



ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI  
O'LIY VA URTA MAHSUS TA'LIM VAZIRLIGI  
ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
В.И. РОМАНОВСКИЙ НОМИДАГИ МАТЕМАТИКА ИНСТИТУТИ  
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ  
БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

*Бухоро фарзанди, Беруний номидаги Давлат мукофоти лауреати, кўплаб  
ёш изланувчиларнинг ўз йўлини топиб олишида раҳнамолик қилган етук  
олим, физика-математика фанлари доктори Ғайбулла Назруллаевич  
Салиховнинг 90 йиллик юбилейларига бағишланади*

## АМАЛИЙ МАТЕМАТИКА ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ ЗАМОНАВИЙ МУАММОЛАРИ

ХАЛҚАРО ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАН  
МАТЕРИАЛЛАРИ

2022 йил, 11-12 май

БУХОРО – 2022



«AMALIY MATEMATIKA VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINING ZAMONAVIY MUAMMOI  
XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN

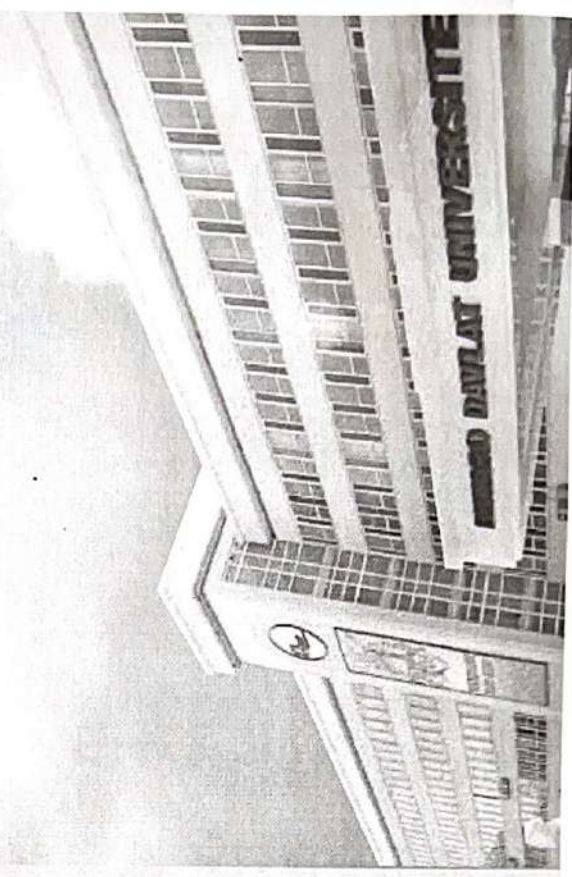


ZAMONAVIY MUAMMOI  
XALQARO ILMIY-AMALIY A  
MATERIALLARI

ABSTRACTS  
INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRAC  
«MODERN PROBLEMS OF APPLIED M  
INFORMATION TECHNOL

МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАД  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХН

2022-yil, 11-12 may





## ТАШКИЛИЙ ҚЎМИТА

### Фахрий раислар:

Аюпов Шавкат

Маджидов Иномжон

Абдурахманов Одил  
Хамидов Обиджон

### Раислар:

Розиқов Ўткир

Арипов Мирсаид  
Шадиметов Холматвай  
Дурдиев Дурдимурод

### Раис ўринбосарлари:

Ҳаётов Абдулло

Худойберганов Мирзоали  
Эшанкулов Ҳамза

В.И.Романовский номидаги Математика Институтининг  
директори, академик .

М.Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университетининг  
ректори

Тошкент давлат транспорт университетининг ректори  
Бухоро давлат университетининг ректори

ЎзФА Математика Институтининг илм-фан бўйича директор

ўринбосари, профессор

ЎзМУ, профессор

Тошкент давлат транспорт университетининг профессор

ЎзФА Математика Институтининг Бухоро бўлимининг

мудири, профессор

В.И.Романовский номидаги Математика Институтининг,  
профессор

ЎзМУ, ф.-м.ф.д.

БухДУ, факультет декани, т.ф.ф.д. (PhD)

## ТАШКИЛИЙ ҚЎМИТА АЪЗОЛАРИ

Жўраев А.Т.

Жумаев Р.Ғ.

Зарипов Г.Т.

Жумаев Ж.

Расулов Т.Ҳ.

Жалолов О.И.

Шафиев Т.Р.

Бабаев С.С.

Ахмедов Д.М

Болтаев А.Қ

Дурдиев У.Д.

Дилмуродов Э.Б.

Жумаев Ж.Ж.

Зарипова Г.К.

Сайидова Н.С.

Бакаев И.И.

Шадманов И.У.

Хаятов Х.У.

Хазратов Ф.Х.

Эргашев А.А.

Авезов А.А

БухДУ, проректор

БухДУ, проректор

БухДУ, доцент

БухДУ, доцент

БухДУ, профессор

БухДУ, кафедра мудири, доцент

БухДУ, кафедра мудири, т.ф.ф.д.(PhD)

БухДУ, ф.-м.ф.ф.д.(PhD)

В.И.Романовский номидаги Математика институтининг, (PhD)

В.И.Романовский номидаги Математика институтининг, (PhD)

БухДУ, доцент

БухДУ, доцент

ЎзФА Математика Институтининг Бухоро бўлимининг, (PhD)

БухДУ, доцент

БухДУ, доцент

Рақамли технологиялар ва сунъий интеллектни

ривожлантириш илмий-тадқиқот институтининг, (PhD)

Математика Институтининг Бухоро бўлимининг, (PhD)

БухДУ, катта ўқитувчи

БухДУ, катта ўқитувчи

БухДУ, катта ўқитувчи

БухДУ, катта ўқитувчи

## ДАСТУРИЙ ҚЎМИТА

Гасимов Юсуф	Азарбайжон	Лақаев Саидахмат	Ўзбекистон
Зағдхорол Баясгалан	Монголия	Мадрахимов Шавкат	Ўзбекистон
Ибрагимов Гофуржон	Малайзия	Матёкубов Алишер	Ўзбекистон
Имомназаров Холматжон	Россия	Мирахмедов Шерзод	Ўзбекистон
Кабада Алберто	Испания	Мўминов Баходир	Ўзбекистон
Ли Чанг-Ок	Жанубий Корея	Нуралиев Фарход	Ўзбекистон
Марек Милош	Польша	Адилова Фотима	Ўзбекистон
Мухамедов Фаррух	Бирлашган Араб Амирликлари	Омиров Бахром	Ўзбекистон
Новак Эрих	Германия	Ортиқбоев Абдулазиз	Ўзбекистон
Носков Михаил	Россия	Пўлатов Асхад	Ўзбекистон
Правен Агарвал	Ҳиндистон	Равшанов Нормаммад	Ўзбекистон
Рамазанов Марат	Россия	Раимова Гулнора	Ўзбекистон
Рахимов Исомиддин	Малайзия	Расулов Абдужаббор	Ўзбекистон
Умаров Собир	АҚШ	Расулов Тўлқин	Ўзбекистон
Уранчимег Тудевдагя	Германия	Рахматуллаев Музаффар	Ўзбекистон
Абдуллаев Бахром	Ўзбекистон	Рахмонов Зафар	Ўзбекистон
Адашев Жобир	Ўзбекистон	Рўзиев Менглибай	Ўзбекистон
Алимов Шавкат	Ўзбекистон	Рустамов Ҳаким	Ўзбекистон
Алоев Раҳматилло	Ўзбекистон	Садуллаев Азимбой	Ўзбекистон
Апаков Юсуфжон	Ўзбекистон	Саматов Бахром	Ўзбекистон
Арзикулов Фарходжон	Ўзбекистон	Солеев Аҳмаджон	Ўзбекистон
Арипов Мерсанд	Ўзбекистон	Тешаев Мухсин	Ўзбекистон
Ашуров Равшан	Ўзбекистон	Тоҳиров Жозил	Ўзбекистон
Азамов Абдулла	Ўзбекистон	Ўринов Аҳмаджон	Ўзбекистон
Бақоев Матёкуб	Ўзбекистон	Фармонов Шокир	Ўзбекистон
Бегматов Абдували	Ўзбекистон	Ҳаджиев Джавват	Ўзбекистон
Бешимов Рўзиназар	Ўзбекистон	Халмухамедов Олим	Ўзбекистон
Бойтиллаев Дилмурод	Ўзбекистон	Холхўҳаев Аҳмад	Ўзбекистон
Болтаев Тельман	Ўзбекистон	Худойберганов Гулмирза	Ўзбекистон
Ботиров Ғолиб	Ўзбекистон	Худойберганов Мирзоали	Ўзбекистон
Ганиходжаев Носир	Ўзбекистон	Худойбердиев Аббор	Ўзбекистон
Ганиходжаев Расул	Ўзбекистон	Хўжаёров Бахтиёр	Ўзбекистон
Дурдиев Дурдимурод	Ўзбекистон	Ҳаётов Абдулло	Ўзбекистон
Дурдиев Умид	Ўзбекистон	Ҳакимов Рустам	Ўзбекистон
Жалолов Озоджон	Ўзбекистон	Ҳасанов Анваржон	Ўзбекистон
Жамалов Сирожиддин	Ўзбекистон	Ҳусанбаев Ёқубжон	Ўзбекистон
Жамилов Уйғун	Ўзбекистон	Шадиметов Холматвай	Ўзбекистон
Жўраев Ғайрат	Ўзбекистон	Шарипов Олимжон	Ўзбекистон
Зикиров Обиджон	Ўзбекистон	Шафиев Турсун	Ўзбекистон
Икромов Исроил	Ўзбекистон	Шоимкулов Баходир	Ўзбекистон
Имомкулов Севдиёр	Ўзбекистон	Шорахметов Шотурғун	Ўзбекистон
Каримов Эркинжон	Ўзбекистон	Эшанкулов Ҳамза	Ўзбекистон
Кудайбергенов Каримберген	Ўзбекистон	Эшкабилов Юсуп	Ўзбекистон
		Эшматов Фарход	Ўзбекистон



**Бош муҳаррир:**  
Доцент Жалолов О.И.

**Таҳририят аъзолари:**  
Академик Аюпов Ш.А.  
Академик Садуллаев А.  
Профессор Арипов М.М.  
Профессор Шадиметов Х.М.  
Профессор Алоев Р.Ж.  
Профессор Ашуров Р.Р.  
Профессор Дурдиев Д.К.  
Профессор Ҳаётов А.Р.  
Профессор Расулов Т.Х.  
Доцент Жумаев Ж.  
Доцент Болтаев Т.Б.  
Доцент Ахмедов Д.М.  
(PhD) Шафиев Т.Р.  
(PhD) Болтаев А.К.  
(PhD) Раҳмонов А.  
(PhD) Дилмуродов Э  
(PhD) Бабаев С.С.

**Конференция котиблари**  
Ҳазратов Ф.Ҳ., Эргашев А.А., Авезов А.А., Зарипов Н.Н., Қобилов К.Ҳ

**Техник муҳаррирлар:**  
Хаятов Х.У, Ҳазратов Ф.Ҳ, Хайриев У.Н

Тўплам Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2022 йил 7 мартдаги 101-ф-сонли фармойиши билан тасдиқланган Ўзбекистон Республикасида 2022 йилда халқаро ва республика миқёсида ўтказиладиган илмий ва илмий-техник тадбирлар режасида белгиланган тадбирларнинг бажарилишини таъминлаш мақсадида 2022 йил 11-12 май кунлари Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси В.И. Романовский номидаги математика институти, Ўзбекистон миллий университети, Тошкент давлат транспорт университети ҳамда Бухоро давлат университети ҳамкорлигида “Амалий математика ва ахборот технологияларининг замонавий муаммолари” мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжуман материаллари асосида тузилди.

## КИРИШ СЎЗИ

Хамидов Обиджон Хафизович

*Бухоро давлат университети ректори*

Бугун ўз ишhini бошлаётган «Амалий математика ва ахборот технологияларининг замонавий муаммолари» мавзусига бағишланган халқаро илмий амалий анжумани Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2022 йил 7 мартдаги 101-Ф-сонли Фармойиши билан тасдиқланган Ўзбекистон Республикасининг 2022 йилда республика ва халқаро миқёсдаги илмий ва илмий-техник тадбирлар режаси асосида ўтказилмоқда. Конференция кун тартибига киритилган масалалар долзарб бўлиб, математик анализ, алгебра ва геометрия, дифференциал тенгламалар ва математик физика, ҳисоблаш математикаси ва математик моделлаштириш, алгоритмлар назарияси ва дастурлаш технологиялари, сунъий интеллект, ахборот хавфсизлиги, таълимда рақамли технологияларнинг қўлланилиши каби шўъбалардан ташкил топган. Мамлакатимизда рақамли иктисодиётни фаол ривожлантириш, барча тармоқлар ва соҳаларда, шу жумладан давлат бошқаруви, таълим, соғлиқни сақлаш ва қишлоқ хўжалигида замонавий ахборот-коммуникация технологияларини кенг жорий этиш бўйича комплекс дастурлар ишлаб чиқилиб, амалга оширилмоқда. Ушбу конференцияни юқорида келтирилган вазифаларни бажаришдаги олий таълим муассасаларининг иштироки, ижроси ҳақидаги оралик бир ҳисобот дейиш ҳам мумкин. Ана шу дастурлар ижроси сифатида ўтган йил университетимизда «Ахборот технологиялари» факультети ташкил этилди, шу соҳада янги таълим йўналишлари ва магистратура мутахассисликлари очилди. 2022 йилнинг ўзида 2 миллиард сўмдан ортиқ стартап лойиҳалари олинди, 2021-22 йилларда 6 та PhD диссертациялари ҳимоялари бўлиб ўтди ва ҳозирги вақтда 10 та ўқитувчи докторантурада таҳсил олмақда. Ибрагимов Самандар «Эл-юрт умиди» жамғармаси грантини ютиб, дунё рейтингда топ 300 таликка кирувчи Франциянинг Гренобл-алп университетига докторантурага қабул қилинди. Шу факультет битирувчиси Фармонова Робия дунё рейтингда топ 24 таликка кирувчи Сингапур миллий университетига магистратурада таҳсил олмақда. Факультет роботехника соҳасида ҳам кўп ютуқларга эришиб келмоқда. Хорижлик мутахассислар томонидан Бухоро давлат университетига роботехника соҳасида олиб борилаётган ишлар эътироф этилаётганлиги қувонарлидир.

Ушбу халқаро конференция Бухоро фарзанди, Беруний номидаги Давлат мукофоти лауреати, кўплаб ёш изланувчиларнинг ўз йўлини топиб олишида раҳнамолик қилган етук олим, физика-математика фанлари доктори Ғайбулла Назруллаевич Салиховнинг 90 йиллик юбилейларига бағишланганлиги билан ҳам эътиборлидир. Ғайбулла Назруллаевич жуда эрта, 47 ёшда бу дунёни тарк этган бўлсаларда, кўпгина шогирдлар қолдиришга эришганлар. Бухоро давлат университетига ҳам Тошпўлот Шарипов, Исомиддин Жалолов, Абдулло Тўйлиев, Ҳаким Аҳмедов каби у кишининг шогирдлари, доцентлар кўп йиллар меҳнат қилиб, ёшларга таълим-тарбия бериб келдилар, ҳозирги даврда ҳам Ғайбулла Назруллаевични кўрган, дарсларида иштирок этган бир қанча олимлар университетимизда фаолият кўрсатиб келмоқдалар, укалари Шукрулло Салихов бир неча йиллар олий математикадан талабаларга таълим бердилар, неvara келинлари Ҳадя Салихова узок йиллардан бери ахборот-ресурс марказининг раҳбари сифатида самарали фаолият кўрсатиб келмоқда.

Ҳурматли конференция иштирокчилари. Ушбу анжуман Ўзбекистон миллий университети, Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси В.И. Романовский номидаги математика институти, Тошкент давлат транспорт университети ҳамда Бухоро давлат университети ҳамкорлигида ташкил этилганлиги билан ҳам аҳамиятли, бунда 200 дан ортиқ мамлакатимиз ва 50 дан ортиқ хорижий олим ва тадқиқотчилар иштирок этаётганлиги конференция нуфузини янада оширади. Ишончим комилки, конференция давомида бажарилган ва режалаштирилаётган лойиҳалар ҳақида кенгроқ ахборотлар берилди, кун тартибидаги кўриладиган масалалар илмий йўналишларни янада ривожлантиришга, фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини кенгайтиришга ва халқаро ҳамкорликни ривожлантиришга ўз хиссасини қўшади. Конференция ишига муваффақиятлар тилайман.



## ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ МАТЕМАТИК И ПЕДАГОГ ГАЙБУЛЛА НАЗРУЛЛАЕВИЧ САЛИХОВ



Известный учёный, доктор физико-математических наук Г.Н.Салихов родился 15 марта 1932 г. в Бухаре. Успешно окончив среднюю школу в 1953г. поступил в Средне-Азиатский Государственный Университет (ныне Национальный Университет Узбекистана им М. Улугбека) на физико-математический факультет. В 1958 г. после окончания САГУ был направлен в Институт математики АН РУз. В 1960 г. зачислен в аспирантуру и откомандирован в Институт математики СО РАН, где под руководством академика С.Л.Соболева занимался вопросами теории приближенного интегрирования. Научные работы Г.Н. Салихова посвящены теории групп вращений правильных многогранников и инвариантных кубатурных формул на поверхности многомерных сфер. В 1964 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Некоторые кубатурные формулы на поверхности сферы четырёхмерного пространства».

С 1964 по 1966 г. работал старшим научным сотрудником Института кибернетики с ВЦ АН РУз, а с 1966 по 1976 г. возглавлял лабораторию «Теорию приближенного интегрирования». Одновременно он вел педагогическую работу в ТашГУ. В 1967-1972 гг. работал заведующий кафедрой вычислительной математики, а с 1972 по 1976 г. был доцентом кафедры. С 1976 г. до конца жизни работал деканом (с 1979 г. и заведующим кафедрой вычислительной математики) факультета прикладной математики и механики ТашГУ.

Незаурядный талант и разносторонняя математическая подготовка позволили Г.Н.Салихову решить отдельную сложную проблему теории приближенного интегрирования – разработать кубатурные формулы для многомерных сфер. Это законченное математическое исследование – блестяще защищенная им докторская диссертация на тему «К теории кубатурных формул многомерных сфер» в 1979 г. в Новосибирске. Докторская диссертация легла в основу монографии «Кубатурные формулы для многомерных сфер». Им опубликовано более шестидесяти научных статей в республиканских и зарубежных журналах. Г.Н.Салихов внес большой вклад в подготовку высококвалифицированных математических кадров Узбекистана. Он был одним из любимых наставников молодежи, обучавшихся в научных центрах России и в особенности в Новосибирске, Москве и Ленинграде.

Г.Н.Салихов постоянно сочетал учебно-воспитательную и научно-исследовательскую работу с общественной. На протяжении многих лет он был членом редколлегии журнала «Известия АН РУз», серия физико-математических наук – нынешний Узбекский математический журнал, сборника «Вопросы вычислительной и прикладной математики», математического раздела Узбекской национальной энциклопедии, секций «кибернетика» и «математика» Минвуза РУз, правления бюро общества «Знание», научно-методического и Ученого советов ТашГУ и председателем Ученого совета факультета прикладной математики и механики. Под его руководством в Ташкенте были многократно организованы и проведены международные коллоквиумы по теории кубатурных формул. Где активно участвовали академики: С.Л. Соболев, Н.С. Бахвалов, Н.П. Корнейчук, Т.А. Саримсаков, С.Х. Сираждинов, В.К. Кабулов, М.С. Салахитдинов, Т.Д. Джураев и профессора: И.П. Мысовских, Г.А. Михайлов, В.И. Лебедев, М.Д. Рамазонов, В.И. Половинкин, С.М. Ермоков, Ф.М.Малышев, С.С. Рыжков, М.В. Носков, В.Л. Васкевич, М.И. Исраилов, Н.М. Мухитдинов, С.Ш. Шушбаев и др.



Известно, что научная школа приближенного интегрирования академика С.Л.Соболева заняла ведущее положение в мире благодаря широкому применению методов современной математики. Следует отметить, что видным представителем этой школы был замечательный математик и педагог Гайбулла Назруллаевич Салихов. Г.Н. Салиховым основана узбекская школа «Теории приближенного интегрирования», которая играет существенную роль в мире.

Лаборатория «Теория приближенного интегрирования», созданная по инициативе академика С.Л. Соболева, возглавили: с 1966 г. по 1976 г. профессор Г.Н. Салихов, а в 1976 - 1995 гг. профессор М.И. Исраилов. В 1990 году эта лаборатория переименована на «Численные методы». В 1995 – 2019 гг. эту лабораторию возглавил профессор Х.М. Шадиметов. А начиная с 2020 года заведующим лаборатории «Вычислительной математика» является профессор А.Р. Хаётов.

В научной школе «Теория приближенного интегрирования и смежные вопросы» в настоящее время ведутся научные исследования по следующим направлениям:

1. по построению оптимальных кубатурных и квадратурных формул для приближенного вычисления регулярных, сингулярных и осциллирующих интегралов в функциональных пространствах.
2. по получению интерполяционных формул и сплайн функций в гильбертовых пространствах.
3. по созданию оптимальных разностных формул для приближенного решения дифференциальных уравнений в пространствах Соболева.
4. по разработке оптимальных алгоритмов для приближенного решения сингулярных интегральных уравнений.
5. по созданию оптимальных алгоритмов аппроксимации дробных интегралов и дробных производных в функциональных пространствах.
6. по разработке оптимальных алгоритмов для приближенного восстановления изображений компьютерной томографии.

Представители научной школы «Теория приближенного интегрирования и смежные вопросы» имеют тесные научные связи с профессорами и учеными ведущих университетов и научных исследовательских институтов мира, такие как Институт математики им. С.Л.Соболева (Новосибирск, Россия), Институт вычислительной математики и математической геофизики (Новосибирск, Россия), Институт математики с вычислительным центром. (Уфа, Россия), Сибирский федеральный университет (Красноярск, Россия), Математический институт Академии наук и искусств Сербии (Белград, Сербия), Университет Йена им. Фридриха-Шиллера (Йена, Германия), Университет Сантьяго де Компостела (Сантьяго де Компостела, Испания), Корейский институт передовых технологий (Тэджон, Южная Корея).

**Х.М.Шадиметов,**  
**Заведующий кафедры «Информатики и компьютерной**  
**графики» Ташкентского государственного транспортного**  
**университета, д.ф.-м.н., профессор**



The following theorem [1] describes the location of the essential spectrum of the operator  $H(K)$  by the spectrum of the family of Friedrichs models  $h(k)$ .

**Theorem 1.** For the essential spectrum of  $H(K)$  the equality

$$\sigma_{\text{ess}}(H(K)) = \bigcup_{x \in T} \{\sigma_{\text{disc}}(h(K-x)) + I_{1,\varepsilon}(x)\} \cup [m_K; M_K]$$

holds, where the numbers  $m_K$  and  $M_K$  are defined by

$$m_K := \min_{x,y \in T} \omega_2(K; x, y) \text{ and } M_K := \max_{x,y \in T} \omega_2(K; x, y)$$

Let  $\Lambda$  be a subset of  $T$  given by

$$\Lambda := \left\{ 0, \pm \frac{2}{n}\pi, \pm \frac{4}{n}\pi, \dots, \pm \frac{n'}{n}\pi \right\} \cup \Pi_n$$

where

$$n' := \begin{cases} n-2, & \text{if } n \text{ is even} \\ n-1, & \text{if } n \text{ is odd} \end{cases} \text{ and } \Pi_n := \begin{cases} \{\pi\}, & \text{if } n \text{ is even} \\ \emptyset, & \text{if } n \text{ is odd} \end{cases}$$

Direct calculation shows that the cardinality of  $\Lambda$  is equal to  $n$ . It is easy to check that for any  $K \in \Lambda$  the function  $\omega_2(K; \cdot, \cdot)$  has non-degenerate zero minimum at the points of  $\Lambda \times \Lambda$ , that is,  $m_K = 0$  for  $K \in T$ .

The main result of the present paper as follows.

**Theorem 2.** Let  $K \in T$  be a fixed and one of the following assumptions hold:

- (i)  $v_1(x) \neq 0$  for some  $x \in \Lambda$ ;
- (ii)  $v_1(x) = 0$  for all  $x \in \Lambda$  and  $\min_{x \in T} \Delta(x; m_K) < 0$ ;
- (iii)  $v_1(x) = 0$  for all  $x \in \Lambda$  and  $\min_{x \in T} \Delta(x; m_K) > 0$ .

Then the operator  $H(K)$  has finitely many negative eigenvalues.

#### REFERENCE

1. M.I. Muminov, T.H. Rasulov, N.A. Tosheva. Analysis of the discrete spectrum of the family of  $3 \times 3$  operator matrices. Communications in Mathematical Analysis. Volume 23, Number 1 (2020), pp. 17–37.

#### ANALYTIC DISCRPTION OF THE ESSENSIAL SPECTRUM OF A OPERATOR MATRIX IN FERMIONIC FOCK SPACE

<sup>1</sup>Xalxujayev A.M., <sup>2</sup>Khayitova K.G.

<sup>1</sup>Samarkand branch of the Institute of Mathematics, Samarkand, Uzbekistan

<sup>2</sup>Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan

For  $d \in \mathbb{N}$  denote by  $\mathbb{T}^d$  the  $d$ -dimensional torus. Let  $\mathbb{C}$  be the set of all complex numbers, and  $L_2^{as}(\mathbb{T}^d)^2$  be the Hilbert space of square integrable (complex) antisymmetric functions defined on  $\mathbb{T}^d$ .

Set  $H_1 = L_2(\mathbb{T}^d)$ ,  $H_2 = L_2^{as}(\mathbb{T}^d)^2$ ,  $H := H_1 \oplus H_2$ .

In the present work we consider the operator matrix  $\mathcal{A}_{\mu,\lambda}(\gamma)$  acting in the Hilbert space  $H$  given by

$$\mathcal{A}_{\mu,\lambda}(\gamma) := \begin{pmatrix} A_{11} & \lambda A_{12} \\ \lambda A_{12}^* & A_{22}^0(\gamma) - \mu V \end{pmatrix}, \mu, \lambda > 0.$$

The entries of  $\mathcal{A}_{\mu,\lambda}(\gamma)$  are defined as

$$(A_{11}f_1)(x) = u(x)f_1(x), \quad (A_{12}f_2)(x) = \int_{\mathbb{T}^d} v(t)f_2(x, t)dt,$$

$$A_{22}^0(\gamma)f_2 = w_\gamma(x, y)f_2(x, y), \quad V = V_1 + V_2,$$

$$(V_1f_2)(x, y) = \int_{\mathbb{T}^d} f_2(x, t)dt, \quad (V_2f_2)(x, y) = \int_{\mathbb{T}^d} f_2(t, y)dt.$$



Here  $u(\cdot)$  and  $v(\cdot)$  are real-valued continuous functions on  $\mathbb{T}^d$ , and the function  $w_\gamma(\cdot, \cdot)$  has form  $w_\gamma(x, y) = \varepsilon(x) + \varepsilon(y) + \gamma\varepsilon(x + y)$ ,

$$\varepsilon(x) = \sum_{k=1}^d (1 - \cos x_k).$$

Under these assumptions the operator  $\mathcal{A}_{\mu, \lambda}(\gamma)$  is a linear, bounded and self-adjoint in  $H$ . It is easy to see that

$$(A_{12}^* f_1)(x, y) = \frac{1}{2}(v(y)f_1(x) - v(x)f_1(y)), f_1 \in H_1.$$

Let  $\bar{H}$  be the direct sum of Hilbert spaces  $\bar{H}_1 = L_2(\mathbb{T}^d)$  and  $\bar{H}_2 = L_2((\mathbb{T}^d)^2)$ , that is,  $\bar{H} = \bar{H}_1 \oplus \bar{H}_2$ . In order to study the essential spectrum of  $\mathcal{A}_{\mu, \lambda}(\gamma)$ , we introduce so called the channel operator:

$$\mathcal{A}_{\mu, \lambda}^{CH}(\gamma) := \begin{pmatrix} A_{11} & \frac{\lambda}{\sqrt{2}} A_{12} \\ \frac{\lambda}{\sqrt{2}} A_{12}^* & A_{22}^0(\gamma) - \mu V_1 \end{pmatrix}.$$

Here, the matrix elements are defined as follows.

$$(A_{11} f_1)(x) = u(x)f_1(x), (A_{12} f_2)(x) = \int_{\mathbb{T}^d} v(t)f_2(x, t) dt,$$

$$A_{22}^0 f_2(x, y) = w_\gamma(x, y)f_2(x, y), (V_1 f_2)(x, y) = \int_{\mathbb{T}^d} f_2(x, t) dt.$$

We introduce the operator  $h_{\mu, \lambda}(\gamma, x)$  acting in the  $\mathbb{C} \oplus L_2(\mathbb{T}^d)$  as

$$h_{\mu, \lambda}(\gamma, x) := \begin{pmatrix} h_{00}(x) & \frac{\lambda}{\sqrt{2}} h_{01} \\ \frac{\lambda}{\sqrt{2}} h_{01}^* & h_{11}^0(\gamma, x) - \mu k \end{pmatrix}.$$

The matrix elements are defined as follows:

$$h_{00}(x)f_0 = u(x)f_0, h_{01}f_1 = \int_{\mathbb{T}^d} v(t)f_1(t) dt, (h_{01}^* f_0)(y) = v(y)f_0,$$

$$(h_{11}^0(\gamma, x)f_1)(y) = w_\gamma(x, y)f_1(y), (kf_1)(y) = \int_{\mathbb{T}^d} f_1(t) dt.$$

Theorem 1. For the spectrum of channel operator we have

$$\sigma(H_{\mu, \lambda}^{CH}(\gamma)) = \sigma_{ess}(H_{\mu, \lambda}^{CH}(\gamma)) = \bigcup_{x \in \mathbb{T}^d} \sigma(h_{\mu, \lambda}(\gamma, x)).$$

Theorem 2. The equality  $\sigma(H_{\mu, \lambda}(\gamma)) = \sigma_{ess}(H_{\mu, \lambda}^{CH}(\gamma))$  holds.

## ON INVARIANT SETS OF A QUADRATIC NON-STOCHASTIC OPERATOR.

Xudayarov S.S.

Bukhara Branch of the Institute of Mathematics named after  
V.I. Romanovsky, Bukhara, Uzbekistan.

E-mail: [xsanat83@mail.ru](mailto:xsanat83@mail.ru)

Non-linear dynamical systems arise in many problems of biology, physics and other sciences. In particular, quadratic dynamical systems describe the behavior of populations of different species with population models [1, 2, 3].

Let  $E = \{1, 2, \dots, m\}$ . A distribution on the set  $E$  is a probability measure  $x = (x_1, \dots, x_m)$ , i.e., an element of the simplex:

$$S^{m-1} = \{x \in R : x_i \geq 0, \sum_{i=1}^m x_i = 1\}.$$

In general, a quadratic operator  $V$ ,  $V: x \in R^m \rightarrow x' = V(x) \in R^m$  is defined by:



Muminov M.I., Khurramov A.M., Bozorov I.N. ON THE NUMBER OF EIGENVALUES OF A TWO-PARTICLE HAMILTONIAN ON THREE-DIMENSIONAL LATTICE .....	34
Muminov M.E., Jurakulova F.M. ON THE BRANCHES OF THE ESSENTIAL SPECTRUM OF OPERATOR MATRIX IN BOSONIC FOCK SPACE .....	36
Qushaqov H., Muhammadjonov A., Ismoilova M. ABOUT ONE EQUALITY WITH EXPONENTIAL MATRIX .....	37
Rahmatullaev M.M., Tukhtabaev A.M. ON $G_k^{(2)}$ -PERIODIC $p$ -ADIC GENERALIZED GIBBS MEASURE FOR ISING MODEL THE CAYLEY TREE .....	38
Rajabov Sh.Sh. PROPAGATION THEOREM FOR THE PROBLEM OF FINDING THE ORIGINAL FUNCTION IN MATRIX ARGUMENT FUNCTIONS. ....	39
Rasulov T.H., Umirkulova G.H. BOUNDS OF THE ESSENTIAL SPECTRUM OF A THREE-PARTICLE MODEL HAMILTONIAN ON A 1D LATTICE .....	40
Rasulov T.H., Sharipova M.Sh. CUBIC NUMERICAL RANGE OF $3 \times 3$ BLOCK OPERATOR MATRICES .....	41
Rozikov U. A., Shoyimardonov S. K. A SET OF FIXED POINTS OF A COVID-19 SPREADING MODEL WITH VACCINATED CASE .....	42
Ruzieva D.S. STRONG LAW OF LARGE NUMBERS FOR RANDOM FIELDS WITH VALUES IN HILBERT SPACE. ....	44
Sharipov O.Sh. Hamdamov A.H. GILBERT FAZOSIDA QIYMAT QABUL QILUVCHI U-STATISTIKALAR UCHUN KUCHAYTIRILGAN KATTA SONLAR QONUNI .....	45
Sharipov O.Sh. Kushmurodov A.A. MARCINKIEWICZ-ZYGMUND LAW OF LARGE NUMBERS FOR AUTOREGRESSIVE PROCEESS IN BANACH SPACES .....	46
Sharipov S. A LIMIT THEOREM FOR BRANCHING PROCESSES WITH IMMIGRATION .....	46
Shomalikova M.Sh. DARAXTSIMON METRIK GRAFLARDA ISSIQLIK TARQALISH TENGLAMASI UCHUN $\delta'$ ULANISH SHARTLI MASALA .....	48
Tagaymurotov A.O. REPRESENTATION OF A MAX-PLUS-POLAR OF THE SET OF IDEMPOTENT PROBABILITY MEASURES BY THE POLAR OF THE SET OF PROBABILITY MEASURES .....	49
TALHA USMAN. A CLOSED FORM OF INTEGRAL TRANSFORMS IN TERMS OF LAURICELLA FUNCTION AND THEIR NUMERICAL SIMULATIONS .....	49
Tosheva N.A. FINITENESS OF THE NUMBER OF EIGENVALUES OF THE FAMILY OF $3 \times 3$ OPERATOR MATRICES: 1D CASE .....	50
Xalxujayev A.M., Khayitova K.G. ANALYTIC DISCRIPTION OF THE ESSENTIAL SPECTRUM OF A OPERATOR MATRIX IN FERMIONIC FOCK SPACE .....	51
Xudayarov S.S. ON INVARIANT SETS OF A QUADRATIC NON-STOCHASTIC OPERATOR. ....	52
Xurramov Y.S. $s - d$ MODELGA MOS SCHRÖDINGER TIPLI OPERATORNING SPEKTRAL XOSSALARI .....	53
Абдикадиров С.М. ОБ АНАЛОГЕ ТЕОРЕМЫ БЛАНШЕТА ДЛЯ $\alpha$ – СУБГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ .....	54
Актамов Ф.С. ПРИНЦИП РАВНОМЕРНОЙ ОГРАНИЧЕННОСТИ MAX-PLUS-ЛИНЕЙНЫХ ОПЕРАТОРОВ .....	55
Атамуратов А.А., Расулов К.К. МНОЖЕСТВО ОСОБЕННОСТЕЙ СЕПАРАТНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ .....	56
Бегижонов И. И. КРИТЕРИЙ ЦИКЛИЧЕСКОЙ КОМПАКТНОСТИ МНОЖЕСТВ В БАНАХОВЫХ МОДУЛЯХ .....	57
Бекназаров Дж.Х. ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ СУММАМИ ФУРЬЕ-ЧЕБЫШЁВА В ПРОСТРАНСТВЕ $L_{2,\mu}$ .....	59
Гадаев С. С-СВОЙСТВО $\alpha$ –СУБГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ .....	60
Ганиходжаев Р.Н., Эшмаматова Д.Б, Таджисва М.А. ДИНАМИКА КВАДРАТИЧНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ ЛОТКИ-ВОЛЬТЕРРА, ДЕЙСТВУЮЩИХ В ЧЕТЫРЕХМЕРНОМ СИМПЛЕКСЕ С ВЫРОЖДЕННОЙ КОСОСИММЕТРИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ .....	61
Икромов И.А, Баракаев А.М. ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ МАКСИМАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ПРОСТРАНСТВЕ $L_2R_3$ .....	62
Икромова Д. И. ОБ ОЦЕНКАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ МЕР, СОСРЕДОТОЧЕННЫХ НА ПОВЕРХНОСТЯХ, ИМЕЮЩИХ ОСОБЕННОСТЬ ТИПА $E_6$ .....	63