

учитывать влияние внешних факторов, таких как качество питающей сети и условия эксплуатации, на результаты диагностики, чтобы повысить достоверность получаемых данных.

Заключение. Мониторинг состояния АД с использованием методов токовой диагностики, таких как MCSA, демонстрирует значительный потенциал для повышения надежности и эффективности работы оборудования. Применение алгоритмов искусственного интеллекта и диагностических систем в автоматические системы управления технологическими процессами позволяют минимизировать риски аварий, сократить

энергопотребление и уменьшить затраты на внеплановые ремонты. Несмотря на ограничения, связанные с анализом спектра тока и влиянием внешних факторов, дальнейшее развитие методов диагностики, включая учет высших гармоник и комбинацию различных подходов, будет способствовать созданию более точных и надежных систем мониторинга. Эти усилия направлены на обеспечение устойчивой работы асинхронных двигателей в различных производственных условиях, что имеет важное значение для современной промышленности.

Литература

1. Арипов Н.М., Отажоннова М.К. Влияние режимов работы и характерных повреждений прядильных агрегатов на генерирование высших гармонических составляющих токов и напряжений. // «Журнал проблемы текстиля» научный-технический журнал. –Ташкент: 2025, № 1. – С.90-96. (05.00.00. №17)
2. Арипов Н.М., Отажоннова М.К., Ниязова Н.А. Применение метода ранговой корреляции для предварительной оценки характера отказов в электродвигателях. // Actual scientific research in the modern world, Pereiaslav, Issue 9(89), Part 1, September 2022. – P. 82-86.
3. Otajonova M.K., Tojiyev B.M. Диагностика неисправностей электроприводов на основе данных. // Modern education and development – journal. –Tashkent: Volume 3, Issue 6, June 2024. – P.14-20.
4. Барков А.В. Методика диагностирования механизмов с электроприводом по потребляемому току. / Н.А.Баркова, А.А.Борисов, В.В.Федорищев, Д.В.Грищенко. – НОУ «Северо-Западный учебный центр», ООО «Вибротехника», – Санкт-Петербург: 2012.
5. Барков А.В., Борисов А.А. Современные возможности диагностирования машин с электроприводом по току двигателя. // Металлургические процессы и оборудование, 2013. № 1(31). – С. 61-65.
6. Вейнреб К.Б. Диагностика неисправностей ротора асинхронного двигателя методом спектрального анализа токов статора: дисс. в виде научного доклада на соискание уч. степени докт. техн. наук: 05.09.01. – Москва: 2012.
7. Гольдберг О.Д., Хелемская С.П. Надежность электрических машин. – Москва: «Академия», 2010.
8. Никиян Н.Г. Многофазная реальная асинхронная машина: математическое моделирование, методы и средства диагностики: монография. – Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2003.
9. Петушков М.Ю. Повышение ресурсоэффективности эксплуатации высоковольтных асинхронных электроприводов: дис. ... докт. техн. наук: 05.09.03. – Магнитогорск: 2015.

РЕЗЮМЕ. Ҳозирги вақтда асинхрон двигателлар (АД) ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларида кенг қўлланилмоқта. Ускуналарга ҳаражатларни камайтириш мақсадида двигателлар ҳолатини тўхтамасдан мониторинг қилишнинг янги усуллари ишлаб чиқиш долзарб ҳисобланади.

РЕЗЮМЕ. В настоящее время асинхронные двигатели (АД) широко используются во всех областях производства. В целях снижения затрат на оборудование актуальна разработка новых методов мониторинга состояния двигателей без остановок.

SUMMARY. Nowadays, asynchronous motors (AM) are widely used in all areas of production. In order to reduce equipment costs, the development of new methods is relevant for monitoring the state of engines without stopping.

GaSb ASOSIDAGI TUNNEL DIODLARI VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASINING DEFORMATSIYA TA'SIRIDA O'ZGARISHI

M.G.Dadamirzayev – fizika-matematika fanlari doktori, professor

M.O.Kosimova – fizika-matematika fanlari nomzodi

A.K.G'aniyeva – tayanch doktorant

N.A.Xojiakbarova – magistr

Namangan davlat texnika universiteti

Tayanch so'zlar: GaSb tunnel diodi, Esaki modeli, deformatsiya, volt-ampere xarakteristika (VAX), effektiv massa.

Ключевые слова: туннельный диод GaSb, модель Эсаки, деформация, вольт-амперная характеристика (BAX), эффективная масса.

Key words: GaSb tunnel diode, Esaki model, deformation, current-voltage characteristic (I-V), effective mass.

Kirish. Tunnel diodlari o'ziga xos VAXsi bilan yarimo'tkazgich elektronikasida alohida o'rin tutadi. Ushbu qurilmalarda kuzatiladigan negativ differensial qarshilik hodisasi birinchi marta Esaki tomonidan kashf etilgan [1:2], bu esa ularning yuqori tezkorlik va past quvvat sarfi bilan ishlashini ta'minlab, nanoelektronika va optoelektronika sohalarida katta qiziqish uyg'otdi. Keyinchalik Pitteliy va Rindner klassik eksperimentlarida nisbiy deformatsiya ostida tunnel diodlarning xatti-harakati o'rganilib, tunnel

tokning o'zgarishi va VAXning siljishi qayd etgan [2:3]. So'nggi yillarda tunnel diodlarning yangi materiallarda, xususan, GaSb asosidagi variantlari keng tadqiq etilmoqda. GaSb/InAs geterostrukturalari yuqori tezkorligi va past kuchlanishda ishlash qobiliyati sababli istiqbolli hisoblanadi. Masalan, Hosseini va hammualliflar nisbiy deformatsiya ta'siri ostida GaSb asosidagi tunnel diodlarda tunnel tokning kamayishi va ortiqcha tokning kuchayishini ko'rsatgan [3:3]. Deformatsiya nafaqat tunnel diodlar,

balki, boshqa yarimo'tkazgich qurilmalarda ham samarali qo'llanilmoqda. MOSFET va tunnel diodlarida bir o'qli deformatsiya, tokni sezilarli o'zgartirishi ko'rsatilgan [4:3]. Yarimo'tkazgich elektr xususiyatlariga deformatsiyaning ta'siri [5:7] ishda tizimli ravishda tahlil qilingan. Nisbiy deformatsiya ta'sirida zonalararo tunnellanish va defektlar orqali tunnellanishni eksperiment va nazariya asosida tadqiq etib, deformatsiya orqali tokni boshqarish mumkinligini ta'kidlagan [6:3].

Tsu-Esaki modeli asosida yuqori chastotali maydon ta'sirida tunnel diod parametrlari o'zgarishini nazariy tahlil qilingan [8:3]. Mikro'lqin maydonlar va yorug'lik ta'sirida p-n o'tishning elektr xususiyatlarini o'rganilgan. Ikki va uch o'lchamli p-n o'tishlarda differensial o'tkazuvchanlik va diffuziya sig'iminining o'zgarishini ko'rsatilganligi, deformatsiya ostida tunnel diod parametrlarini tahlil qilish uchun muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi [7-9]. Umumiy tahlildan ko'rinadiki, tunnel diodlarning elektr xususiyatlari nafaqat material va kiritma konsentratsiyasiga, balki deformatsiya omiliga ham bevosita bog'liqdir. Ayniqsa, GaSb asosidagi tunnel diodlarda deformatsiya ta'siri taqiqlangan zona kengligi va effektiv massa o'zgarishi orqali tunnellanish ehtimolini sezilarli darajada boshqaradi. Shu sababli ushbu ishda Esaki modeliga asoslangan holda GaSb tunnel diodlarining VAXsiga deformatsiyaning ta'sirini nazariy jihatdan o'rganish dolzarb masala sifatida qaraladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Klassik eksperimentlarda deformatsiya ostida tunnel diodlarning VAXsi o'lchangan va tunnel tokning ortishi hamda xarakteristikaning siljishi qayd etilgan. Ushbu natijalarni nazariy jihatdan to'liq tushuntirish uchun tunnel diod toki uchta asosiy komponent yig'indisi sifatida ifodalanadi [2:3]:

$$I_{um} = I_{tun} + I_{diff} + I_{ex} \quad (1)$$

I_{tun} —tunnel tok, I_{diff} —diffuzion tok, I_{ex} — ortiqcha tok.

Sof tunneling toki Esaki diodi nazariyasi asosida yozilib, deformatsiya ta'siri reduksiyalangan massa orqali kiritildi.

$$I_{tun} = \frac{1}{2} A e^{\frac{-2d\sqrt{2\mu qV}}{h}} (\kappa_n + \kappa_p - qV) \left(\frac{\frac{\kappa_n}{e kT} + 1}{(e^{\frac{\kappa_n - qV}{kT}} + 1)} \frac{\frac{\kappa_p}{e kT} + 1}{(e^{\frac{-qV - \kappa_p}{kT}} + 1)} \right) \quad (2)$$

κ_n, κ_p - n va p tomon fermi energiyalari. μ -reduksiyalangan massa.

$$\mu = \frac{m_e^* m_h^*}{m_e^* + m_h^*} \quad (3)$$

Bu yerda, m_e^* va m_h^* — elektron va kovaklarning effektiv massalari.

$$I_{diff} = I_0 \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right) \quad (4)$$

I_0 —to'yinish toki

Tashqi ta'sirlar mavjud bo'lmaganda tunnel diodlaridagi ortiqcha tok quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$I_{ex} = G_0 V \quad (5)$$

Ushbu ishda tashqi ta'sir faqat bir o'qli deformatsiya sifatida ko'rildi ya'ni kristallning [001] yo'nalishida cho'zilishi yoki siqilishi. U holda deformatsiyaning yo'nalishli komponenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = \varepsilon_{zz} - \frac{1}{2}(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}) \quad (6)$$

Bu yerda, ε_{zz} —cho'zilish yo'nalishidagi ya, ε_{xx} va ε_{yy} yon yo'nalishdagi deformatsiyalar (poisson koeffitsienti orqali aniqlanadi). Kichik deformatsiyalar

uchun deformatsiyaning boshqa komponentlari hisobga olinmadi. Shunday qilib, modelda deformatsiya faqat ε orqali kiritildi.

Tahlil va natijalar. Bir o'qli deformatsiya elektron va kovak dispersiyasini o'zgartiradi. Elektron va kovaklarning effektiv massalari quyidagicha chiziqli ko'rinishni oladi:

$$m_e^*(\varepsilon) = m_{e0}^*(1 + \beta_e \varepsilon) \quad m_h^*(\varepsilon) = m_{h0}^*(1 + \beta_h \varepsilon) \quad (7)$$

Natijada reduksiyalangan massa nisbiy deformatsiya bilan o'zgaradi:

$$\mu(\varepsilon) = \frac{m_e^*(\varepsilon) m_h^*(\varepsilon)}{m_e^*(\varepsilon) + m_h^*(\varepsilon)} \quad (8)$$

Shu asosda tunnel toki bir o'qli deformatsiya ta'siri ostida quyidagicha yoziladi:

$$I_{tun} = \frac{1}{2} A e^{\frac{-2d\sqrt{2qV \frac{m_e^*(\varepsilon) m_h^*(\varepsilon)}{m_e^*(\varepsilon) + m_h^*(\varepsilon)}}}{h}} (\kappa_n + \kappa_p - qV) \left(\frac{\frac{\kappa_n}{e kT} + 1}{(e^{\frac{\kappa_n - qV}{kT}} + 1)} \frac{\frac{\kappa_p}{e kT} + 1}{(e^{\frac{-qV - \kappa_p}{kT}} + 1)} \right) \quad (9)$$

Deformatsiya ortganda defekt kanallari ko'payadi va ortiqcha tok miqdori ortadi. Ushbu hodisa quyidagi ifoda bilan aniqlandi:

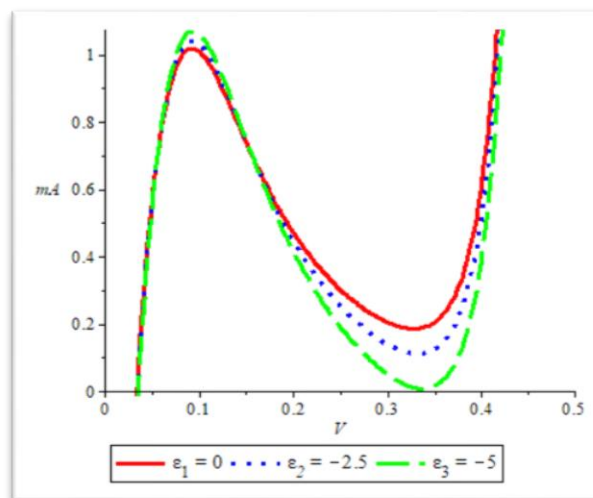
$$I_{ex}(\varepsilon) = G_0(1 + \alpha_1 \varepsilon + \alpha_2 \varepsilon^2) V \quad (10)$$

α_1, α_2 - deformatsiyaga sezgirlik koeffitsientlari. Bu ifoda ortiqcha tokning tunnel tokka nisbatan tezroq o'sishini tushuntiradi.

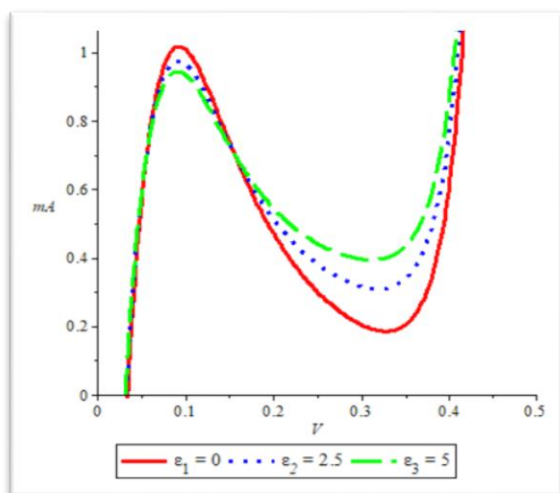
Diffuzion tok deformatsiya ta'siri ostida deyarli o'zgarmaydi va oldingidek qoladi va umumiy tunnel toki ifodasi quyidagi ko'rinishni oladi.

$$I_{um}(\varepsilon) = I_{tun}(\varepsilon) + I_{ex}(\varepsilon) + I_{diff} \quad (11)$$

$$I_{um}(\varepsilon) = \frac{1}{2} A e^{\frac{-2d\sqrt{2qV \frac{m_e^*(\varepsilon) m_h^*(\varepsilon)}{m_e^*(\varepsilon) + m_h^*(\varepsilon)}}}{h}} (\kappa_n + \kappa_p - qV) \left(\frac{\frac{\kappa_n}{e kT} + 1}{(e^{\frac{\kappa_n - qV}{kT}} + 1)} \frac{\frac{\kappa_p}{e kT} + 1}{(e^{\frac{-qV - \kappa_p}{kT}} + 1)} \right) + G_0(1 + \alpha_1 \varepsilon + \alpha_2 \varepsilon^2) V + I_0 \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right) \quad (12)$$

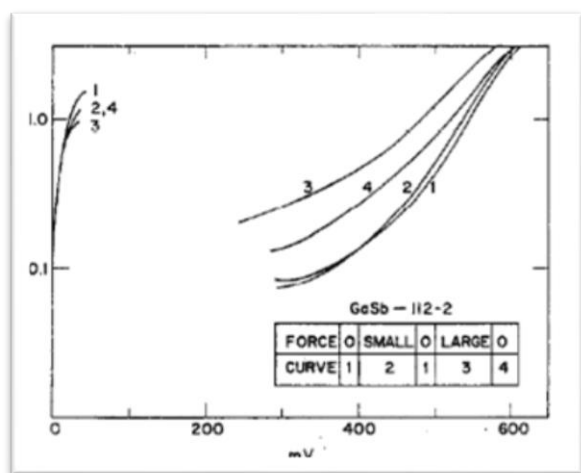


1-a rasm. Cho'zilish deformatsiya ta'siridagi GaSb tunnel diodining I-V xarakteristikalari (nazariya).



1-b rasm. Sıqılısh deformatsiya ta'siridagi GaSb tunnel diodning I-V xarakteristikaları (nazariya).

O'tkazilgan hisob-kitoblar shuni ko'rsatdiki, tunnel diodning VAX deformatsiyasiz holatda klassik Esaki modeli bilan to'liq mos keladi.



1-c rasm. Deformatsiya ta'siridagi GaSb tunnel diodning I-V xarakteristikaları (tajriba[2]).

Tunnel tok, manfiy differensial qarshilik sohasi va dum qismi aniq kuzatildi. Ushbu natijalar 2-adabiyotdagi

tajribaviy ma'lumotlar bilan sifat jihatidan mos tushdi. Kristallga bir o'qli siqilish deformatsiyasi kiritilganda elektron va kovaklarning energiya spektri qayta taqsimlandi. Natijada rezonans tunneling sohasi toraydi va tunneling tokning tunnel qiymati deformatsiyasiz holatga nisbatan kamaydi. Bu hodisa bizning nazariy grafiklarda ham, Pittelli va Rindner tomonidan o'tkazilgan klassik eksperimentlarda ham qayd etilgan. Siqilish deformatsiyasi ta'sirida ortiqcha tokning tezroq o'sishi kuzatildi. Buning sababi kristall panjarasida qo'shimcha defekt kanallari paydo bo'lishi va mavjud kanallarning kengayishidir. Natijada VAXsining dum qismi deformatsiya oshishi bilan keskin ko'tarildi. Umumiy taqqoslash shuni ko'rsatdiki, siqilish deformatsiyasi kuchayganda tunnel tok kamayadi, ortiqcha tok esa kuchayadi. Cho'zilish deformatsiyasida esa tunnel toki ortadi, ortiqcha tok kamayadi. Grafik tahlilidan ko'rindiki, cho'zilish deformatsiyasi kiritilganda rezonans tunneling sohasi kengayadi va maksimal tunnel tok deformatsiyasiz holatga nisbatan sezilarli darajada oshadi. Bu esa differensial qarshilik sohasining kengayishi va umumiy VAXning siljishini ta'minlaydi. Bu hodisa kristall panjarasida defekt kanallarining qisqarishi va elektronlarning asosiy tunnellanish kanaliga ko'proq yo'naltirilishi bilan izohlanadi. Bu esa tunnel va ortiqcha toklar nisbati kamayishiga olib keladi. Ushbu hodisa bizning nazariy modelda deformatsiyaga sezgirlik koeffitsientlari yordamida muvaffaqiyatli hisobga olindi. Diffuzion tok esa deformatsiyaga deyarli sezgir emasligi sababli umumiy xarakteristikada faqat katta kuchlanishlarda muhim rol o'ynadi.

Xulosa. Nazariy tahlillar shuni ko'rsatdiki, GaSb asosidagi tunnel diodlarning volt-ampere xarakteristikasiga mexanik deformatsiya sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Deformatsiyasiz sharoitda Esaki modeliga asoslangan hisob-kitoblar tajribaviy ma'lumotlarga mos keldi. Siqilish deformatsiyasi tunnel tokning kamayishiga va ortiqcha tokning kuchayishiga olib keldi, cho'zilish deformatsiyasi esa teskari natija berdi. Mazkur natijalar deformatsiya yordamida tunneling jarayonini boshqarish imkoniyatini tasdiqlaydi. Bu yondashuv tunnel diodlarning parametrlarini moslashtirish va yuqori tezkor nanoelektron qurilmalarni loyihalashda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

1. Esaki L. New phenomenon in narrow germanium p-n junctions. // Phys. Rev., 1958.
2. Pitteliy J., Rindner M. Tunnel diode characteristics under strain. // J. Appl. Phys., 1967.
3. Hosseini et al. Effect of strain on GaSb-based tunnel diodes. // Semicond. Sci. Technol., 2019.
4. Wang J. et al. Uniaxial stress effects on tunneling devices. // IEEE Trans. Electron Devices, 2003.
5. Zhao W. PhD Dissertation. – University of Notre Dame, 2009.
6. Murphy-Armando F. et al. Strain effects on band-to-band tunneling in silicon. // Phys. Rev. B, 2010.
7. Dadamirzaev M. G., Kosimova M. O., Boydedayev S. R., Makhmudov A.S. Comparison of 2D and 3D pn Junction Differential Conductance and Diffusion Capacitance. // East European Journal of Physics, (2), 2024. – P. 372-379.
8. Uktamova M.K., Nazarov Sh. Investigation of parameters characterizing a tunnel diode under the action of a superhigh-frequency (MW) field in the Tsu-Esaki model. // Web of scientist: International scientific research journal. 2022, vol.3, No.10. – P.800-806. (№23 SJIF, IF:5.95).
9. Gulyamov G., Dadamirzaev G., Dadamirzaev M., Kosimova M. The influence of the microwave field on the characteristics of the pn junction. // Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering, 2(4), 7. 2020.

REZYUME. Maqolada GaSb asosidagi tunnel diodlarning volt-ampere xarakteristikasiga (VAX) mexanik deformatsiyaning ta'siri nazariy jihatdan o'rganildi. Esaki modeliga asoslangan holda, deformatsiya effektlari tunnel toki ifodasiga reduksiyalangan effektiv massa orqali kiritildi. Modellash natijalaridan ko'rindiki, deformatsiyasiz holatda VAX klassik nazariya va mavjud tajribaviy ma'lumotlarga mos keladi. Siqilish va cho'zilish deformatsiyalarining turlicha ta'siri aniqlanib, tunnel diodlarning parametrlari mexanik omillar orqali boshqarilishi mumkinligi ko'rsatildi. Bu yondashuv nanoelektron qurilmalar uchun yangi imkoniyatlar yaratadi.

РЕЗЮМЕ. В статье теоретически исследовано влияние механической деформации на вольт-амперную характеристику (ВАХ) туннельных диодов на основе GaSb. На основе модели Эсаки эффекты деформации были введены в выражение туннельного тока через редуцированную эффективную массу. Результаты моделирования показывают, что в отсутствие деформации ВАХ соответствует классической теории и существующим экспериментальным данным. Установлено различное влияние сжатия и растяжения, что демонстрирует возможность управления параметрами туннельных диодов посредством механических факторов. Такой подход открывает новые перспективы для нанoeлектронных устройств.

SUMMARY. This paper presents a theoretical study of the effect of mechanical deformation on the current-voltage characteristics (I-V) of GaSb-based tunnel diodes. Based on the Esaki model, deformation effects were incorporated into the tunneling current expression through the reduced effective mass. The modeling results show that, in the absence of deformation, the I-V characteristics agree well with classical theory and available experimental data. The distinct influence of compressive and tensile strain was identified, demonstrating that the parameters of tunnel diodes can be controlled by mechanical factors. This approach provides new opportunities for nanoelectronic devices.

VAZN FUNKSIYA BILAN BERILGAN INTEGRAL GEOMETRIYA MASALASINI MODELASH TIRISH

G.M.Djaykov – *texnika fanlari doktori (DSc), dotsent*

Nukus davlat texnika universiteti

G.Sh.Mamutova – *pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent*

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

Tayanch so'zlar: integral tenglamalar, Fur'e o'zgarishi, teskari masala, tartibga solish, funksiyani tiklash.

Ключевые слова: интегральные уравнения, преобразование Фурье, обратная задача, регуляризация, восстановление функции.

Key words: integral equations, Fourier transform, inverse problem, regularization, function reconstruction.

Kirish. “Tomografiya” atamasi yunoncha τομος (kesim) va γραφω (yozmoq) so'zlaridan olingan bo'lib, so'zma-so'z tarjimada “kesimlarni yozib olish” ma'nosini anglatadi. Tomografiya – bu turli xil signallar (elektromagnit, akustik yoki boshqa fizik maydonlar)ning obyekt orqali o'tishini tahlil qilish yordamida shaffof bo'lmagan jismlarning ichki tuzilishini o'rganishga imkon beruvchi usuldir.

Tomografik metodlar amaliy qo'llanilishning nihoyatda keng doirasiga ega. Tibbiyotda ular invaziv bo'lmagan diagnostika, jarrohlikdagi navigatsiya hamda nurli terapiyani rejalashtirishda qo'llaniladi. Sanoatda tomografiya usullari buzmasdan nazorat vositasi sifatida xizmat qilib, materiallardagi yashirin nuqsonlar va yoriqlarni aniqlash imkonini beradi. Xavfsizlik sohasida kompyuter tomografiyasi taqiqlangan buyumlarni aniqlash va aeroportlarda yo'lovchilar oqimini nazorat qilishda qo'llaniladi. Geologiya va seismologiyada tomografik tahlil usullari foydali qazilmalarni izlash hamda tektonik jarayonlarni prognozlashda yordam beradi. Fizika sohasida tomografiya termoyadro qurilmalarida plazma diagnostikasini amalga oshirishda, astronomiyada esa kosmik obyektlarning tuzilishini tadqiq etishda qo'llaniladi. Bundan tashqari, arxeologiyada tomografiya qadimiy artefaktlarni ularning yaxlitligini buzmasdan o'rganish imkonini yaratadi.

Shunday qilib, tomografiya fizika, matematika va hisoblash texnologiyalarini birlashtiruvchi multidissiplinar yo'nalishni tashkil etadi. Tasvirlarni sonli qayta tiklash algoritmlarini rivojlantirish hamda teskari masalalarni yechishda regularizatsiya usullarini takomillashtirish fundamental va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan dolzarb ilmiy vazifadir.

Ishda integral geometriyaning ikki masalasi o'rganilgan: birinchisi – berilgan silliq vaznli funksiya yordamida to'g'ri chiziq kesmalari bo'yicha funksiyani qayta tiklash masalasi; ikkinchisi esa - xuddi shu masalaning zaif noto'g'ri qo'yilgan ko'rinishi, ya'ni integral geometriya masalasi qo'zg'alish bilan bog'liq. Integral geometriyaning birinchi masalasi uchun analitik teskari formula chiqarilgan.

U silliq vaznli funksiyalar sinfi uchun amal qiladi. Shuningdek, yechimlarning mavjudligi va yagonaligi haqidagi teorema isbotlangan [1].

Maqolada fazoda berilgan funksiyani integrallash ochilish burchagi va vertikal simmetriya o'qiga ega bo'lgan konuslar oilasi bo'yicha amalga oshiriladigan Radon almashtirishlarining yangi sinfi ko'rib chiqiladi. Bunday almashtirishlar nazariy va amaliy muhim nazardan, ayniqsa sintetik aperturali radiolokatsiya, tibbiy va texnik diagnostikada, shuningdek, yadro sanoatida vizualizatsiya bilan bog'liq masalalarda qiziqish uyg'otadi. Asosiy e'tibor ko'rsatilgan almashtirish uchun aniq analitik inversiya formulasini chiqarishga qaratilgan bo'lib, bu formula konuslar bo'yicha integral natijalardan boshlang'ich funksiyani tiklash imkonini beradi. Taklif etilgan yondashuvning o'ziga xos xususiyati uning barqarorligi va integrallash konuslari oilasi geometriyasiga cheklov bo'lgan holatlarda ham qo'llanilishidir. Maqolada ikki o'lhovli holatda usulning sonli yechimi keltirilgan va sintetik ma'lumotlarni qayta ishlashda taklif etilgan inversiyaning afzalliklari namoyish etilgan. Ish qat'iy matematik tahlilni amaliy algoritmlar bilan uyg'unlashtiradi, bu esa uni amaliy matematika sohasi mutaxassislari hamda vizualizatsiya masalalari bilan shug'ullanayotgan muhandislar uchun dolzarb qiladi [2].

Ushbu ishda integral geometriyaning vaznli funksiyali parabola bo'yicha masalasi tahlil qilinadi. Chiziqli sohada parabola oilasi bo'yicha integral geometriya masalasining yechimi yagona ekanligi isbotlangan va teskari formula topilgan. Bundan tashqari, yechimning analitik ifodasi hamda uning Sobolev fazolarida barqarorligi bo'yicha baholar keltirilgan. Shunday qilib, masalaning zaif noto'g'ri qo'yilganligi ko'rsatilgan. Teskari formulani topishda to'g'ri va teskari Furie almashtirishlaridan foydalanilgan. Integral geometriya masalasini buzilishlar (ya'ni xatoliklar) bilan ko'rib chiqishda, yechimning barqarorligi uchun teskari operator uzluksiz bo'ladigan ikkita funksional fazo topilgan. Normani aniqlashda faqat chekli sondagi ko'paytmalar qatnashadi, shuning uchun bu masala zaif no-to'g'ri qo'yilgan hisoblanadi [3].