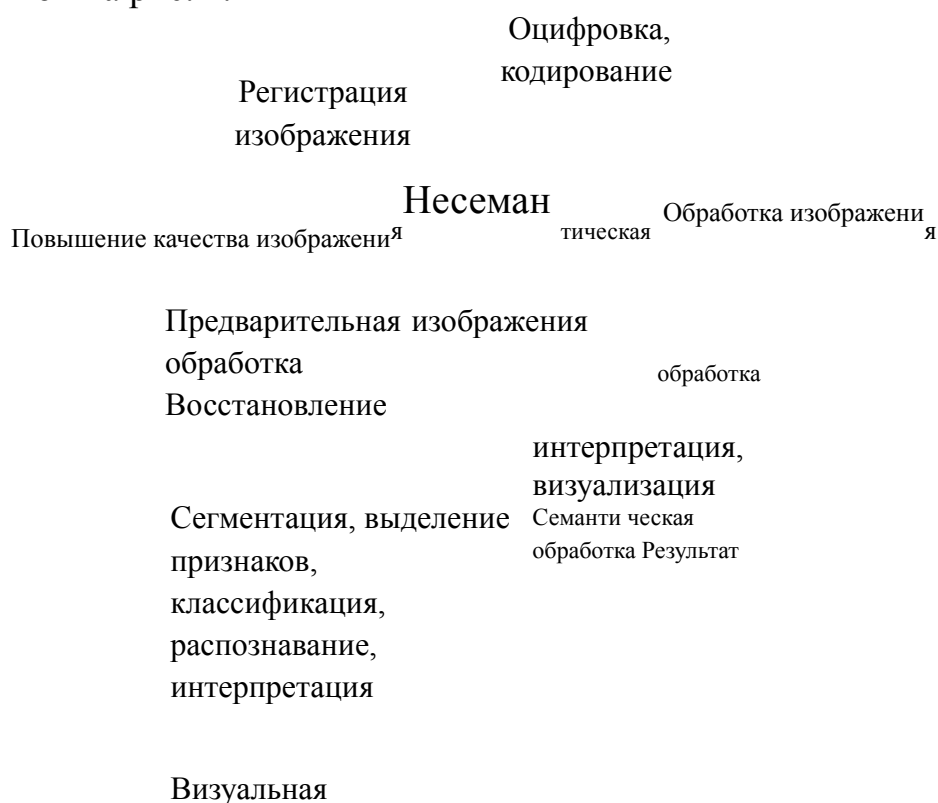


Рис. 1. Основные этапы обработки изображений

Обработка изображений начинается с получения (регистрации) изображений с помощью системы формирования изображений, за исключением тех случаев, когда изображение уже представлено в цифровой форме. Важным на данном этапе является правильный выбор системы формирования изображения из светового потока и максимально точный подбор параметров фиксирования интересующего признака объекта на изображении (освещение, диапазон длин волн и т.п.). Оцифровка необходима для преобразования изображения в цифровую форму, кодирование - требуется в случае передачи изображений по каналам связи.

Методы глобальной обработки изображений могут быть реализованы либо непосредственно по полю изображения, либо посредством спектров. Существует три основные области применения глобальных двумерных ортогональных преобразований при обработке изображений для: • выделения характеристик признаков изображения;

- кодирования изображений, когда ширина спектра уменьшается за счет отбрасывания или грубого квантования малых по величине коэффициентов преобразования;
- сокращения размерности при выполнении вычислений.

40

К таким преобразованиям относятся преобразования Фурье, синусные, косинусные, вейвлет-преобразования, а также преобразования Карунена Лоева, Уолша, Хаара и Адамара. Однако эти преобразования не обладают необходимой универсальностью при решении широкого круга задач цифровой фильтрации.

Часто в практике для переноса исходного изображения в частотную область и его восстановления используются прямое дискретные преобразования (ПДП) и обратное дискретное преобразования Фурье (ОДП) или другие дискретные ортогональные преобразования. Фильтрация в частотной области заключается в умножении Фурье-образа изображения на частотную характеристику фильтра.

Как альтернатива ОДП Фурье для решения задач предварительной обработки изображений, устранения шумов и помех, оптимальной винеровской фильтрации, повышения качества визуального восприятия изображений, выделения границ объектов и их сегментации в целях классификации и распознавания образов, анализа спектров изображений, вычисления дискретной свертки, корреляционной функции и других операциях над спектрами наибольшее применение нашли дискретные ортогональные преобразования Хартли, Хаара, Уолша-Адамара.

Дискретное преобразование Фурье является основой для реализации многих методов цифровой фильтрации. Достоинство метода - возможность применения быстрых алгоритмов ДПФ, что позволяет реализовывать системы с обработкой в реальном масштабе времени. Недостатком является необходимость ограничения бесконечного спектра при аналогово-цифровом преобразовании.

Одним из основных параметров, определяющих качество изображений, является контраст. Поскольку изображение может иметь сложный сюжетный характер, это порождает необходимость определения его контрастности исходя из контраста отдельных комбинаций элементов изображения. При этом все элементы считаются равнозначными, и контраст каждой их пары вычисляется по формуле

$$C_{mn} = \frac{|L_m - L_n|}{L_m + L_n}$$

где C_{mn} -контраст комбинации двух пикселей L_m, L_n - яркости элементов

сюжетного изображения размером $m \times n$.

Применяя правило суммирования контрастов, вычисляют набор величин $C_{m \times n}$, которые определяют восприятие каждой пары элементов изображения. Проводя усреднение матрицы локальных контрастов, получают суммарный контраст. Полученный результат может быть использован как один из параметров оценки визуального качества изображения.

Во второй главе диссертации «Разработка методов повышения яркости изображений в процессе их обработки» описывается методы повышения контрастности телевизионных изображений в видеоинформационных системах. Разработан алгоритм построения

41

математической модели процесса обработки изображений. Отмечено, что расфокусировка изображения может быть достигнута пространственной операцией усреднения значений точек по окрестности. Повышение резкости, как явление, обратное по отношению к расфокусировке, может быть достигнуто пространственным дифференцированием. С принципиальной точки зрения, величина отклика оператора производной в точке изображения пропорциональна степени разрывности изображения в данной точке. Таким образом, дифференцирование изображения позволяет усилить перепады и другие разрывы (например, шумы) и не подчеркивать области с медленными изменениями уровней яркостей.

Простейшим изотропным оператором, основанным на производных, является лапласиан (оператор Лапласа), который в случае функции двух переменных $z(x, y)$, определяется как

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$$

$$z(x, y) = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)$$

Так, как производные любого порядка являются линейными операторами, то значит и лапласиан является линейным оператором. Для применения данного уравнения в цифровой обработке изображений, его необходимо выразить в дискретном виде. Существует несколько способов задать лапласиан в дискретном виде на основе значений соседних пикселей. Нижеследующее определение дискретной второй производной является одним из наиболее часто используемых. Принимая во внимание, что теперь имеются две переменные, для частной второй производной по x :

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{1}{4} \left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \right)$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{1}{4} \left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \right)$$

и, аналогично для частной второй производной по y :

$$\partial^2 = + - + -$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} f(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial}{\partial x} f(x, y) \right)$$

Дискретная формулировка двумерного лапласиана, заданного уравнением (1), получается объединением этих двух составляющих: $\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$

[]

Так, как оператор Лапласа по сути является второй производной, его применение подчеркивает разрывы уровней яркостей на изображении и подавляет области со слабыми изменениями яркостей. Это приводит к получению изображения, содержащего сероватые линии на месте контуров и других разрывов, наложенные на темный фон без особенностей. Но фон можно «восстановить», сохранив при этом эффект повышения резкости, достигаемый лапласианом. Для этого достаточно сложить исходное изображение и лапласиан. При этом необходимо помнить, какое из определений лапласиана было использовано. Если использовалось определение, использующее отрицательные центральные коэффициенты, тогда получение эффекта повышения резкости, изображение-лапласиан

42

следует вычитать, а не прибавлять. Таким образом, обобщенный алгоритм использования лапласиана для улучшения изображений сводится к следующему:

$$f_{\text{enhanced}} = f - \nabla^2 f$$

если w

$$f(x, y) = f(x, y) + w \cdot \nabla^2 f(x, y)$$

$$f(x, y) = f(x, y) + w \cdot \nabla^2 f(x, y)$$

Здесь $w(0,0)$ — значение центрального коэффициента маски лапласиана. Теперь рассмотрим задачу управления с яркостью изображения в следующем виде

$$f_{\text{enhanced}} = f + w \cdot \nabla^2 f$$

$$f_{\text{enhanced}} = f + w \cdot \nabla^2 f$$

$$f_{\text{enhanced}} = f + w \cdot \nabla^2 f$$

где левая часть уравнения дискретный аналог лапласиана

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

$$+ \frac{\partial^2 f}{\partial x^2 \partial y^2}$$

z – яркости изображения в точке, (x, y) i, j

яркости изображения $z(x, y) = a_{ij}$,

z – значение уровней яркости изображения соответствующих пикселей т.е. a_{ij} ,

u – управляющий параметр. Не ограничивая общности, удобно $(i, j) \in \Omega$,

считать, что если либо $i = 0$, либо $i = m$, либо $j = 0$, либо $j = \theta$, то $a_{ij} = 0$, т.е. изображение окаймлено пикселями с нулевыми значениями уровня яркости.

Задача управления ставится следующим образом. Мы будем $u, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, 1, \theta$

говорить, что допустимое управление u_{ij} ,

переводит яркости изображения из положения $a_{ij} = 0, 1, \dots, \theta$ в положение $b_{ij} = 0, 1, \dots, \theta$

+ θ в положение b_{ij} ,

z_{ij} удовлетворяющий

условию: $a_{ij} \in \{0, 1, \dots, \theta\}$, $b_{ij} \in \{0, 1, \dots, \theta\}$ где $0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq \theta$ для некоторых заранее заданных a_{ij}, b_{ij} . Эта означает что u_{ij} ,

z значение уровней яркости

изображения в заранее заданных пикселях было в некотором отрезке. Здесь же исследованы двухпараметрические нелинейные системы и разработана система управления процессами обработки с уровнями яркости и построена математическая модель процесса обработки телевизионных изображений.

В ходе предварительной обработки производится анализ изображения, определяющий различные статистические характеристики изображения, такие как математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение яркостей, контрастность, построение гистограммы яркостей и контрастов, подбор наиболее подходящей модели и параметров цифрового шума. На этапе предварительной обработки производится низкочастотная фильтрация, которая производит удаление цифрового шума на изображении.

Как правило, после низкочастотной фильтрации контрастность изображения снижается и следовательно требуется ее скорректировать. Для

коррекции контрастности производится вычисление контуров изображения. В результате суммирования яркостей пикселей изображения с яркостями вычисленных контуров осуществляется коррекция контрастности изображения.

В третьей главе диссертации «Методы повышения контрастности и

уровня яркости, телевизионных изображениях» сформулированы нелинейные игровые задачи и осуществлен выбор метода их решения с яркостями изображения. Сформулированная задача решалась с помощью разностных аналогов интегральных формул Коши. Разработанные методы применялись для решения задач преследования, описываемых уравнениями эллиптического типа. Сущность метода заключается в следующем, пусть в пространстве s размерности $s \geq 1$, выделено некоторое конечное множество K и некоторое произвольное множество D_0 точек с целочисленными координатами. Обозначим через D множество, которое пробегает точка $n \in K$, если n и k пробегают независимо соответственно множество D_0 и K . Каждой точке $r \in D$, сопоставим множество $K_r \subseteq K$, относя к нему те точки $k \in K$, для которых

$$r \in D - K_r.$$

Совокупность тех r , для которых множество K_r непусто назовем границей Γ области D .

Рассмотрим дискретную игру, описываемую относительно n

уравнением

$$\sum_{k \in K} C_{kn} z_k = u_n, \quad n \in D, \quad (3)$$

где

$$C_{kn} = \begin{cases} 1 & \text{если } k \in K_r \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

где z_k – переменные, u_n – заданные значения.

Мультииндексы;

$$z_k \in \mathbb{R}, \quad k \in K$$

постоянная квадратная матрица; u, v – управляющие параметры; u – параметр преследования, v – параметр убегания, $P, Q \subseteq \mathbb{R}^n$ – непустые множества. Параметр u выбирается в виде последовательности $(u_1, \dots, u_m)$, v – в виде $(v_1, \dots, v_m)$.

Параметр u – в виде $u = (u_1, \dots, u_m)$, параметр v – в виде $v = (v_1, \dots, v_m)$.

$$u = (u_1, \dots, u_m), \quad v = (v_1, \dots, v_m)$$

заданная

последовательности z_k функция, отображающая $\mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$. Также, в $\mathbb{R}^n$ выделено терминальное множество M . Пусть задано граничное условие (4)

$$z_k \in M, \quad k \in K$$

Далее будем говорить, что в игре (3),(4) из «граничного» положения (n, z_k) , $\phi \in M$ можно завершить преследование за N шагов, если по любой последовательности z_k построить управление убегания v можно

такую последовательность u управления преследования, что решение z_k уравнения

$$\sum_{Czfnnnnnz+\infty\varphi}^{01(,,),,,,\dots,\dots,,N}$$

$\in$

при некотором ε^N

$$z G C G f m u n D _{+-} \varphi \cup$$

44

$$G d d \dots \dots \dots, \quad \xi$$

$$(2) \dots \pi_{\xi \xi}^s$$

$$\text{здесь } (\quad)^k_{11} \dots \text{и } \dots, {}^k k k_3 \xi \xi \xi \xi \xi \equiv -$$

ss комплексные параметры, а

${}^1C(\)\xi$

— является обратной матрицей $C(\xi)$. При выполнении условия $\det C(\xi) \neq 0$ существует единственное ограниченное решение задачи (3), (4) в виде (5).

Применение методов линейной фильтрации изображений уравнением Винера-Хопфа позволяет уменьшить ошибки интерполяции, т. е. заметность растровой структуры при воспроизведении изображений, например, при их печати. Посредством линейной фильтрации в известных пределах удастся уменьшить заметность флуктуационного шума, а также других дефектов на воспроизводимых изображениях. Данная задача может быть решена следующим образом.

Пусть ij ,

x – значение яркости изображения – полезного сигнала на пересечении i –ой строки и j –го столбца, а наблюдаемое на входе фильтра изображение описывается моделью:

$$y_{ij} = x_{ij} + n_{ij} \quad (1)$$

Здесь n_{ij} ,

n – значение помехи в точке с координатами (i, j) – функция, описывающая взаимодействие сигнала и помехи, а I и J – соответственно число строк и столбцов в кадре.

При линейной фильтрации выходной эффект определяется линейной комбинацией входных данных:

$$y_{ij} = \sum_{k=1}^I \sum_{l=1}^J a_{ij,kl} x_{kl} \quad (6)$$

(i, j)

$$S_{ij} = \{ (k, l) \mid (k, l) \in S_{ij} \}$$

В этом выражении (i, j) ,

$$x_{ij}$$

=результат фильтрации полезного

сигнала (i, j) ,

x_{ij} – в точке кадра с координатами (i, j) – множество точек (точнее множество их координат), образующих окрестность; $a_{ij}(k, l)$ – весовые коэффициенты, совокупность которых представляет собой двумерную импульсную характеристику (ИХ). Если область S конечна, то импульсная характеристика имеет конечную длину и фильтр называется КИХ- фильтром. В противном случае импульсная характеристика имеет бесконечную длину, а фильтр название БИХ - фильтра. В выражении (6) принято, что ИХ не зависит от координаты точек (i, j) в которой определяется выходной эффект. Процедуры обработки изображений, обладающие свойством независимости от координат, называются однородными.

Наиболее распространенным критерием оптимальности, применяемым для оценки качества обработки, является критерий минимума среднего

квадрата ошибок. Применительно к фильтрации запишем его выражение в виде:

$$\sum_{i,j} (y_{ij} - \hat{y}_{ij})^2$$

$$E x_{ij} a_{ij} y_{ij} = \min_{i,j} (\dots)$$

где $E\{ \}$ – символ математического ожидания. Согласно (7) отыскание оптимального фильтра заключается в определении его ИХ таким образом, ϵ

чтобы средний квадрат ошибки $=$ –выражающей разлчие между сигналом $x_{ij} (\dots)$ и оценкой $x_{ij} (\dots)$ формируемой фильтром, был минимальным. Математическое ожидание вычисляется по всем случайным величинам, содержащимся в (7), что означает ориентацию критерия на учет средних ошибок.

Оптимизационную задачу (7) нетрудно свести к решению уравнения или системы уравнений. Для этого вычислим производную от левой части этого выражения по коэффициенту $(\dots)$, $\dots$ и приравняем ее нулю. Учитывая, что операции дифференцирования, суммирования и математического ожидания являются линейными и поэтому перестановочны, приходим к выражению:

$$E x_{ij} a_{ij} E y_{ij} = \dots \sum \sum \dots (8)$$

Входящие в него математические ожидания являются, как нетрудно видеть, отсчетами корреляционных функций, для которых введем следующие обозначения:

$B_{kl} E x_{ij} B_{kl} E y_{ij} \dots = \dots \{ \dots \}$

С их учетом (8) примет более компактный вид:

$$= \sum_{k,l} \sum_{i,j} B_{k,l} a_{i,j} B_{k,l}$$

, (9) xy_{ijy}

$(())_{,11}$

$$\frac{ijS}{11} \in$$

Считая автокорреляционную $B_y ()$ и взаимно корреляционную $B_{xy} ()$ функции известными, замечаем, что (9) представляет собой линейное относительно искомым коэффициентов $_{11ij}$,

а алгебраическое уравнение. Число

неизвестных в этом уравнении равняется числу точек s в окрестности S и является конечным в случае КИХ-фильтра и бесконечным при БИХ фильтрации.

Адаптивные фильтры предназначены для сохранения контуров и границ объектов на изображении при фильтрации флуктуационного шума широко используют адаптивные фильтры с конечной импульсной характеристикой. Термин «адаптивный» означает то, что коэффициенты импульсной характеристики фильтра изменяются в соответствии со структурой обрабатываемого изображения. В общем случае большинство адаптивных фильтров реализуют локальную обработку вида

46

$$1 \wedge \dots$$

$$f n n h n n k k g n k n k$$

$$= \cdot + + \sum$$

$$(())$$

$$_{1212121122}^{()()}$$

$$H \in \frac{1}{2} \dots$$

где H – нормализующий коэффициент фильтра, обеспечивающий несмещенность средней яркости обработанного изображения относительно исходного. Коэффициенты фильтра $h n n k k (\dots)$ зависят от значений функции яркости изображения в «скользящем окне» D . Для каждого положения окна выполняется либо пересчет отсчетов маски фильтра, либо отбор обрабатываемых в окне пикселей изображения, то есть изменение конфигурации окна. Поэтому, несмотря на использование линейной обработки отсчетов в окне, процедура адаптивной фильтрации в целом является нелинейной.

В четвёртой главе диссертации «**Моделирование процессов**

обработки цифровых изображений» разработан алгоритм моделирование конфликтных ситуаций в процессе обработки телевизионных изображений. Отмечается, что при передаче телевизионных изображений значение яркости в одной и в той же точке одного кадра обычно не совпадает с другими кадрами. При решении таких задач в каждой точке должны учитываться те изменения яркости, которые были замечены. Это показывает, что в процессе участвует сторона с противоположным интересом, т.е. она мешает управлять значением яркости изображения.

Математическая модель данной задачи представляется в следующем виде:

$$4, \dots, (10) \begin{pmatrix} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \end{pmatrix}, 1, 1, \dots, 1, 1 \begin{matrix} z z z z z u x y x y \\ i j i j i j i j i j \end{matrix} - + + + + = - + u$$

$$- + - +$$

и описывает двухпараметрические дискретные игры преследования. Преследование считается завершённым, если $i j$ удовлетворяет условие: $0 1 0 1$
 $\beta \in \beta \epsilon - \leq \leq + \leq \leq \leq z i i i j j j$ где. $0 1 0 1 1, 1 j, 1 \leq \leq \leq - i i m j$ θ для
 некоторых заранее $\beta \in \beta \epsilon > > > 0, 0, .$
 заданных

Модельным примером изучаемого класса дискретных игр является $- +$
 $+ + + = - +$

$$4, \dots, 1, 1, \dots, 1, 1, \dots, \\ z z z z z u \\ i j i j i j i j i j i j i j \\ - + - +$$

следующий процесс преследования описываемых уравнениями

$$\leq \leq < \rho u \sigma \sigma^u$$

$$\rho$$

, , , 11

$$u_{i j i j}$$

, ,

$$(\) z z z z \theta$$

$$0, 0, 0, 0, j j i i$$

$$= = = =$$

$$0, m 1, , 0,$$

+

$$i = = - 1, 2, \dots, m, j 1, 2, \dots, 1, \theta$$

2 2

$$\partial \partial$$

где левая часть уравнения дискретный
 аналог лапласиана

$\partial \partial$ функции

$z z$

$$+ \\ 2 2$$

яркости изображения z z $y = (x,)$, имеет вид как в (2). Эта означает что $_{ij}$,
 z
 значение уровней яркости изображения в заранее заданных пикселях будет в
 некотором отрезке который хочет преследующий. Преследующий игрок

хочет быстрее завершить игру, а убегающий игрок, вообще говоря, будет мешать этому.

Используя граничные условия, при $i m = 1, 2, \dots$, из (11) получим систему

$$\begin{array}{l}
1, 0, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 4, j j j j j j j - + + + + = - + z z z z z u - + \mathbf{U} \\
2, 1, 3, 2, 1, 2, 1, 2, 2, 4, j j j j j j j - + + + + = - + z z z z z u - + \mathbf{U} \\
\cdots \\
, 1, 1, , 1, 1, , 4, i j i j i j i j i j i j i j - + + + + = - + z z z z z u - + - + \mathbf{U} \\
\cdots \\
m\ 1, m\ 2, m, m\ 1, 1\ m\ 1, 1\ m\ 1, m\ 1, 4, j j j j j j j - + + + + = - + z z z z z u - - - - - + - - \mathbf{U} \\
m, 1, 1, m, 1\ m, 1\ m, m, 4, j m j m j j j j j - + + + + = - + z z z z z u - + - + \mathbf{U}
\end{array}$$

Обозначая,

$$1, 2, , 1, 2, , 1, 2, , (, , \dots ,) , (u , u , \dots , u) , (, , \dots ,)_{jjjmjjjjmjjjjmj} z z z z u u u u u^{\tau \tau \tau}$$

$$= = \text{имеем } 11, 11,_{jjjjj} - + - = - \leq \leq - z Cz z u j - + u \theta$$

$$z z 0, 0 = =_{\theta}, (12)$$

где u_j – управляющий параметр преследователя;

$_{jj}u$ $R R \in \in \mathbb{U}$ компоненты,
 управляющий параметр убегающего игрока: $^m m$, , , $_{ij}ij u \leq \leq \rho \cup \sigma \sigma$ ра C -
 квадратная

которые удовлетворяет условию, ,,
Якобиева - трехдиагональная матрица вида

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 0 \\ & 1 & 1 \\ & & 1 & 4 & 1 \\ & & & 1 & 0 & 1 \\ & & & & 4 & \\ & & & & & 4 \end{pmatrix}.$$

$^m M R$ Стерминальное множество, которое игра заканчивается.

nnnnn

где: 0

– обратная матрица от

Чебышева в степени $k-1$; k и

U_k – параметры управления в виде векторов;

$\theta = -n - 1$; U_{k-1} – матричного полинома

48

размерность всех матрицы (яркости,

В результате обработки достигается требуемое значение яркости, которое позволяет скорректировать яркость пикселей в выделенной области

изображения за счет коэффициентов управления.

Кроме того в результате работы алгоритма получаются два результата:

1) Участок изображения, на котором был дефект, корректируется в соответствии с его окружением.

2) Вычисляются коэффициенты управления для всего участка, на котором производится коррекция. Их можно применять на последующих изображениях с таким же дефектом и его окрестностями.

В данном алгоритме используются две основные формулы:

$$U_{n+2} X U_{n+1} X U_n X n_{nn}$$

$$+ + = - \geq$$

$$() 2 () (), 0,$$

2 1

$$U X U X X$$

$$() 1, () 2 (14)$$

$$= =$$

0 1

где: U_{n+2} -матричный полином Чебышева, $(n+2 - \text{степень полинома})$; $X -$ входной параметр, на основе которого вычисляется полином. Таким образом, произведя поиск коэффициентов управления, используя полиномы Чебышева второго рода (13) и (14) можно скорректировать яркость в соответствии с заданным диапазоном

$(,) \beta \epsilon \beta \epsilon - +$, где $(\beta - \text{минимальный яркость, } \epsilon - \text{разность между}$
 $\text{максимальный и минимальной яркости, } ijz - \text{яркость данной точки })$ в пределах рабочей области. В $\beta \epsilon$, производится
 результате измерения

установка диапазона яркости $(,) \beta \epsilon \beta \epsilon - +$, в который должны попадать все точки из рабочей области после коррекции.

В пятой главе диссертации «Совершенствование методов фильтрации телевизионных изображений» рассматриваются вопросы фильтрации цифровых изображений методом свертки с импульсной характеристикой в спектральной области.

Фильтрация изображения $L x y_c (,)$ методом свертки с импульсной характеристикой $h x y (,)$ случае непрерывного изображения математически описывается следующим образом:

$$L x y L h x y d d_{cc} (, , , ,) (\xi \eta \xi \eta \xi \eta) ()$$

$$= - - \int \int$$

$$\Omega_{-\infty -\infty}$$

где $L x y_{\Omega} (,)$ –распределение яркости в изображении после фильтрации, $\xi \eta$, –переменные интегрирования. При реализации этого метода фильтрации цифровым способом исходное изображение, изображение после фильтрации, а также импульсная характеристика представляются в виде массивов чисел, элементы которых обозначим соответственно через $L k n L k n_{cc} (, , ,) \Omega ()$ и

49

[illegible]

Импульсную характеристику найденную таким образом необходимо преобразовать в дискретную форму посредством ее пространственной дискретизации, при этом шаг пространственной дискретизации должен быть тем же самым, что и шаг пространственной дискретизации фильтруемого изображения.

Для проведения испытаний были выбраны сюжет с разными цветовыми характеристиками. Все сюжеты содержат по четыре кадра, первый из которых является опорным и представляет собой статическое изображение, а последующие три – динамический видеосюжет. На каждый кадр было нанесено некоторое количество дефектов (от 1 до 6) для имитации реального повреждения изображений. В качестве меры успешности проведенного восстановления использовалось среднеквадратичное отклонение (СКО).

50



Рис.2. Пример обработки для сюжета «Белка»: все необходимые области выделены и настроены

Далее приведены примеры тестовых сюжетов в виде опорных кадров, при этом слева расположены исходные изображения, а справа – с нанесенными дефектами.

Так как эксперимент проводится в две фазы, то его результаты будут сгруппированы по типу графической информации – сначала обработка опорных кадров всех трех видеопоследовательностей в качестве статической графики, затем итоги обработки всех кадров в видеопоследовательности в виде гистограмм СКО, отражающей погрешность обработки для каждого

дефекта, как динамических изображений.

В первой фазе эксперимента, при обработке статических изображений, определяются коэффициенты управления, которые затем применяются во время проведения второй фазы, таким образом, значительно сокращая требуемые для этого ресурсы.

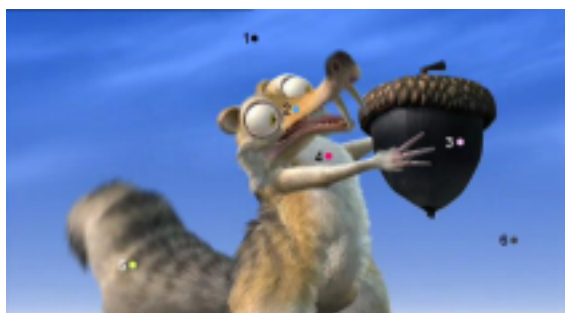
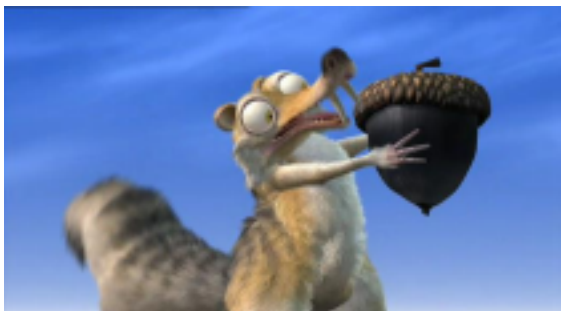
В данном сюжете «Белка» определены шесть дефектов, координаты которых приведены ниже, все дефекты имеют размер 8 на 8 пикселей, соответственно, размер области, описывающей их, будет 10 на 10 пикселей.

Таблица 1.

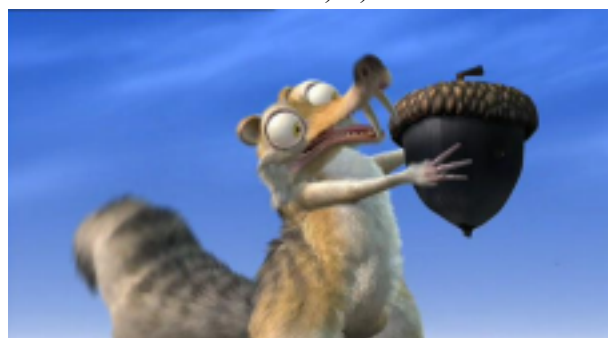
Координаты верхнего левого угла областей с дефектами для сюжета «Белка» для опорного кадра

	Обл. 1		Обл. 2		Обл. 3		Обл. 4		Обл. 5		Обл. 6	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Опорный кадр	276	28	323	109	508	146	360	162	570	257	138	286

51



а) б)



в)

Рис 3. Исходный (а), дефектный (б) и восстановленный (в) опорный кадр для сюжета «Белка»

Далее, после завершения первой фазы получены коэффициенты управления, что позволяет перейти ко второй фазе и использовать их при обработке динамических данных. Число дефектов и их размер в каждом сюжете остается неизменным, однако их расположение на различных кадрах видеопоследовательности может незначительно колебаться около изначального положения, точные координаты на каждом кадре будут приведены в описании соответствующего сюжета «Белка».

Таблица 2.

Координаты верхнего левого угла областей с дефектами для сюжета «Белка»

	Обл. 1		Обл. 2		Обл. 3		Обл. 4		Обл. 5		Обл. 6	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Кадр №1		28	323	109	508	146	360	162	570	257	138	286
Кадр №2		26	321	106	508	146	363	155	572	250	133	282
Кадр №3		32	318	107	504	140	355	156	567	257	137	276
Кадр №4		35	318	102	508	140	352	162	572	252	143	274

Таблица 3.

СКО для сюжета «Белка»

	Обл. 1	Обл. 2	Обл. 3	Обл. 4	Обл. 5	Обл. 6
Кадр №1	0	9,165151	0	16,7332	4,472136	61,28621
Кадр №2	0	5,385165	0	18,24829	4,582576	54,36911
Кадр №3	0	7,071068	0	18,81489	3,162278	60,73714
Кадр №4	1,732051	3,162278	0	16,03122	4,582576	52,19195

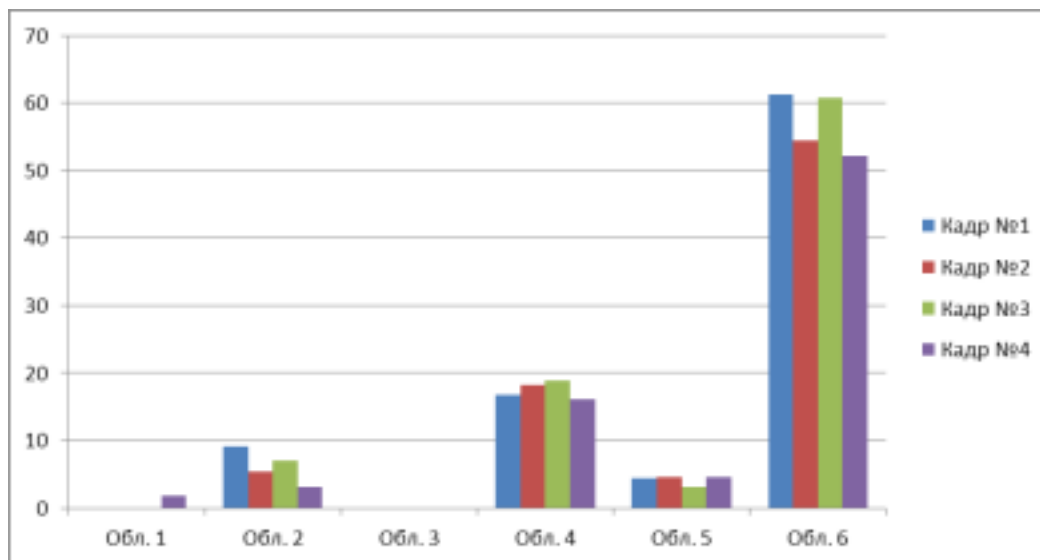


Рис.4. Диаграмма СКО для сюжета «Белка»

На основе анализа данных таблиц, гистограмм и визуальной оценки полученных в результате обработки изображений можно сделать вывод о том, что цвета в месте возникновения дефекта восстанавливаются на 85–90 %, в зависимости от самого этого места и окружающего фона, при этом, чем фон равномернее, тем лучше будет восстановление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам исследования докторской диссертации на тему «Математические модели процессов фильтрации и повышения уровня качества телевизионных изображений в видеоинформационных системах» были сделаны следующие выводы:

1. Процессы обработки цифровых телевизионных изображений в видеоинформационных системах с использованием методов создания математических моделей, выражения с помощью линейных и нелинейных дифференциальных уравнений на основе теории игр, анализ применения алгоритмов компьютерных вычислений и программных комплексов определили теоретические основы перспективы и особенностей.

2. Создание методов фильтрации процессов обработки статических и динамических телевизионных изображений на основе дифференциальных уравнений, обоснованность математической корректности их алгоритмов, разработка соответствующих вычислительных алгоритмов и программных комплексов способствует автоматизированному управлению процессами повышения четкости изображений на пикселях средней интенсивности.

3. Преобразования типа Фурье, дискретно-косинусное и вейвлет на основе ограничений процессов обработки телевизионных изображений, выбранных критериев и классификации параметров способствует созданию методов визуальной оценки качества цифрового телевизионного изображения.

4. В результате проведения вычислительных экспериментов и математического моделирования процессов обработки изображений на основе теории дифференциальных игр найдено решение по устранению временно-фазовых сдвигов и дефектов адаптивного, импульсного и аддитивно-гаусного типов в изображениях.

5. Создание математической модели процессов обработки телевизионных изображений в двухпараметрных нелинейных системах автоматизируют процессы управления изображениями, устранение сдвигов и временно-фазовых дефектов с помощью эффективного использования и исследования результатов вычислительных экспериментов, определения и фильтрации их типов в изображениях.

6. Разработка двумерной растровой модели состояния изображения объекта и алгоритмов моделирования спорных состояний в процессе обработки телевизионных изображений позволяет выбрать способы обеспечения требуемого распределения яркости пикселей изображений и формирования задач нелинейных игры.

7. Совершенствование способов фильтрации обработки цифровых телевизионных изображений с временно-фазовыми сдвигами и дефектами позволяет устранить недостатки при передачи изображений путем их оптимизации с учетом особенностей импульсов в спектральных полях изображений, применения способов адаптивно-анизотропной фильтрации и моделей раздельно-последовательных изображений.

8. Создание системы управления яркостью изображений с помощью матричного ряда Чебышева, адаптивности механизма управления для обработки изображений в динамической последовательности позволяет разработать алгоритм оценки эффективности и точности при обработке изображений.

9. Использование методов выделения контуров при сегментации изображений в системах видеоданных, модели энтропийного кодирования телевизионных изображений и методов линейной фильтрации изображений с помощью уравнения Винер-Хопфа дают возможность сократить дефекты и сдвиги в телевизионных изображениях примерно на 11-26%, а также повысить уровень яркости изображений на 8,5%.

**SCIENTIFIC COUNCIL 14.07.2016.T.29.01 AT TASHKENT UNIVERSITY
OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND NATIONAL UNIVERSITY
OF UZBEKISTAN ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREE OF DOCTOR
OF SCIENCES**

TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

TASHMANOV ERJAN BAYMATOVICH

**MATHEMATICAL MODEL OF THE FILTRATION PROCESS AND
IMPROVE THE QUALITY OF TELEVISION IMAGES IN VIDEO
INFORMATION SYSTEMS**

**05.01.07 – Mathematic modeling. Numerical methods and software package
(technical sciences)**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

TASHKENT – 2016

55

The subject of doctoral dissertation is registered on 14.07.2016/B2016.3.T.157 at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

Doctoral dissertation is carried out at the Tashkent university of information technologies.

Abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English) is placed on web-page of Scientific council (www.tuit.uz) and Information-educational portal “ZIYONET” to the address www.ziyonet.uz

Scientific consultant: Mamatov Mashrabjon Shahabutdinovich

doctor of physical - mathematics sciences, professor

Official opponents: Petrov Nikolai Nikandrovich

(Russian Federation)

doctor of physical - mathematics sciences, professor

Zainidinov Hakimjon Nasridinovich

doctor of technical sciences, professor

Nigmatov Khikmatulla

doctor of technical sciences, professor

«UZTELECOM»

Leading organization:

Joint Stock Company

Defense will take place «__» _____ 2016 at 10⁰⁰ at the meeting of scientific council number 16.07.2013.T/FM.29.01 at Tashkent University of Information Technologies and National University of Uzbekistan. (Address: 100202, Tashkent, 108, Amir Temur str. Ph.: (99871) 238-64-43; fax: (99871) 238-65-52; e-mail:tuit@tuit.uz).

Doctoral dissertation can be reviewed in Information-resource centre at Tashkent university of information technology (registration number ____). Address: 100202, Tashkent, Amir Temur str., 108. Ph.: (99871) 238-65-44.

Abstract of dissertation sent out on « ____ » _____ 2016 year
(mailing report № ____ on « ____ » _____ 2016 y.)

R.X.Hamdorov

Chairman of scientific council on award of scientific
degree of doctor of technical sciences

M.S.Yakubov

Scientific secretary of scientific council on award of
scientific degree of doctor of technical sciences,
professor

M.Aripov

Chairman of scientific seminar under scientific council
on award of scientific degree of doctor
of physics-mathematics sciences,
professor

56

INTRODUCTION (Summary of the doctoral dissertation)

The relevance and demanding of the dissertation the theme. Today in the field of information and communication technologies is paid more attention to the development of process control system for processing digital video images in the video-information systems. In the conditions of intensive development of modern information and communication systems increasing amount and the flow of information are one of the most urgent problems of improving the quality of television images and control the filtering process by the redundant information. In this direction of information and communication technologies the leading countries of the world increased demand and requirements for improving methods of filtering and increasing the brightness of digital television images. «On the world stage revenue from digital television transmission in 2016 in the media was estimated at 7 billion US dollars, in the past five years achieved 23% economic efficiency of online TV». ¹

In the Republic of Uzbekistan held wide-ranging measures to address the challenges associated with an increase in the brightness of a digital television image, for the effective organization of measures for the automatic identification and timely elimination of noise and foreign elements in the images. In this area, including on the establishment of methods to increase brightness and filter images, intellectualization processing management processes digital image, the creation of specialized software-based complex improvement of methods to eliminate shifts and signalnyh distortions arise as a result of the additive, pulsed addaptivno-gaussnogo types influences in the processing of digital television images, a number of research projects.

In the world of one of the most important issues is the formation of digital TV images based on them improving process control system of image processing, the development of numerical models and algorithms for solving various problems

of filtration of digital television images using Fourier and wavelet methods. In this area, carried out targeted research, including the attention given in the following areas: development of a method of classification and selection criteria, monitoring and evaluation of image quality, the development of precision management of images for given values of pixels of medium intensity, creating image processing algorithms, the development of process control methods to ensure level-definition television images. Conducting research on the above research areas confirms the relevance of the topic of this thesis.

This dissertation research to a certain extent is the implementation of the tasks stipulated in the Decree of President of Uzbekistan № PP-1741 dated April 17, 2012 «On State program of technical and technological transition to digital broadcasting in the Republic of Uzbekistan», and in the decree of the Cabinet of Ministers № 24 of 1 February, 2012 «On measures to create conditions for the further development of computerization and information and communication

¹https://www.pwc.ru/ru/entertainment-media/publications/assets/entertainment-mediaoutlook_2014.pdf

technologies in the field» as well as in other legal instruments adopted in this area.

Compliance research priority areas of science and technology of the republic. This research was performed according to the priority directions of development of science and technology of the republic IV. «Development of informatization and information-communication technologies».

Overview of the international research on the dissertation theme².

Research aimed at the development of mathematical models and management systems television image processing processes are carried out in the leading research centers and higher educational institutions of the world, including the Massachusetts Institute of Technology, Columbia, and California Institute of Technology, University of Texas, University of California, Berkeley, and Harvard University, Georgia Institute of Technology, the company Dveo, Hibox Systems, Media Excel Honeywell (USA), Actus Digital, Adtec Digital (Israel), Tsinghua University, Beijing, Zhejiang University, Hangzhou, Shandong University (China), University of Bath, Cambridge University (UK), University of Pune (India), Ghent University (Belgium), University of Rostock (Germany), Kyungpook National University (South Korea), image processing systems Institute, RAS (Russia), Tashkent University of information technologies (Uzbekistan).

As a result, the world's research on the improvement of management systems and the creation of mathematical models of television image processing systems in the video information obtained by a number of research results, including effective methods of addition and the method of filtering to ensure a high level of image quality (California Institute of Technology, USA); developed technology to reduce defects videoposledovatelnosti via temporal filtering and wavelet domains as well as for digital image filtering method is linear in the processing of graphic images of shadows (Ghent University, Belgium); developed methods of processing video data, images and geometric calculations based

differential equations (Tsinghua University, China); We developed a method for rapid multi-valued anisotropic smoothing save images curvature (National Research Center, France); designed dynamic intervals seal technology with archived preserving local contrast images for digital video card (Kyungpook National University, South Korea); We developed a method for the automatic evaluation of noise and their elimination in some images (Cornegny University, USA); established methods for modeling and wavelet filtering of random fields and maximum entropy (Braun University, USA).

In the world to improve the level of quality of digital television pictures, design modeling filtration processes and high-performance systems management in a number of priority areas of research are conducted, including the formation of mathematical models of filtration processes improvement wavelet techniques, fourier, Haar, Walsh-Hadamard Karhunen-Loeve in improving the clarity and

²Review of foreign scientific research on the topic of the dissertation is based on <http://web.mit.edu/>, <https://en.knu.ac.kr/>, <https://www.timeshighereducation.com/>, www.ugent.be, www.tsinghua.edu.cn/, <https://www.cam.ac.uk/>, www.uni-rostock.de/en/, www.unipune.ac.in/ and other sources.

58

brightness of the images based on linear and nonlinear partial differential equations; the creation of methods to eliminate the additive, pulsed and adaptive gaussnogo types of noise in the images using the additive and adaptive filtering; rarabotke algorithms and software tools for making intra-and inter frame image changes; the development of an adaptive method of brightness control system with the help of matrix series of Chebyshev; the development of a gradient, the static and the Laplace method for image segmentation and dividing it into contours; formation criteria and evaluation of image quality conditions; developing methods for entropy encoding frames based on wavelet transforms. **The degree of knowledge of the problem.** The development and improvement of methods used mathematical modeling in solving methods of linear and nonlinear differential equations digital television images in video information systems, the study of an adequate model of a particular process and research methods for determining by experiments on calculating the level process activity parameters, creation of the theory and questions of improving maintenance practices brightness by filtration to eliminate defects additive, pulsed and adaptive nature of the noise are devoted to a number of scientists: Song-Hai Zhang, Shi-Min Hu, Ce ZHU, Ralph R. Martin, Dan Su, Philip Willis, Zhou Wang, Alan C. Bovik, Brian L. Evans, Jack Tumblin, Greg Turk, C. Tomasi, Erik Reinhard, Michael Stark, Peter Shirley, James Fervverda, Fredo Durand, Julie Dorsey, Suyash P. Awate, Ross T. Whitaker, David Tschumperle, Caroline Chaux, Jean- Christophe Pesquet, Aleksandra Pizurica, Vladimir Zlokolic, Wilfried Philips, Sheikh Md. Rabiul Islam, Xu Huang, Keng Liang Ou, Thou-Ho Chen, Yen-Hui Yin, Shi-Feng Huang, Yan-Ting Ye, Yusuke Monobe, Haruo Yamashita, Toshihary Kurosawa, Hiroaki Kotera, Heiko Schwarz, Detlev Marpe, Leo Grady, R.A. Vorobel, S.S. Buhtoyarov, S.I. Kataev, M.I. Krivosheev, Yu.B. Zubarev, A.S. Selivanov, B.P. Hromov, V.P. Dvorkovich, The .N. Bezrukov and others.

Issues related to the processing of video images in video information

systems, creating computer graphics and animation, automated geometric design, considering, are in the works of Shi-Min Hu, Ralph R. Martin, R.A.Vorobelya, S.I.Kataeva, M. I.Krivosheeva, B.P.Hromova, V.P.Dvorkovicha, V.N.Bezrukova and others developed methods of processing triad simulate digital television images «model algorithm program», as well as the method of computer modeling and computational experiment, modular system and system software package, achieved certain positive results in implementing them in practice. Related to the development of methods for image filtering additive, pulsed and adaptive Gaussian type studied Jack Tumblin, Greg Turk, David Tschumperle, Yu.B.Zubarev, A.S.Selivanov, S.S.Buhtoyarov, C. Tomasi, Aleksandra Pizurica, Vladimir Zlokolica, Wilfried Philips, as well as the issues of creating a variety of numerical models of image filtering and processing of scientists dedicated to the development of our country, including M.M.Musaeva, H.N.Zaynidinova, R.N.Usmonova, M.M.Kamilova T.F.Bekmuratova, T.Yuldasheva, B.K.Kurmanbaeva and other studies have examined the problem neohodimosti

59

create different numerical models of filtration processes and improving the system of intelligent management of imaging processes.

However, scientific research related to the establishment of efficient algorithms for solving problems of modeling techniques and filtration processes processing digital video images in video information systems, the use of modeling techniques and of linear and nonlinear differential equations with reschenii problems associated with filtration of digital television images, multiple-computer calculation to to determine the mechanical and geometrical parameters necessary to ensure the required level of brightness and contrast of the image that improve process control efficiency of processing digital television images in video systems, issues of modeling the entropy coding of television images, the division on the contours for image segmentation, the formation of non-linear game problems at increasing the brightness of the image, creating efficient methods for the automatic detection and removal of image defects create the conditions for the development of effective methods of calculation remains problematic.

Communication of the research plans of scientific research. The dissertation research is carried out in the following research projects of the Tashkent University of Information Technology on the topics: A5-037-«Development of hardware and software for audio and video codec based on wavelet transforms with inter-frame processing for mobile communication systems» (2012-2014) ; A5-024 – «Development of software for audio-video codec with inter-frame television wavelet processing for 3G cell phones» (2015-2017).

The aim of the study is development of methods, algorithms and raster models of filtration processes and improve the quality of television images in the video information based on the use of mathematical models of systems with partial derivatives.

Research problems:

development of a mechanism making Fourier, wavelet and discrete cosine transform based on the criteria and the required limit of boundary conditions of the process, taking into account the features of shapes and television imaging techniques in video information systems;

development of process control method to ensure the required level of brightness and visual assessment of the quality of television images for given values of medium-intensive pixel;

creation algorithm development of the mathematical model and the two parameter nonlinear system of television image processing processes; development of entropy encoding processing model of successive television images and dynamic contour extracting method and image segments in the video information systems;

development of methods and algorithms for solving problems to eliminate image defects with the help of partial differential equations on the basis of the theory of differential and discrete games of mathematical models of digital video images to video information processing systems;

60

development of linear and nonlinear filtering techniques to improve the brightness of the computer processing of static and dynamic video images based on partial differential equations and the formation of discrete and nonlinear differential game problems;

development of a method to eliminate shifts defects additive, and adaptive pulse-gaussnogo character using anizitropnoy filtration and separately-smooth image models.

The object of research is the process of processing and filtering images modeled using differential equations in order to improve the brightness level of the digital television images in video information systems.

The subject of the study are raster models, methods of their research and solutions, adequate computing algorithms and software tools used solving the problem to eliminate image defects, based on the use of mathematical models including differential equations and processes of digital video images processing for video information systems.

Research methods. The thesis used methods of mathematical and numerical modeling, theory of discrete and differential games, probability theory, computational mathematics, theory and methods algorithmization, modular and structured programming techniques, computational experiment methodology, as well as methods of linear and nonlinear filtering.

Scientific novelty of the research is as follows:

developed mechanism for the use of the Fourier transform, wavelet and discrete-cosine transform in the process of processing a television-dimensional images in video information systems on the basis of criteria taking into account the characteristics and limits of the boundary conditions;

developed a method for process control to ensure the required level of

brightness and visual assessment of quality indicators of video images for given values of the average intensity of the pixels;

developed a mathematical model to describe the spatial - temporal processing digital video images and the corresponding algorithm for solving nonlinear two-parameter system;

the model of entropy encoding processing of sequential dynamic digital television images, as well as the method of edge enhancement and image segments in the video information systems;

developed methods and algorithms for the solution of problems to eliminate image defects in the processing of digital video images to video information systems by means of mathematical models using the theory of differential and discrete games;

developed methods for linear and nonlinear filtering increasing the brightness of the computer processing of static and dynamic video images based on the modeling of differential equations and the formation of non-linear game problems;

developed a method of eliminating shifts defects additive, pulsed and adaptive Gaussian nature using anisotropy filtration and separately-smooth image models.

61

Practical research results are as follows:

developed methods of image coding for high luminance level of redundancy by eliminating intra-spatial spectrum in the processing of digital television images;

developed a method for generating a control signal, to provide-ing the required level of brightness, to eliminate defects and inter-human and inter-frame shifts by applying an iterative, adaptive spatio-temporal linear and nonlinear filtering of digital video images in the video information systems;

We developed a set of software tools for modeling processes to eliminate defects and intra and inter-frame shifts, taking into account possibilities of forming the brightness of the corrected image;

determined the appearance of the brightness of the picture effect as a result of the application of filtering techniques of television images in video information systems;

adequacy of the mathematical model and the reliability of complex development programs confirmed by the study of methods of linear and nonlinear filtering, based on the theory of differential and discrete games with the elimination of defects of the Gaussian type and changes in the television image.

The reliability of the results. The reliability of the results of the research is justified from a methodological point of view of the mathematical formulation of the problem on the basis of the theory of differential and discrete games and its decision precision methods applied partial differential equations, theoretical and practical results of the problem, process modeling of linear and nonlinear filtering and image processing, comparing the tasks elimination of the additive, impulsive and adaptive Gaussian defects and changes in images with research work in the

field of algorithms for solving and raster modeling methods Wiener Hop, Fourier, wavelet, matrix near Chebyshev, as well as the results of computational experiments on the basis of common criteria and benchmarking the data.

Theoretical and practical significance of the study results. The scientific importance of research results are development of linear and nonlinear partial differential equations on the basis of the theory of differential games, uprscheniya methods and criteria for evaluation of space-time state changes and defects in the images, methods of linear and non-linear filtering to eliminate additive, pulsed and adaptive gaussnogo types of noise, coding methods and the elimination of the phase image and interframe redundancy, raster models, algorithms, calculations and complex specialized software, patterns of dynamic transformation and properties of parameters that express the brightness and contrast of the image, are the creation of the concept of high-quality and high-grade transmission and processing of digital video images in the video information systems.

The practical significance of the results of the work lies in the development of image processing process control systems in video information systems, creating opportunities visual contrast and brightness of images as a result of their linear and nonlinear filtering, applying in practice the complex of specialized programs to determine the scope of laws and pixel density resolve and determination of intra and inter-frame shifts and space-time defects additive,

62

pulsed and adaptive Gauss nature, providing conditions for improving the television image quality can be widely used in the formation of images, the construction of mathematical models of image processing, optimization of time management, intensification of rapid determination and the establishment of the Intellectual management system processes to eliminate defects and changes in images, reduce material costs and the number of errors in the calculation.

Implementation of the research results. On the basis of mathematical models and process control systems process digital television-dimensional images:

tool for software systems algorithms and models of linear and nonlinear filtering implemented at the enterprises of the Ministry for the development of information technologies and communications, including in the State Unitary Enterprise «Tashkent Broadcasting Center» (Reference from October 4, 2016 №02-8/5459 of the Ministry of the development of information technology and communications). Based on the results of adaptive techniques and additive filtering images based on the theory of differential-social games, software systems have reduced shifts and defects in images from 11% to 26%;

developed a mathematical model to describe the space-time processing of digital television images and the corresponding algorithm for solving nonlinear two-parameter-term system introduced in «UZDIGITAL TV» LLC (Report dated October 4, 2016 №02-8/5459 of the Ministry for the development of information technologies and communications). Elaborate algorithm to create a model of entropy encoding processing of sequential dynamic digital television images, as well as highlight the contours and segments of images in video information

systems;

method of control the brightness level of assurance process and algorithm of television image quality assessment indicators introduced in the digital TV network of «Uzbektelecom» (Reference from October 4, 2016 №28-01/1420 «Uzbektelecom»). The results of the research provide improved process control processing efficiency digital television images at 8.5% due to higher levels of image brightness.

Approbation of the work. Theoretical and practical results of the thesis have been tested on the following international and national conferences and seminars: «Control problems and compression the image» (Germany, Wiesbaden, 2012); «Control actuators in parameters of algorithm compression of a video information with use of its structural lines» (Russia, Kazan, 2012); «Geometric methods in problems of conflict control with distributed parameters» (Kiev, 2013); «Differential Games of Pursuit Many people with distributed parameters and geometric constraints» (Odessa, Ukraine, 2013); «On a control problem, and image compression» (Russia, St. Petersburg, 2014); «Discrete Pursuit game described by equations of the second order from the image brightness» (Russia, Izhevsk, 2015); «Management speed video encoding when transmitting data in mobile communication systems» (Uzbekistan, Tashkent, 2011); «Image Compression Optimization as a task management with distributed parameters» (Uzbekistan, Tashkent, 2012); «Multidimensional controlled processes the image

63

brightness with geometrical limitations» (Uzbekistan, Tashkent, 2013), «The quasi-linear differential game with variable coefficients and geometrical limitations» (Uzbekistan, Tashkent, 2013), «Managing the encoding rate of minimax distortion criterion» (Uzbekistan, Tashkent, 2014), «On two problems handling the brightness of digital images described discrete equations of the second order» (Uzbekistan, Tashkent, 2014), «Managed digital image» (Uzbekistan, Tashkent, 2015), «Discrete game of pursuit, with the image brightness» (Uzbekistan, Tashkent, 2015).

Publication of the results. According to the thesis topic published a total of 48 scientific works. Of these, 1 monograph, 13 journal articles, including 2 foreign and 11 in national journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of basic scientific results of doctoral theses and taken 6 certificates on registration of computer programs.

The structure and scope of the thesis. The thesis consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of references, applications. The volume of the thesis is 200 pages.

THE MAIN CONTENTS OF THESIS

In the **introduction** given the relevance and demanding of the research, a description of the purpose and main tasks, as well as object and subject corresponding to the priority areas of Science and Technology of the Republic of

Uzbekistan, scientific novelty and practical results, theoretical and applied significance of the results, information about the publication of the work and thesis structure.

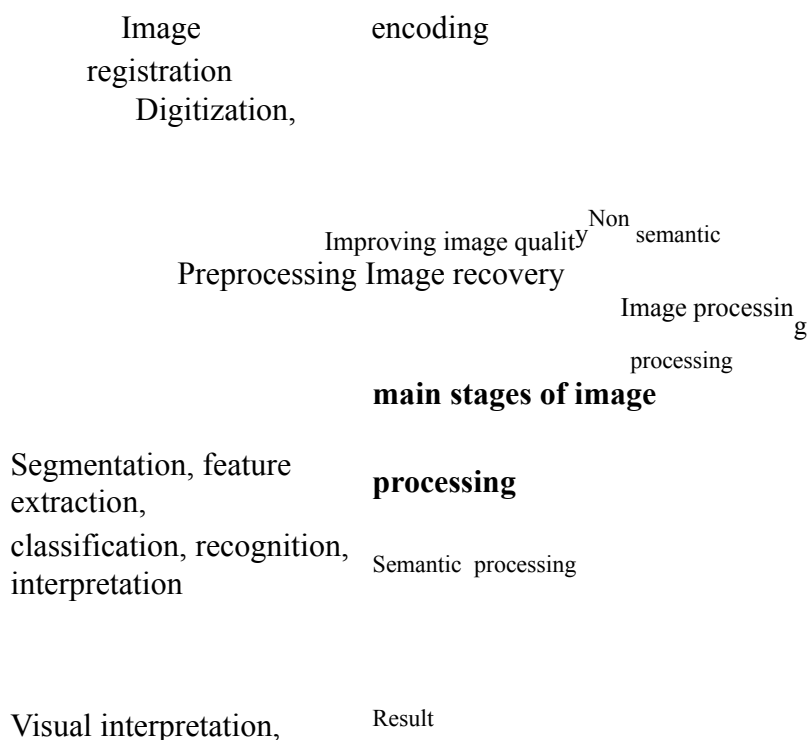
In the first chapter of the dissertation «**Analysis of modern television image processing techniques**» considered methods of processing video images, carried out an analysis of traditional forms and methods of treatment, revealed the specific features of pre-processing of television images. Abstract Fourier methods, wavelet and discrete-cosine transform in the television image processing. A classification and selection criteria for the visual evaluation of the quality of television pictures.

Image processing is a multistep process, so the main stages of the image processing carried out in order to improve its visual perception, can be represented as a block diagram shown in Fig. 1.

Image Processing begins with reception (registration) images using the imaging system, except for those cases when the image is already presented in digital form. Important at this stage is the right choice of the imaging system of the luminous flux and the most accurate selection of parameters characteristic of fixing the object of interest in the image (light, long range will, etc). Digitization is necessary to convert the image to digital form, coding - required in the case of image transfer on communication channels.

Global image processing methods may be implemented either directly on the image field, or by spectra.

64



visualization **Fig. 1. The**

There are three main applications of the global two-dimensional orthogonal transformation in image processing for:

- highlight the characteristics of the image features;
- image coding, when the width of the spectrum is reduced by dropping or rough quantization small in magnitude of transform coefficients;
- reduction of dimension in the performance calculations.

Such transformations are Fourier transform, sine, cosine, wavelet transform and conversion Karunena-Loev, Walsh, Haar and Hadamard. However, these changes did not have the necessary flexibility for a wide range of digital filtering tasks.

Often in practice to transfer the source image to the frequency domain and restore used direct digital conversion (DDC) and Inverse Discrete Fourier Transform (IDT) or other discrete orthogonal transformation. Filtering in the frequency domain consists in multiplying the Fourier-image on the image frequency filter characteristic.

As alternative IDT Fourier to solve the image pre-processing tasks, eliminating noise and interference, the optimal Wiener filter, to improve the quality of visual perception of images, highlight the boundaries of objects and their segmentation for classification and pattern recognition, image analysis of the spectra, calculate the discrete convolution, correlation function and other operations on the spectra of the greatest use is made of discrete orthogonal Hartley transform, Haar, Walsh-Hadamard.

The discrete Fourier transform is the basis for the implementation of many digital filtering techniques. Advantage of the method - Possibility of using fast DFT algorithm that allows the system to implement processing in real time. The disadvantage is the need to limit the infinite spectrum with analog-to-digital conversion.

One of the main parameters that determine the quality of the images is contrast. Because the image can be a complicated scene in nature, it generates the

65

need to determine its contrast based on the contrast of certain combinations of image elements. Thus all elements are considered equivalent, and the contrast of each of the pair is calculated by the formula

$$C_{LL} = \frac{1}{N} \sum_{m,n} (L_m - L_n)^2$$

where C_{mn} - a combination of two pixel contrast L_m, L_n - the brightness of the image elements by plot size $m \times n$.

Applying the rule of summation of contrasts, calculate a set of values C_{mn} , that define the perception of each pair of pixels. Averaging matrix of local contrasts, receive total contrast. The result can be used as one of the parameters of the visual image quality evaluation.

In the second chapter of the thesis «**Development of methods to improve the brightness of the image in the process of processing**» describes methods for improving the contrast of video images in video information systems. An algorithm for constructing a mathematical model of image processing. It is noted that the race image focus can be achieved by spatial averaging operation point values for the neighborhood. Sharpening is a phenomenon back in relation to the race focusing can be achieved spatial differentiation. From a fundamental point of view, the value of the derivative operator response to an image point is proportional to the degree of discontinuity of the image at a given point. Thus, the image allows for enhanced differentiation swings and other discontinuities (eg, noise) and not to emphasize the area with slow changes in brightness levels.

The simplest isotropic operator based on derivatives is Laplacian (Laplace operator), in which case the functions of two variables $z(x, y)$, is defined as

$$\nabla^2 z = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$$

$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$

Thus, the derivatives of any order are linear operators, that means and the Laplacian is a linear operator.

For the application of this equation in the digital image processing, it must be expressed in discrete form. There are several ways to set the discrete Laplacian as based on the values of neighboring pixels. The following definition of a discrete second derivative is one of the most commonly used. Taking into account that there are now two variables, for a particular second derivative x :

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{1}{4} [z(x+1, y) + z(x-1, y) - z(x, y+1) - z(x, y-1)]$$

and similarly for the second private derivative

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \frac{1}{4} [z(x, y+1) + z(x, y-1) - z(x+1, y) - z(x-1, y)]$$

Discrete formulation of the two-dimensional Laplacian, given by equation

(1) is obtained by combining these two components:

$$\nabla^2 f(x, y) = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -4 & 2 & 2 & -1 \\ 1 & 2 & -4 & 2 & -1 \\ 1 & 2 & 2 & -4 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} f(x, y)$$

66

So, as the Laplace operator is essentially a second derivative, its use underscores gap levels of brightness in the image and suppresses the area with weak changes in brightness. This results in an image containing grayish contour line in place and other discontinuities superimposed on a dark background without features. But the background, you can «restore», while retaining the sharpening effect achieved Laplacian. It is enough to fold the original image and the Laplacian. It is necessary to remember some of the definitions of the Laplace was used. If used definition uses the central negative factors, then getting the effect of Sharpening-Laplacian image should be subtracted, not add. Thus, the generalized use of Laplacian algorithm for image enhancement is as follows:

$$g(x, y) = \begin{cases} f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) & \text{if } w(0,0) > 0 \\ f(x, y) + \nabla^2 f(x, y) & \text{if } w(0,0) < 0 \end{cases}$$

Here $w(0,0)$ — the value of the central coefficient Laplacian mask. Now consider the control problem from the image brightness in the following form

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -4 & 2 & 2 & -1 \\ 1 & 2 & -4 & 2 & -1 \\ 1 & 2 & 2 & -4 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix} u = \rho \\ & i = -1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, 1, \theta \end{aligned}$$

where the left side of the equation the discrete analogue of the Laplacian

$\Delta f(x, y)$ function of brightness, and $f(x, y) = a_{ij}$,
 a_{ij} — the value of the image brightness levels of the respective
 a_{ij} — the brightness of the image at the point, i.e. a_{ij} ,
 a_{ij} pixels (i, j) , i, j ,
 u — the control parameter. Without loss of generality, it is

convenient to assume that if either $i = 0$, or $i = m$, or $j = 0$, or $j = \theta$, $z_{ij} =$ something that bordered image pixels with zero values of the level of brightness. Management tasks are set as follows.

$$u_{ij} = -1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, 1, \theta$$

We shall say that an admissible control u_{ij} , translate brightness of the position z_{ij} to $0, 0, 0, 0, z_{ij}$

satisfying the condition: $z_{ij} \in [-\theta, +\theta]$ where $z_{ij} = z_{ij}$ for $0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq \theta$. This some predetermined

the value of brightness levels in the image has been predetermined means that z_{ij} , pixels in an interval.

It also investigated two-parameter nonlinear systems and to develop a process control system processing the brightness levels and a mathematical model of the television image processing.

During the pre-treatment is carried out analysis of the image, which determines various statistical characteristics of the image, such as the mean and standard deviation of brightness, contrast, histogram of brightness and contrast, select the most suitable model and parameters of digital noise. In step pretreatment

67

performed low-pass filtering, removal of which produces digital noise in the image.

As a rule, after low-pass filtering the image contrast is reduced and hence the need to adjust it. The contrast correction, the computation of image contours. As a result of the summation of the brightness of image pixels with brightness calculated contours contrast correction is performed.

In the third chapter of the thesis «**Methods of improving the contrast and brightness levels of the television image**» formulated nonlinear gaming tasks and performed a selection of their method of solution to the brightness of the image. The formulated problem is solved with the help of difference analogues of Cauchy's integral formula. Developed methods used to solve the problems of harassment described by elliptic equations.

The essence of the method is as follows, even in R^n the space of dimension n , $n \geq 1$, is allocated a finite set of K and some arbitrary set D_0 points with integer coordinates. Let D denote the set which runs through point n, k if n and k , respectively, a plurality of independently run D_0 and K . Each point $r \in D$, associate the set K_r , attributing to him the points $k \in K$, for that $r, k \in D$ - $\notin$. The collection of the r , for which the set of non-empty call boundary G of domain D . Consider a discrete game described with respect to equation,

=the result of the useful signal (),

$$x_{ij} x_{ij}^{**}$$

$$x_{ij} x_{ij} =$$

filtering in the frame at the coordinates $(i, j, S, ;)$ – set of points (or rather the set of their origin), forming a neighborhood; $a_{ij}(i, j)$ – weights, which is a set of two dimensional impulse response (IR). If the region S is finite, then the impulse response has a finite length then a filter called a EIR filter. Otherwise, the impulse response is infinitely long, and the name of the filter IIR. In the expression (6) it is assumed that they are not dependent on $(i, j, ;)$ the point of origin which is defined by the output effect. image processing procedures with the property regardless of origin, are called homogeneous.

The most common optimality criterion, used to assess the quality of treatment is the minimum mean square error criterion. With regard to the filter expression, we write it in the form of:

$$E \left\{ \sum_{i,j} \sum_{i,j} (x_{ij} - \sum_{i,j} a_{ij} y_{ij})^2 \right\} = \min_{a_{ij}} \left(\sum_{i,j} \sum_{i,j} (x_{ij} - \sum_{i,j} a_{ij} y_{ij})^2 \right) \quad (7)$$

where $E\{ \}$ – the mathematical expectation. According to (7) the determination of the optimal filter it consists in determining them so that the mean squared error =

$$\epsilon(x_{ij} - \sum_{i,j} a_{ij} y_{ij}, \dots) \quad (7)$$

the

estimate and the formed filter was minimal. The expectation is taken over all

69

random variables contained in (7), which means the orientation of the criteria for registration of average error.

The optimization problem (7) can be easily reduced to the solution of the equation or system of equations. To do this, we calculate the derivative of the left hand side of this expression at a rate (),

$$\frac{\partial}{\partial a_{kl}} \left(\sum_{i,j} \sum_{i,j} (x_{ij} - \sum_{i,j} a_{ij} y_{ij})^2 \right) = 0$$

Considering that the operation of differentiation, summation, and the expectation is

$$E_{xya}E_{yy} = \sum_{ijkl} \sum_{ijkl} \{ \} \{ \} \quad (8)$$
$$= \sum_{Bkl} \sum_{aBkilj} \dots, \quad (9)$$

aof

ve filters are designed to save the contours and boundaries of objects when the noise filtering fluctuation widely used adaptive filters with se response. The term «adaptive» means that the filter's impulse fficients vary in accordance with the structure of the processed image. eneral case of adaptive filters implementing local processing type

where normalizing filter coefficient providing unbiased average brightness of the processed image relative to the original. The filter coefficients depend on the values of the brightness of the image in the «sliding window». For each window position is performed or counting counts filter mask selection or processed image

pixels in the window i.e. window configuration change. Therefore, despite the use of linear processing of samples in the window of adaptive filtering procedure it is generally nonlinear.

70

$$)_{-+ - +, 1, 1, , 1, 1}^{z z z z z u x y v x y} i j i j i j i j i j^{- + + + +} = - +$$

Model example of the studied class digital gaming is the next process of $- + + + + \equiv - +$

persecution described by equations

$$u_{ijij}$$

$$i = -1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, 1, \theta$$

^m $M R \subseteq$ terminal set that the game ends.

[illegible]

ziz₀- line data for calculating the initial correction coefficients, which are determined directly from the images (the first and last rows study area);
¹U_{θ1}

$\theta - 1$; $U_{\theta - n - 1}$ – the matrix of the
 $\theta - -n - 1$; U_{k-1} – the matrix of the Chebyshev polynomial of degree $k - 1$; u_k and u_k
 – control parameters in the form of vectors; n – line number in the matrix of
 correction factors for the brightness of the θ – a parameter indicating the
 matrix;

1) The site of the image, which has been a defect is corrected in accordance with its environment.

2) We calculate the control coefficients for the whole area on which the

correction is made. They can be used in the subsequent images with the same defect and the surrounding area.

The algorithm uses two basic formulas:

$$U_{n+2}(X) = \frac{2XU_{n+1}(X) - U_n(X)}{2}, \quad (13)$$

$$U_{n+2}(X) = \frac{2XU_{n+1}(X) - U_n(X)}{2}, \quad (14)$$

where: U_{n+2} is the matrix of the Chebyshev polynomial, ($n+2$ - the degree of the polynomial); X - input parameter on which the polynomial is calculated. Thus, by searching the control coefficients using Chebyshev polynomials of the second kind (13) and (14) can adjust the brightness according to the specified

range $(\beta - \epsilon, \beta + \epsilon)$, where ϵ - the difference between β - the minimal brightness

the maximum and minimum brightness, radiance of this point) within workspace. As a result setting the brightness range

$\beta \pm \epsilon$, the measurement is performed

$(\beta - \epsilon, \beta + \epsilon)$, which should get all the points from the working area after correction.

72

In the fifth chapter of the thesis «**Improving the filtration methods of television images**» deals with the filtering of digital images by a convolution with the impulse response in the spectral region.

Filtering images $L(x, y)$ using convolution with the impulse response $h(x, y)$ of the continuous case of achromatic images are mathematically described as follows:

$$L(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} L(\xi, \eta) h(x - \xi, y - \eta) d\xi d\eta$$

where $L(x, y)$ - the distribution of brightness in the image after filtering, ξ, η - integration variables. When implementing this method digitally filtering the original image, the image after the filter and the impulse response are represented as arrays of numbers whose elements are denoted by $L(k, n)$ and $h(k, n)$ a number of rows and columns through k and n . At the same time, the brightness of the pixels of the filtered image is calculated as follows:

$$L(k, n) = \sum_{k=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{N-1} L(k, n) h(k, n)$$

$$\begin{aligned}
&= + + \sum_{k=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{N-1} \dots \\
&L k n L k k n n h k n \\
&(\dots) (\dots) (\dots) \\
&\Omega - \dots = - \\
&K N_{k n} \\
&1 1 \\
&2 2
\end{aligned}$$

where K and I - a two-dimensional impulse response length in both directions. And odd values K and N are selected in order to avoid displacement of the filtered image with respect to the source.

When you filter scans the image window (impulse response), the size of which constitute pixels $K \times N$. Each sample window is a weighting factor (the value of the impulse response), which is multiplied by a pixel of the image, covered by this countdown window. The intensity of the filtered image pixel whose coordinates coincide with the coordinates of the center of the window, are by adding up all the works.

The impulse response $h(k, n)$ in the development of the digital filter is as follows. First, is the frequency transfer function of $K(\omega_x, \omega_y)$ the analog filter is then by applying it to two-dimensional Fourier transform integral is sought corresponding impulse response $h(x, y)$:

$$\begin{aligned}
&= + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \dots \\
&1 \\
&4^{x y x y x y} h x y K i x y d d \omega \omega \omega \omega \omega \omega \\
&\dots, \exp \dots \\
&(\dots)_2 (\dots) (\dots) \\
&\pi \dots -\infty -\infty
\end{aligned}$$

The impulse response thus found to be converted to discrete form by its spatial sampling, while the spatial sampling interval must be the same as the spatial discretization step the filtered image.

Plot with different color characteristics were selected for testing. All subjects contain four frames, the first of which is a reference, and represents a static image, and the subsequent three - dynamic video reel. Each frame was coated with a

certain amount of defects (1 to 6) to simulate a real image damage. The standard deviation (SD) was used as a measure of the success of the restoration carried out.



Figure 2. Sample processing for the scene «Squirrel» : all the required fields are highlighted and customized

The following are examples of test subjects as a reference frame, and the original images are located on the left and on the right - with marked defects. Because the experiment is carried out in two phases, then the results will be grouped by the type of graphical information - first processing the reference frames of the three video sequences as static graphics, then processing results of all the frames in the video sequence as histograms MSE reflective processing error for each defect as dynamic images.

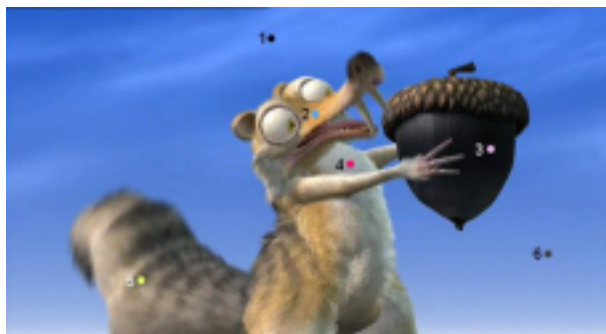
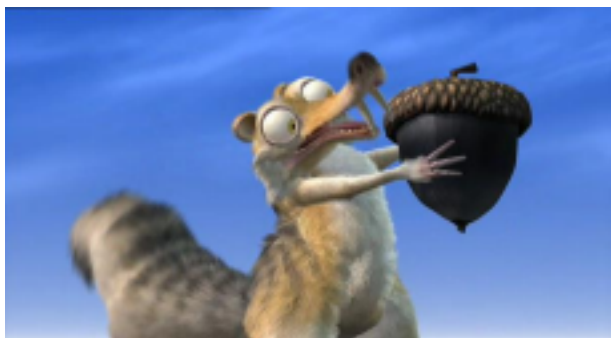
In the first phase of the experiment, the processing of still images, the control coefficients are determined, which are then used during the second phase, thereby significantly reducing the resources required.

This «squirrel» story identified six defects, the coordinates of which are given below, all the defects have a size of 8 by 8 pixels, respectively, the size of the region, describing them, will be 10 by 10 pixels.

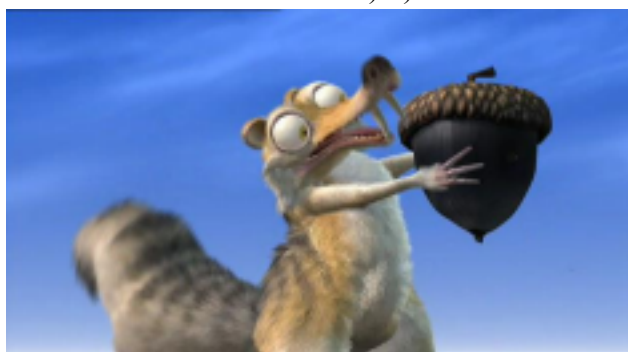
Table 1.

The coordinates of the upper left corner of the area with defects to the story «Squirrel» for the reference frame

	Str. 1		Str. 2		Str. 3		Str. 4		Str. 5		Str. 6	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
The supporting frame	276	28	323	109	508	146	360	162	570	257	138	286



a) b)



v)

Figure 3. The source (a), the defect (b), and recovered (v) a support frame for the «Squirrel» plot

Further, after the completion of the first phase of the coefficients obtained control that allows you to go to the second phase and to use them in the processing of dynamic data. The number of defects and their size in each story remains the same, but their location in the different frames of a video sequence may vary slightly around the initial position, the exact coordinates of each frame will be shown in the «Squirrel» description of the scene.

Table 2.

The coordinates of the upper left corner of the area with defects for «Squirrel» plot.

	Str. 1		Str. 2		Str. 3		Str. 4		Str. 5		Str. 6	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Frame №1		28	323	109	508	146	360	162	570	257	138	286
Frame №2		26	321	106	508	146	363	155	572	250	133	282
Frame №3		32	318	107	504	140	355	156	567	257	137	276

Frame №4		35	318	102	508	140	352	162	572	252	143	274
----------	--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Table 3.

RMS for «Squirrel» plot						
	Str. 1	Str. 2	Str. 3	Str. 4	Str. 5	Str. 6
Frame №1	0	9,165151	0	16,7332	4,472136	61,28621
Frame №2	0	5,385165	0	18,24829	4,582576	54,36911
Frame №3	0	7,071068	0	18,81489	3,162278	60,73714
Frame №4	1,732051	3,162278	0	16,03122	4,582576	52,19195

75

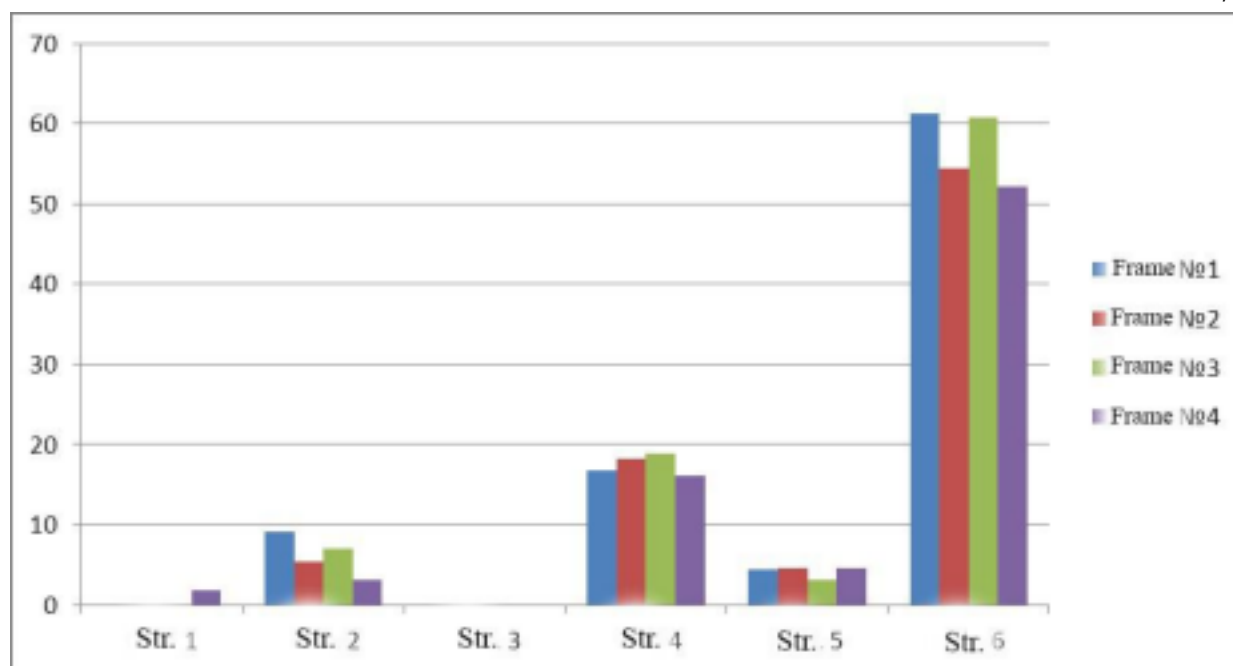


Figure 4. RMS Chart for «Squirrel» plot

Based on analysis of the data tables, bar charts and visual evaluation of images obtained by processing one can conclude that color in place of the defect recovered by 85-90%, depending on the place of the surrounding background and, thus, more uniformly than the background, the better the recovery.

CONCLUSION

According to the research doctoral dissertation on the theme «Mathematical models of filtration processes and improving quality of television pictures in video information systems» were made the following conclusions:

1. The processing of digital video images to video information systems using the methods of creating mathematical models, expressions using linear and

nonlinear differential equations based on game theory analysis of the application of computing algorithms and software systems have defined the theoretical basis of the prospects and characteristics.

2. Create a filtering processing methods of static and dynamic video images based on differential equations, the validity of the mathematical correctness of their algorithms, develop appropriate computational algorithms and software systems helps automate the process of managing improve the clarity of images on the average intensity of pixels.

3. Transformations such as Fourier, discrete cosine and wavelet-based restrictions television image processing processes, criteria and parameters selected classification contributes to the creation of visual quality assessment methods for digital television images.

4. As a result of computational experiments and mathematical modeling based on differential game theory image processing solution is found to eliminate

76

the time-phase shifts and adaptive defects, impulse and additive-gaussian types of images.

5. Establishment of a mathematical model of television image processing in two parametrical nonlinear systems automate image management processes, eliminating shifts and time-phase defects through effective use of research results and computational experiments, detection and filtering of their type in the images.

6. Development of a two-dimensional raster image of the object state model and modeling algorithms contentious states in the television image processing allows you to choose how to ensure the desired brightness distribution of pixels and image formation of nonlinear tasks of the game.

7. Improvement of ways to filter processing digital video images with temporary-phase shifts and defects can eliminate deficiencies in the transmission of images by optimization taking into account the characteristics of the pulses in the spectral imaging fields, the use of methods of adaptive anisotropic filtering and models of separately-consistent images.

8. Create an image brightness control system through a series of Chebyshev matrix, adaptive control mechanism for processing images in a dynamic sequence estimation algorithm allows to develop the efficiency and accuracy in image processing.

9. The use of edge enhancement with image segmentation in video systems, model entropy coding of television images and linear filtering techniques images using Wiener Hopa equations provide an opportunity to reduce defects and changes in television images by approximately 11-26%, as well as increase the level of brightness images on 8.5%.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Маматов М.Ш., Ташманов Е.Б., Алимов Х.К. Теория управления распределенными параметрами и геометрическими ограничениями. Монография // Изд-во «Fan va texnologiya», 2013. С.183.
2. Tashmanov E.B. Modernization of Processes Control Methods for Digital Image Processing // Computer Science and Information Technology Vol. 4(4), 2016., USA, P. 135 – 138. (05.00.00; №6).
3. Tashmanov E.B. Mathematical models of filtration processes video images // IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology Volume: 05 Issue: 09 | September-2016, India (№05) Global Impact Factor, IF=0.897.
4. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш. Сжатие изображения как игровая задача с распределенными параметрами // Инфокоммуникации: сети. технологии. решения. -Ташкент. 2012.-№4.-С.24-29. (05.00.00; №2)
5. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш. Оптимизация сжатия изображения как управления с распределенными параметрами // Вестник ТУИТ.-Ташкент, 2012.-№3,4.-С.55-62. (05.00.00; №10)
6. Ташманов Е.Б. О задаче управления компрессией цифровых

изображений ТАТУ хабарлари. Ташкент. 2015. – № 2(34) . – С. 77-81.
(05.00.00; №10)

7. Ташманов Е.Б., Пузий А.Н. Анализ методов сжатия изображений на основе Wavelet преобразований // Вестник ТУИТ.-Ташкент,2016.-№1.-С.21-25. (05.00.00; №10)

8. Гаврилов И.А., Ташманов Е.Б. Сжатие видеоизображений методом яркостного преобразования и оценка его эффективности // Вестник ТУИТ.-Ташкент, 2016.-№2.-С.102-106. (05.00.00; №10)

9. Маматов М.Ш., Ташманов Е.Б., Рахимов Б.Н. Обработка сигналов на основе Фурье преобразование // Вестник Фер.ПИ.-Фергана,2016.-№3.-С.131-133. (05.00.00; №20)

10. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш. Обработка изображений на основе дискретно-косинусного преобразования // Вестник Фер.ПИ.-Фергана,2016.-№3.-С.158-159. (05.00.00; №20).

11. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш. Дискретная игра преследования, описываемая уравнениями второго порядка с яркостью изображения // Вестник Фер.ПИ.-Фергана, 2016.-№4.-С.15-20. (05.00.00; №20).

12. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш., Маъруфов Э.К. Применение вейвлет - преобразования к обработке изображений //Вестник Фер.ПИ.-Фергана, 2016.-№4.-С.146-149. (05.00.00; №20).

78

13. Ташманов Е.Б. Повышение эффективности межкадровой обработки ТВ изображений // Инфокоммуникации: сети. технологии. решения. - Ташкент. 2016. -№3.-С.24-29. (05.00.00; №2).

14. М.Ш.Маматов., Ташманов Е.Б., Гаврилов И.А., Пузий А.Н. Оптимизация изображений на основе полиномов Чебышева // Доклады Академии наук РУз Ташкент.2016.-№5.-С.36-40. (05.00.00; №9).

II бўлим (II часть; II part)

15.Tashmanov E.B. Control in parameters of algorithm compression of a video information with use of its structural lines s // Analytical mechanics, stability and management / Works X-th of the international Chetayevsky conference. – Kazan, 2012. – P. 282- 290.

16. Tashmanov E.B. Control problems and compression the image // European Science and Technology. Wiesbaden, Germany 2012. January 31st, 2012.-P. 322-326.

17. Tashmanov E.B., Mamatov M.Sh. Control problems and compression the image // Eight World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automatoin. Tashkent November 25-27, 2014.P. 237-241.

18. Tashmanov E.B., Mamatov M.Sh. The task control digital image compression // PR-technologies and informatization of the system of education:

status and prospects Materials of the international scientific conference on October 10-11, 2014. Prague. P. 92-96.

19. Tashmanov E.B. Effectiveness increase of visual processing on the basis of image scaling // American Scientific Journal №4 (4)/2016, USA. P.69-72. 20. Tashmanov E.B., Mamatov M.Sh., Alimov X.K. Differential Games of Pursuing in the Systems with Distributed Parameters and Geometrical Restrictions // American Journal of Computational Mathematics, 2013, USA, 3, 1-61. September 2013. P. 56-61.

21. Tashmanov E.B., Mamatov M.Sh., Alimov X.K. Quasi Linear Discrete Games of Pursuit Described by High Order Equation Systems // Automatic Control and Computer Sciences. 2015. USA, – V. 49. – № 3. – P. 148-152.

22. Ташманов Е.Б. Управление скоростью кодирования видеоинформации при передаче данных в системах мобильной связи // «Ахборот технологиялари ва телекоммуникация муаммолари», Республика Илмий-техник анжумани 21-22 апрель 2011 й., Тошкент. 256-258 б.

23. Ташманов Е.Б. Управление параметрами алгоритма сжатия видеоинформации с использованием его структурных линий // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. №9(32), сентябрь 2011, Москва, 2011, С.37-40.

24. Ташманов Е.Б. Управление скоростью передачи видеоинформации с помощью Вейвлет-преобразования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. №11(34), ноябрь 2011, Москва, 2011, С.63-66.

79

25. Ташманов Е.Б. Управление скоростью передачи видеоинформации с помощью преобразование Фурье // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. Москва. – 2011. – № 12. – С.37- 40.

26. Ташманов Е.Б. Управляемые процессы и сжатия изображения // «Ахборот технологиялари ва телекоммуникация муаммолари», Республика Илмий-техник анжумани 15-16 март 2012 й., Тошкент. 56-59-б.

27. Ташманов Е.Б. Оптимизация сжатия изображения как задача управления с распределенными параметрами // Материалы международной научной конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий –Аль-Хорезми 2012» Том №1.Ташкент 19-22 декабрь. С. 319-322.

28. Ташманов Е.Б. Многомерные управляемые процессы яркости изображения с геометрическими ограничениями // «Ахборот технологиялари ва телекоммуникация муаммолари», Ёш олимлар, тадқиқотчилар, магистрант ва талабаларнинг Республика илмий-техник конференцияси 14-15 март 2013 й., Тошкент. 7-8 б.

29. Ташманов Е.Б. Квазилинейная дифференциальная игра с переменными коэффициентами и геометрическими ограничениями // Тезисы докладов международной конференции «Проблемы современной топологии

и её приложения» Ташкент, 20-24 май 2013 г, С.191-194.

30. Ташманов Е.Б. Геометрические методы в задачах конфликтного управления с распределенными параметрами // XVI International Conference «Dynamical system modelling and stability investigation» Kiev, Ukraine May 29-31, 2013.-С.373-374.

31. Ташманов Е.Б. Дифференциальные игры преследования многих лиц с распределенными параметрами и геометрическими ограничениями // Тезисы докладов международной конференции «Геометрия в Одессе-2013», Одесса, 27 мая - 1 июня 2013 г. С.56-57.

32. Ташманов Е.Б. Управление скоростью кодирования по минимаксному критерию искажения. // Ахборот технологиялари ва телекоммуникация тизимлари самарали ривожлантириш истиқболлари, Республика илмий-техник конференцияси 13-14 март 2014 й., Тошкент. 217-218 б.

33. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш. О двух задачах управляемости яркости цифровых изображений описываемых дискретными уравнениями второго порядка // Материалы научной конференции «Актуальные вопросы геометрии и её приложения» Ташкент 27-28 октябрь 2014 г, С. 212-214.

34. Ташманов Е.Б. Управление скоростью передачи видеoinформации с помощью Вейвлет-преобразования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014, №12, Москва, 2014, С.54-58.

35. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш. Об одной задаче управления и сжатия изображений // Высокие технологии, исследования, финансы, промышленности /Сборник статей.-Санкт-петербург, Россия, 2014.-С.124 - 128.