



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA

ELMİN İNKİŞAFI FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondu
və Rusiya Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
1-ci Azərbaycan-Rusiya birgə beynəlxalq grant
müsabiqəsinin (EIF-BGM-4-RFTF-1/2017) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDA İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA MƏLUMAT VƏRƏQİ

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: Qeyri-trivial topologiyaya malik maqnit aşqarlı yarımkəçiricilərin spin polyarlaşmış elektron strukturu, optik və köçürmə xassələri

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: Məmmədov Nazim Timur oğlu

Qrantın məbləği: 98 300 manat

Layihənin nömrəsi: EIF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/04/1-M-02

Müqavilənin imzalanma tarixi: 17 avqust 2020-ci il

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: 18 ay

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): 01 sentyabr 2020-ci il - 01 mart 2022-ci il

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1 Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

1. Yeni $MnBi_2Te_{4-n}(Bi_2Te_3)$ tərkibli monokristallar alınıb. Onları xarakterizə edən rentgen-struktur və raman səpilməsi tədqiqatları aparılmışdır.

2. Alınmış kristalların (0001) səthinin elektron quruluşu bucaq ayırdetməsinə malik elektron fotoemissiya spektroskopiyası (ARPES) metodu (həmçinin fotonun polyarlaşması və enerjisinin dəyişməsilə) ilə tədqiq olunmuşdur və müəyyən olunmuşdur ki $MnBi_2Te_{4-n}(Bi_2Te_3)$ kristalları maqnit topologi izolyatorlardır.

3. Maqnit nüfuzluğunun və elektrik keçiriciliyin 2-300K temperatur intervalında temperatur asılılıqlarından və kristalların maqnitlənməsinin və Holl gərginliyin (anomal Holl effekti) 1.4K-20K temperatur intervalında maqnit sahəsindən asılılıqlarından müəyyən edilmişdir ki, $MnBi_4Te_7$ və $MnBi_6Te_{10}$ laylı yarımkeçiricilərdə antiferromaqnit nizamlılıq halı yaranır ($MnBi_4Te_7$ birləşməsində Néel temperaturu $T_N=13.2K$, $MnBi_6Te_{10}$ birləşməsində isə $T_N=11.9K$) $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$ və $MnBi_{14}Te_{22}$ birləşmələrdə isə ferromaqnit nizamlılıq halı yaranır ($MnBi_8Te_{13}$ birləşməsində Küri temperaturu $T_C=12K$, $MnBi_{10}Te_{16}$ birləşməsində - $T_C=11.7K$, $MnBi_{12}Te_{19}$ birləşməsində - $T_C=11.2K$, $MnBi_{14}Te_{22}$ birləşməsində isə $T_C=11.2K$).

2

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sistemində tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

(burada doldurmalı)

Yox

1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1

Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönlü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

1. $(MnBi_2Te_4)(Bi_2Te_3)_n$, $n \geq 0$ və $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ birləşmələrin tədqiqatların nəticələri fundamental və axtarış-innovasiya yönlü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında istifadə oluna bilər.
2. Yeni tetradimit strukturlu maqnit topoloji izolyatorlar $(MnBi_2Te_4)(Bi_2Te_3)_n$ burada $n \geq 0$ və $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ birləşməsi tətbiq sahələri genişdir:
 - a) yeni innovativ elm sahəsində - spintronikada istifadə ola bilər, əsasən məlumat ötürülməsi, qeyd edilməsi və saxlanması vasitələrində də tələb olunur.
 - b) kvantlaşdırılmış anomal Holl effekti (QAH),
 - c) maqnitoelektrik effekti,
 - d) aksion elektrodinamikası,
 - e) Majoran fermionları və s..

SİFARİŞÇİ:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Məmmədov Nazim Timur oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondu
və Rusiya Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
1-ci Azərbaycan-Rusiya birgə beynəlxalq grant
müsabiqəsinin (EIF-BGM-4-RFTF-1/2017) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

**ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT
(Qaydalar üzrə Əlavə 17)**

Layihənin adı: **Qeyri-trivial topologiyaya malik maqnit aşqarlı yarımkeçiricilərin spin polyarlaşmış elektron strukturu, optik və köçürmə xassələri**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Məmmədov Nazim Timur oğlu**

Qrantın məbləği: **98 300 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/04/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **17 avqust 2020-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **18 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 sentyabr 2020-ci il - 01 mart 2022-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

№	Tamliq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
	Elmi məhsulun növü			
1.	Monoqrafiyalar			
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			
2.	Məqalələr	9	1	

	həmçinin xarici nəşrlərdə	9	1	
3.	Konfrans materiallarında məqalələr	4		
	O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında	4		
4.	Məruzələrin tezisləri	7	2	
	həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda	5	2	
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)			

2. İxtira və patentlər (sayı)

No	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə			
2.	İxtira			
3.	Səmərələşdirici təklif			

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

No	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenary, dərvi, şifahi, divar)	Sayı
1.	Материалы II Международной научной конференции «Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики»	beynəlxalq	divar	1
2.	Материалы Международной конференции «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах»	beynəlxalq	divar	1
3.	Перспективные материалы и технологии, материалы	beynəlxalq	divar	1

	международного симпозиума			
4.	7th International Conference MTP-2021: Modern Trends in Physics	beynəlxalq	dəvətli	1
5.	XXI Всероссийской школы – семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-21)	regional	divar	2
6.	Международной конференции “Физика конденсированных состояний”	beynəlxalq	divar	2
7	7th International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM2021)	beynəlxalq	divar	2

SİFARİŞÇİ:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı

(imza)

“ __ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Məmmədov Nazim Timur oğlu

(imza)

“ __ ” _____ 20_ -ci il



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondu
və Rusiya Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
1-ci Azərbaycan-Rusiya birgə beynəlxalq qrant
müsabiqəsinin (EIF-BGM-4-RFTF-1/2017) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEKNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Qeyri-trivial topologiyaya malik maqnit aşqarlı yarımkəçiricilərin spin polyarlaşmış elektron strukturu, optik və köçürmə xassələri**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Məmmədov Nazim Timur oğlu**

Qrantın məbləği: **98 300 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/04/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **17 avqust 2020-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **18 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 sentyabr 2020-ci il - 01 mart 2022-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- | | |
|----------|---|
| 1 | Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar |
| | <p>1. $MnBi_2Te_4$, $MnBi_4Te_7$, $MnBi_6Te_{10}$, $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$, $MnBi_{14}Te_{22}$ və $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ yeni maqnit topoloji izolyatorlarının laylı birləşmələrinin kristalları alınmışdır.</p> <p>2. Alınmış $MnBi_2Te_4$, $MnBi_4Te_7$, $MnBi_6Te_{10}$, $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$, $MnBi_{14}Te_{22}$ və $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ nümunələrin identifikasiyası rentgen difraksiyası üsulu ilə həyata keçirilmişdir.</p> <p>3. $MnBi_6Te_{10}$, $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$, $MnBi_{14}Te_{22}$ və $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ kristalların Raman spektrləri təcrübi olaraq öyrənilmişdir.</p> <p>4. Müxtəlif soyutma rejimlərində (tətbiq olunan maqnit sahəsi ilə və sahə olmadan), $MnBi_4Te_7$, $MnBi_6Te_{10}$, $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$, $MnBi_{14}Te_{22}$ və $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ nümunələrin (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq olunmuş xarici maqnit sahəsində maqnit nüfuzluğunun temperatur asılılıqları (2-300K) təcrübi olaraq öyrənilmişdir.</p> <p>5. $1.4 \leq T \leq 300K$ temperatur intervalında $MnBi_4Te_7$, $MnBi_6Te_{10}$, $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$, $MnBi_{14}Te_{22}$ və $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ monokristalların səthinə perpendikulyar və parallel istiqamətlərdə elektrik keçiriciliyin temperatur asılılıqları təcrübi olaraq öyrənilmişdir.</p> |

6. $2 \leq T \leq 300\text{K}$ temperatur intervalında MnBi_4Te_7 , $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$, $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ və $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$ kristallarının (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq olunmuş müxtəlif xarici maqnit sahələrinin ($\mu_0 H \leq 8\text{T}$) təsiri altında keçiriciliyinin temperatur asılılıqları təcrübi olaraq öyrənilmişdir.
7. $1.4 \leq T \leq 30\text{K}$ temperatur intervalında MnBi_4Te_7 , $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$, $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ və $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$ nümunəsinin (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq edilmiş maqnit sahəsində kristalların maqnitlənməsinin sahədən asılılıqları təcrübi olaraq öyrənilmişdir.
8. $1.4 \leq T \leq 30\text{K}$ temperatur intervalında MnBi_4Te_7 , $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$, $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ və $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$ kristallarında Hall effekti təcrübi olaraq öyrənilmişdir. Maqnit sahəsi kristalların (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq olunmuşdur.
9. MnBi_4Te_7 və $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$ birləşmələrin zonalarının elektron quruluşu təcrübi və nəzəri, $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ və $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$ birləşmələrininki isə təcrübi olaraq öyrənilmişdir.
10. $30 - 50000 \text{ sm}^{-1}$ tezlik diapazonunda və $7 - 300 \text{ K}$ temperatur intervalında MnBi_2Te_4 topoloji antiferromaqnetikinin həcmli elektron xassələri infraqırmızı spektroskopiya metodu ilə öyrənilmişdir.
11. MnBi_2Te_4 topoloji izolyatorun kristal və elektron quruluşuna məxsusi nöqtəvi defektlərin təsiri tədqiq edilmişdir.
12. Vakuumda termik çökdürmə və maqnetron tozlandırma üsulları ilə müxtəlif texnoloji rejimlərdə səthi Co atomları ilə tozlandırılan Bi_2Te_3 və MnBi_2Te_4 topoloji izolyatorların nümunələri alınmışdır.
13. Co atomları ilə tozlandırılmış Bi_2Te_3 və MnBi_2Te_4 sistemlərinin temperaturdan və tozlandırılan Co atomlarının miqdarından asılı olaraq elektron quruluşunda baş verən dəyişikliklər bucaq ayırdetmə qabiliyyətinə malik fotoelektron spektroskopiya (ARPES) və rentgen fotoelektron spektroskopiya (X-ray Photoelectron Spectroscopy) üsullarından istifadə etməklə öyrənilmişdir.
14. Altıq atomları və Co atomları arasında kimyəvi rəbitənin yaranmasını analiz etmək məqsədi ilə Co atomları ilə tozlandırmadan əvvəl və sonra Bi_2Te_3 və MnBi_2Te_4 nümunələrin daxili səviyyələrinin spektrləri öyrənilmişdir və alınan spektrlərin analizi aparılmışdır.

Layihənin həyata keçirilməsində aşağıdakı üsul və yanaşmalar istifadə olunub.

1. $\text{MnBi}_2\text{Te}_4 \cdot n(\text{Bi}_2\text{Te}_3)$ birləşmələrin birləşməli külçələri kompakt Bricmen-Stokbarqer MTİ (ABŞ) sistemində şaquli Bricmen-Stokbarqer metodu ilə ərintidən alınaraq böyüdülmüşdür. Birləşmələrin 1-3mm ölçülü monokristal bloklarını böyüdülmüş külçələrdən ayırmaqla XRD D2-Phaser, Bruker köməyi ilə seçilmişdir. Ayrılmış kristalların təmizliyinə və keyfiyyətinə rentgenfaza analizi və Enerjidispersiyalı Rentgen Spektroskopiya (EDX) metodları ilə nəzarət edilmişdir. Nümunələrin quruluş analizi rentgen difraksiyası üsulu ilə rentgen difraktometri Bruker D8 Advance istifadə etməklə Ritveld metodu vasitəsi ilə Topas 4.2 kompüter proqramının köməyi ilə həyata keçirilmişdir.
2. Raman spektrinin eksperimental tədqiqatları "Nanofinder30" (Tokyo Instr., Japan) 3D konfokal lazer mikrospektrometrinin köməyi ilə yerinə yetirilmişdir. Tədqiqatlar geriye səpilmə rejimində aparılmışdır, ekspozisiya vaxtı adətən 1 dəqiqə, difraksiya qəfəsi 1800 sətir/mm istifadə olunub və bununla spektral xəttlərin tezliklərinin təyində həssaslıq $0,5 \text{ cm}^{-1}$ əldə edilmişdir.
3. $1.4-300\text{K}$ temperatur intervalında monokristalların elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılıqları təcrübi olaraq öyrənilmişdir. Keçiricilik tədqiqatları standart dördzondlu metodu ilə kriostatda $20,5 \text{ Hs}$ tezlikli dəyişən cərəyanda Lock-in SR 905 Amplifier cihazından istifadə edilərək aparılmışdır. Cərəyanın qiyməti 1mA -i aşmamışdır.
4. MnBi_4Te_7 , $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$, $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ və $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$ kristalların müxtəlif xarici maqnit sahələrinin ($\mu_0 H \leq 6 \text{ T}$) təsiri altında keçiriciliyin temperatur asılılıqları $2-30\text{K}$ temperatur intervalında öyrənilmişdir. Maqnit sahəsi kristalların (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq olunmuşdur.

4. Kristalların maqnitlənməsinin maqnit sahəsindən asılılıqları 1.4K- 20K temperatur intervalında nümunənin (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq edilmiş maqnit sahəsində təcrübi olaraq öyrənilmişdir.
5. Maqnit nüfuzluğunun temperatur asılılıqları 2-300K temperatur intervalında nümunələrin (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq olunmuş xarici maqnit sahəsində təcrübi olaraq öyrənilmişdir. Maqnit nüfuzluğunun temperatur asılılıqları və maqnitlənmənin sahə asılılıqlarının tədqiqi Quantum Design firmasının SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) VSM (Vibrating Sample Magnetometer) cihazında helyum kriostatının köməyi ilə aparılmışdır.
6. Kristallarda Holl effekti və maqnit müqaviməti müxtəlif temperaturalarda (1.4K -15K) təcrübi olaraq öyrənilmişdir. Maqnit sahəsi kristalların (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq olunmuşdur. Keçiricilik və Holl effektinin tədqiqatları standart dördzondlu metodu ilə ifratkeçirici maqnit kriostatda 20,5 Hz tezlikli dəyişən cərəyanda Lock-in SR 905 Amplifier cihazından istifadə edilərək aparılmışdır. Cərəyan laylar boyunca yönəlmişdir və 1mA-i aşmamışdır.
7. Kristalların (0001) səthinin elektron quruluşu bucaq ayırdetməsinə malik elektron fotoemissiya spektroskopiyası (ARPES) metodu (həmçinin fotonun polyarlaşması və enerjisinin dəyişməsilə) ilə yerinə yetirilmişdir. ARPES təcrübələri Elettra sinxrotronunun (Triest, İtaliya) BaDEIPh kanalında, ISSP Tokyo Universitetində (Yaponiya), Sankt-Peterburq Dövlət universitetinin "Səthin tədqiqinin fiziki metodları" mərkəzində, lazer şüalanmalarından istifadə etməklə isə HiSOR sinxrotronunda (Hiroshima şüalanma mərkəzi, Yaponiya) yerinə yetirilmişdir. Fotoemissiya təcrübələri zamanı qalıq təzyiq 1×10^{-10} mbar-dan artıq deyildir. Tədqiqat üçün nümunələrin təmiz səthləri ultra yüksək vakuumba parçalanaraq əldə edilmişdir. Səthin mükəmməlliyinə və təmizliyinə aşağı enerjili elektron difraksiyası və fotoelektron rentgen spektroskopiyası metodları ilə nəzərdə edilmişdir. Daxili səviyyələrin spektrləri rentgen fotoelektron spektroskopiyası metodu ilə alınmışdır. Bu zaman enerjisi 1486,6 eV olan Al katodlu rentgen trubkasından istifadə olunmuşdur.
8. Elektron halların hesablanması VASP proqram kodlarından istifadə etməklə sıxlığın funksional nəzəriyyəsi çərçivəsində yerinə yetirilmişdir.
9. İnfraqırmızı (İQ) əksətmə spektrləri $30-12000 \text{ cm}^{-1}$ tezlik və 7-300K temperatur intervallarında Bruker VERTEX 70v modelinin Furye İQ spektrometrindən istifadə edərək normala yaxın düşmə bucağında tədqiq edilmişdir. Temperatur ARS-Helitran kriostatı ilə tənzimlənmişdir. İQ əksətmə spektrlərini analiz edərkən Kramers - Kroning metodundan və Woollam VASE ellipsometrin köməyi ilə ellipsometrik tədqiqatların nəticələrindən ($4000-50000 \text{ cm}^{-1}$, $T=300\text{K}$) istifadə edilmişdir.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

100%

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

1. İlk dəfə olaraq yüksək keyfiyyətli $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ və $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$ monokristalları yetişdirilmişdir.

2. İlk dəfə olaraq $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ və $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$ birləşmələrin kristal quruluşu açılmışdır.

Cədvəl 1. $\text{MnBi}_2\text{Te}_4 \cdot n(\text{Bi}_2\text{Te}_3)$ ($n=3-6$) birləşmələrin fəza qrupu və qəfəs parametrləri.

$\text{MnBi}_2\text{Te}_4 \cdot n(\text{Bi}_2\text{Te}_3)$	n	Fəza qrupu	Elementar qəfəsin parametrləri	
			a (Å)	c (Å)
$\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$	2	R-3m	4.3685(2)	101.870(7)
$\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$	3	R-3m	4.3927(8)	132.336(24)
$\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$	4	P-3m1*	4.3701(7)	54.304(9)
$\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$	5	R-3m	4.377	199.410
$\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$	6	R-3m	4.379	223.908

3. İlk dəfə olaraq, $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$, $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ və $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$ kristallarının Raman spektri təcrübi olaraq öyrənilmişdir (cədvəl2). Göstərilmişdir ki, $\text{MnBi}_2\text{Te}_4 \cdot n(\text{Bi}_2\text{Te}_3)$ birləşmələrin strukturlarında Bi_2Te_3 bloklarının sayının (n) artması ilə Raman aktiv modlarının tezlik qiymətləri Bi_2Te_3 - ün tezlik qiymətlərinə yaxınlaşır. Müşahidə olunan modların simmetriyası və bu modların atomlarının yerdəyişməsinin istiqaməti nəzəri olaraq təyin edilmişdir.

Cədvəl 2. $\text{MnBi}_2\text{Te}_4 \cdot n(\text{Bi}_2\text{Te}_3)$ birləşmələrinin təcrübi müəyyən olunmuş Raman aktiv fononlarının tezlikləri (sm^{-1}).

$\text{MnBi}_2\text{Te}_4 \cdot n(\text{Bi}_2\text{Te}_3)$								
n=∞	n=0		n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
-	46	47*	38	41	40	-	-	-
61.5	65	60*	57	60	60	61	61	61.5
102.5	102	105*	100.5	101.5	101.5	101	101.5	102.5
134	138	142*	134	134	134	134	133.5	134

4. İlk dəfə olaraq göstərilmişdir ki, MnBi_2Te_4 birləşməsində sərbəst yükdaşıyıcılar tərəfindən udulmanın baş verdiyi ekranlaşdırılmış plazma tezliyi temperaturun azalması ilə artır. Yuxarıda qeyd olunanlar bir çox maddələrdə müşahidə olunan nəticələrdən fərqlənir və temperaturun azalması ilə ağır fermionların sərbəst yükdaşıyıcılarının ümumi konsentrasiyasına verdiyi töhvə ilə izah olunur. Bu effekti təsvir edən nəzəriyyə irəli sürülmüşdür.

5. İlk dəfə təcrübi olaraq göstərilmişdir ki, MnBi_2Te_4 laylı yarımkəçiricilərdə olduğu kimi MnBi_4Te_7 və $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$ laylı yarımkəçiricilərdə antiferromaqnit nizamlılıq halı yaranır. MnBi_4Te_7 birləşməsində Néel temperaturu $T_N = 13.2\text{K}$, $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$ birləşməsində isə $T_N = 11.9\text{K}$.

6. İlk dəfə təcrübi olaraq göstərilmişdir ki, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$ və $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ birləşmələr Küri temperaturundan aşağı (təxminən $T_C = 10.5\text{K}$, $T_C = 11.2\text{K}$ və $T_C = 11.2\text{K}$) temperaturlarda ümumi ferromaqnit davranış nümayiş etdirirlər və yalnız $T = 5\text{K}$ temperaturunda maqnitləşmənin maqnit sahəsindəki asılıqlarında S-ə bənzər əyridən kiçik meyillənmələr müşahidə etmək olar. Beləliklə, bu birləşmələr laylararası zəif mübadilə qarşılıqlı təsirinə malik ferromaqnit topoloji izolyatorlardır.

7. İlk dəfə təcrübi və nəzəri olaraq, MnBi_4Te_7 , $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$, və təcrübi olaraq $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$, $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$, $\text{MnBi}_{12}\text{Te}_{19}$, $\text{MnBi}_{14}\text{Te}_{22}$ birləşmələrində (0001) səthinin topoloji qorunan halları aşkar edildi.

8. Skanedici elektron mikroskopiyası/spektroskopiyası metodu ilə MnBi_2Te_4 birləşmələrində Te

düyünlərində Bi atomlarının, Bi düyünlərində Mn atomlarının mövcudluğu ilə şərtlənən nöqtəvi defektlər aşkar olunmuşdur.

9. İlk dəfə müəyyən olunmuşdur ki, (Mn-Bi) kationlarının qarışdırılması ilə şərtlənən $MnBi_2Te_4$ nümunələrində Mn atomlarının paylanması bu kristalların maqnit quruluşunu ideal ferromaqnetikdən ferrimaqnetikə meylləndirir.

10. İlk dəfə olaraq, Neel temperaturundan aşağı temperaturlarda (10÷16K) $MnBi_2Te_4$ monokristalında antiferromaqnit topoloji izolyatorunda 20 meV -dən kiçik 60–70 meV-ə qədər Dirak nöqtəsində yarığın modulyasiyası müşahidə olunmuşdur. Göstərilmiş və ab-initio hesablamalarının köməyi ilə təsdiq olunmuşdur ki, səth strukturunun modifikasiyası və bunun nəticəsi olaraq səthdəki ferromaqnit nizamlılığı bu hədisənin səbəbi ola bilər.

11. İlk dəfə təcrübi və nəzəri olaraq göstərilmişdir ki, $(MnBi_2Te_4)_n(Bi_2Te_3)$ ($n=0, 1, 2$) Van der Waals birləşmələrində maqnit, elektron və uyğun olaraq, topoloji xüsusiyyətlər n-in qiymətindən güclü asılıdır. n-nin 0-dan 2-yə qədər artması ilə elementar xanalarda bu birləşmələrin antiferromaqnit nizamlılığı çox zəifləyir, ferromaqnit nizamlılığı isə artır. $(MnBi_2Te_4)_n(Bi_2Te_3)$ Van der Waals birləşmələrində $n > 3$ və sərbəst yükdaşıyıcıların olmaması halı üçün maqnit quruluşu maqnitlənməsi [0001] istiqamətinə təsadüfi olaraq paralel və ya antiparalel yönəlmiş 2D ferromaqnetiklərin sərbəst dəsti kimi təsvir edilə bilər.

12. İlk dəfə olaraq, $MnBi_2Te_4$, $MnBi_4Te_7$, $MnBi_6Te_{10}$, $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$, $MnBi_{14}Te_{22}$ birləşmələrində $1.4K - T_N$ (T_C) temperatur intervalında anomal Holl effekti aşkar edilmişdir. Təyin olunmuşdur ki, $MnBi_2Te_4$, $MnBi_4Te_7$, $MnBi_6Te_{10}$ birləşmələrində antiferromaqnitlərə hass olan anomal Holl effekti və böhran temperaturundan yüksək temperaturlarda ($T > T_N$) normal Holl effekti müşahidə olunur. Müəyyən olunmuşdur ki, $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$, $MnBi_{14}Te_{22}$ birləşmələrində ferromaqnitlərə hass olan histerizis quyruğu temperaturun artması ilə kiçilir və böhran temperaturundan yüksək temperaturlarda ($T > T_C$) normal Holl effekti müşahidə olunur.

13. İlk dəfə $MnBi_2Te_4$, $MnBi_4Te_7$, $MnBi_6Te_{10}$, $MnBi_8Te_{13}$, $MnBi_{10}Te_{16}$, $MnBi_{12}Te_{19}$, $MnBi_{14}Te_{22}$ birləşmələrinin keçiriciliyinin temperatur asılılıqlarının tədqiqatları göstərmişdir ki, (0001) səthinə həm paralel, həm də perpendikulyar istiqamətlərdə Neel (Küri) temperaturu - 300K temperatur intervalında yüklərin daşınma mexanizmi eynidir.

14. Göstərilmişdir ki, alınmış $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ kristalları P-3m1* fəza qrupunda kristallaşır. Təcrübi təyin olunan "c" parametrləri 41 \AA -dir.

15. İlk dəfə $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ birləşmələrinin keçiriciliyinin temperatur asılılıqlarının tədqiqatları ilə göstərmişdir ki, (0001) səthinə həm paralel, həm də perpendikulyar istiqamətlərdə Küri temperaturu və eləcə də 2-300K temperatur intervalındakı yüklərin daşınma mexanizmi eynidir.

16. Müəyyən olunub ki $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ birləşmələrində, T_C temperaturdan aşağı 1,4 K qədər, temperatur azaldıqca xüsusi müqavimət artır. Bu zəif lokalizasiya effekti ilə əlaqədərdir.

17. 5 K temperaturda $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ birləşmələrin (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq olunmuş xarici maqnit sahəsində mənfə maqnit müqaviməti aşkar olunub və artıq 1 Tl maqnit sahəsində xüsusi müqavimətin temperaturdan assılığında zəif lokalizasiya effekti müşahidə olunmur.

18. Göstərilib ki, $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ birləşmələrin (0001) səthinə perpendikulyar tətbiq olunmuş güclü xarici maqnit sahəsi (1T, 2T, 4T və 6T) təsiri ferromaqnetiklərə məxsusdur: maqnit sahəsi artdıqca T_C temperaturu yuxarı temperatur istiqamətində artır.

19. Holl effekti tədqiqatlarından məlum olunub ki, $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ birləşmələri p-tip yarıma keçiricilərdir. Yəni $(MnBi_2Te_4)_n(Bi_2Te_3)$ birləşmələrindən fərqli olaraq, $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$ birləşmələrində əsas yükdaşıyıcılar – deşiklərdir.

20. İlk dəfə olaraq temperaturdan və tozlandırılan metalın miqdarından asılı olaraq, Bi_2Te_3 nümunələrinin elektron quruluşunda (Dirak nöqtəsinin sürüşməsi və Dirak konusunun strukturunda dəyişiklik), valent zona və keçirici zonada dəyişikliklər aşkar edilmişdir. Co, Bi və Te atomları arasında kimyəvi rabitələrin yaranma ehtimalı göstərilmişdir.

21. İlk dəfə olaraq göstərilmişdir ki, $MnBi_2Te_4$ nümunələrinin Co atomları ilə tozlanması Dirak

nöqtəsinin sürüşməsinə və daxili səviyyələrin yeni komponentlərinin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Axırincılar, $MnBi_2Te_4$ nümunəsinin səthində tərkibində Co olan nizamlı birləşmələrin əmələgəlmə ehtimalını təsdiqləyir.

- 4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, Impact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) (*surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!*)

Dərc olunmuş məqalələr

1. Filnov S.O., Klimovskikh I. I., Estyunin D. A., Fedorov A. V., Voroshnin V. Yu., Koroleva A. V., Rybkin A. G., Shevchenko E. V., **Aliev Z. S.**, Babanly M. B., Amiraslanov I. R., **Mamedov N. T.**, Schwier E. F., Miyamoto K., Okuda T., Kumar S., Kimura A., Misheneva V. M., Shikin A. M., Chulkov E. V. Probe-dependent Dirac-point gap in the gadolinium-doped thallium-based topological insulator $TiBi_{0.9}Gd_{0.1}Se_2$. *Physical Review B*, v. 102, 085149 (2020)

<https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.102.085149>

DOI: 10.1103/PhysRevB.102.085149

Web of Science

Q1 kategoriyası, İF: 3,575

2. Klimovskikh Ilya I., Otrokov Mikhail M., Estyunin Dmitry, Ereemeev Sergey V., Filnov Sergey O., Koroleva Alexandra, Shevchenko Eugene, Voroshnin Vladimir, Rybkin Artem G., Rusinov Igor P., Blanco-Rey Maria, Hoffmann Martin, **Aliev Ziya S.**, Babanly Mahammad B., Amiraslanov Imamaddin R., **Abdullayev Nadir A.**, Zverev Vladimir N., Kimura Akio, Tereshchenko Oleg E., Kokh Konstantin A., Petaccia Luca, Di Santo Giovanni, Ernst Arthur, Echenique Pedro M., **Mamedov Nazim T.**, Shikin Alexander M., Chulkov Eugene V. Tunable 3D/2D magnetism in the $(MnBi_2Te_4)(Bi_2Te_3)_m$ topological insulators family. *npj Quantum Materials*, v.5,54 (2020)

<https://www.nature.com/articles/s41535-020-00255-9>

DOI: 10.1038/s41535-020-00255-9

Web of Science

Q1 kategoriyası, İF: 6,562

3. Nature of the Dirac gap modulation and surface magnetic interaction in axion antiferromagnetic topological insulator $MnBi_2Te_4$

Shikin A. M., Estyunin D.A., Klimovskikh I. I., Filnov S. O., Schwier E. F., Kumar S., Miyamoto K., Okuda I., Kimura A., Kuroda K., Yaji K., Shin S., Takeda Y., Saitoh Y., **Aliev Z. S.**, **Mamedov N. T.**, Amiraslanov I. R., Babanly M. B., Otrokov M. M., Ereemeev S. V., Chulkov E. V. *Scientific Reports*, v. 10, 13226 (2020)

<https://www.nature.com/articles/s41598-020-70089-9.pdf?origin=ppub>

DOI: [10.1038/s41598-020-70089-9](https://doi.org/10.1038/s41598-020-70089-9)

Web of Science

Q1 kategoriyası, İF: 4,120

4. Эффект слабой локализации в новых магнитных топологических изоляторах $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$

Abdullayev N.A., Əliquliyeva X.V., Zverev V.N., **Əliyev Z.S.**, Əmiraslanov İ.R., Babanlı M.B., Bağırova S.M., **Əliyeva Y.N.**, Nəsibov İ.A., **Məmmədov N.T.**

AMEA Xəbərləri. Fizika, astronomiya, cild XLI, N.2, s. 10-16 (2021)

<http://physics.gov.az/transactions.html>

5. Механизм переноса заряда в новом магнитном топологическом изоляторе

$\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$

Абдуллаев Н.А., Алигулиева Х.В., Зверев В.Н., **Алиев З.С.**, Амირасланов И.Р., Бабанлы М.Б., Джахангирли З.А., **Алиева Е.Н.**, **Ахмедова Х.Н.**, **Мамедов Т.Г.**, Отроков М.М., Шикин А.М., **Мамедов Н.Т.**, Чулков Е.В.

Физика твёрдого тела, т. 63, в. 8, с.1062-1067 (2021)

<http://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/51154>

DOI: 10.21883/FTT.2021.08.51154.085

Web of Science

IF: 1.126

Bu məqalənin ingilis dilinə tərcüməsi *Springer* nəşriyyatında “Physics of the Solid State” jurnalında çap olunub:

Abdullayev N.A., Aliguliyeva Kh.V., Zverev V.N., **Aliev Z.S.**, Amiraslanov I.R., Babanly M.B., Jahangirli Z.A., **Aliyeva Ye.N.**, **Akhmedova Kh.N.**, **Mammadov T.G.**, Otrokov M.M., Shikin A.M., **Mamedov N.T.**, Chulkov E.V. The Charge Transport Mechanism in a New Magnetic Topological Insulator $\text{MnBi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_4$.

Physics of the Solid State, v.63, No. 8, pp. 1206–1211(2021)

<https://link.springer.com/article/10.1134/S1063783421080023>

DOI: 10.1134/S1063783421080023

Web of Science

Q3 kategoriyası IF: 0.895

6. Xu Bing, Zhang Y., Alizade E. H., Jahangirli Z. A., Lyzwa F., Sheveleva E., Marsik P., Li Y. K., Yao Y. G., Wang Z. W., Shen B., Dai Y. M., Kataev V., Otrokov M. M., Chulkov E. V., **Mamedov N. T.**, Bernhard C. Infrared study of the multiband low-energy excitations of the topological antiferromagnet MnBi_2Te_4 .

Physical Review B, v. 103, L121103 (2021)

<https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.103.L121103>

DOI: 10.1103/PhysRevB.103.L121103

Web of Science

Q1 kategoriyası, IF: 3.664

7. Shikin A.M., Estyunin D.A., Zaitsev N.L., Glazkova D., Klimovskikh I.I., Filnov S., Rybkin A.G., Schwier E. F., Kumar S., Kimura A., **Mamedov N.**, **Aliev Z.**, Babanly M.B., Kokh K., Tereshchenko O.E., Otrokov M.M., Chulkov E. V., Zvezdin K.A., Zvezdin A.K. Sample-dependent Dirac point gap in MnBi_2Te_4 and its response to the applied surface charge: a combined photoemission and ab initio study.

<https://arxiv.org/abs/2107.04428> 9 Jul (2021)

DOI: 10.48550/arXiv.2107.04428

8. Garnica M., Otrokov M. M., Aguilar P.Casado, Klimovskikh I. I., Estyunin D., **Aliev Z.S.**, Amiraslanov I. R., **Abdullayev N. A.**, Zverev V. N., Babanly M.B., **Mamedov N. T.**, Shikin A. M., Arnau A., Vazquez de Parga A.L., Chulkov E. V., Miranda R. Native point defects and their implications for the Dirac point gap at $\text{MnBi}_2\text{Te}_4(0001)$: scanning tunneling microscopy and photoemission spectroscopy insights.

npj Quantum Materials, v 7,7(2022)
<https://www.nature.com/articles/s41535-021-00414-6>
DOI: 10.1038/s41535-021-00414-6
Web of Science
Q1 kategoriyası, İF: 6,562

9. Shikin A.M., Estyunin D.A., Zaitsev N.L., Glazkova D., Klimovskikh I.I., Filnov S., Rybkin A.G., Schwier E. F., Kumar S., Kimura A., **Mamedov N.**, **Aliev Z.**, Babanly M.B., Kokh K., Tereshchenko O.E., Otrokov M.M., Chulkov E. V., Zvezdin K.A., Zvezdin A.K. Sample-dependent Dirac point gap in MnBi₂Te₄ and its response to the applied surface charge: a combined photoemission and ab initio study. Physical Review B, v.104, 115168 (2021)
<https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.104.115168>
DOI: [10.1103/PhysRevB.104.115168](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.115168)
Web of Science
Q1 kategoriyası , İF: 3.664

Qəbul olunmuş və çapda olan məqalələr

1. Влияние атомов Со на электронную структуру топологических изоляторов Bi₂Te₃ и MnBi₂Te₄
Макарова Т. П., Естюнин Д. А., Фильнов С.О., Глазкова Д. А. , Пудиков Д. А., Рыбкин А.Г., Гогина А. А., Алиев З.С., Амирасланов И. Р., **Мамедов Н.Т.**, Кох К.А., Терещенко О.Е., Шикин А. М., Чулков Е.В., Климовских И.И.
Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики (ЖЭТФ) 161(3), pp1-9 (2022)
DOI: 10.31857/S0044451022030000
Web of Science
Q3 kategoriyası, İF: 1.29

Dərc olunmuş konfrans materialları:

1. Аномальный эффект Холла в новых магнитных топологических изоляторах MnBi₂Te₄ и MnBi₈Te₁₃
Алигулиева Х.В., **Абдуллаев Н.А.**, **Алиев З.С.**, Амирасланов И.Р., Зверев В.Н., Шикин А.М., **Мамедов Н.Т.**, Чулков Е.В.
Материалы II Международной научной конференции «Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики» 12-13 ноября 2020 года Сумгаит – 2020, стр. 64-69.
<https://www.ssu-conferenceproceedings.edu.az/pdf/fizika.pdf>

2. **Абдуллаев Н.А.**, Алигулиев Х.В., Зверев В.Н., **Алиев З.С.**, Амирасланов И.Р., Бабанлы М.Б., **Мамедов Н.Т.** , **Электрические и гальваномагнитные свойства смешанной системы магнитных топологических изоляторов MnBi₂Te₄-MnBi₄Te₇**
Материалы Международной конференции «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах» Россия, Махачкала, 12-17 сентября 2021 г, стр.51
<http://dagphys.ru/conference>

3. **Абдуллаев Н.А.**, Алигулиева Х.В., Зверев В.Н., **Алиев З.С.**, Амирасланов И.Р., Бабанлы М.Б., **Мамедов Н.Т.** Электропроводность новых магнитных топологических изоляторов MnBi₁₄Te₂₂

Перспективные материалы и технологии, материалы международного симпозиума, Минск, 23-27 августа 2021 г., стр.247-249
<http://mks-phys.ru/index.php/page/get/684>

4. **Mamedov N.T.**, Alizade E.H., **Aliev Z.S.**, Aliyeva Y.N., **Akhmedova Kh.N.**, Bagirova S.M., **Mammadov T.G.**, **Abdullayev N.A.**, Amiraslanov I.R., Ragimov S.S., Jahangirli Z.A. Spectroscopic Ellipsometry and Free Carrier Plasma EDGE: Topological Insulators CASE 7th International Conference MTP-2021: Modern Trends in Physics, december 15-17, 2021 Baku State University, Baku Azerbaijan pp.23-30.
http://mtp2021.bsu.edu.az/Proc-MTP-2021_Volume_1.pdf

Dərc olunmuş tezislər:

1. **Абдуллаев Н.А.**, Алигулиева Х.В., **Алиев З.С.**, Амирасланов И.Р., Зверев В.Н., Шикин А.М., **Мамедов Н.Т.**, Чулков Е.В. Электронный транспорт в магнитном поле в новых ферромагнитных топологических изоляторах $MnBi_8Te_{13}$ и $MnBi_{10}Te_{16}$. Тезисы докладов XXI Всероссийской школы – семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-21), 18–25 марта 2021 г., г. Екатеринбург, Россия, стр.51.
http://smu.imp.uran.ru/spfks/sites/default/files/upload/programm_spfks-21_0.pdf (Программа, стр.20, доклад № 4)

2. **Абдуллаев Н.А.**, Алигулиева Х.В., **Алиев З.С.**, Амирасланов И.Р., Зверев В.Н., Шикин А.М., **Мамедов Н.Т.**, Чулков Е.В. Электрические и гальваномагнитные эффекты в антиферромагнитном топологическом изоляторе $MnBi_2Te_4$. Тезисы докладов XXI Всероссийской школы – семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-21), 18–25 марта 2021 г., г. Екатеринбург, Россия, стр.165.
http://smu.imp.uran.ru/spfks/sites/default/files/upload/programm_spfks-21_0.pdf (Программа, стр.20, доклад № 5)

3. **Абдуллаев Н.А.**, Алигулиева Х.В., Зверев В.Н., **Алиев З.С.**, Амирасланов И.Р., Бабанлы М.Б., **Мамедов Н.Т.** Влияние дефектов на температуру Нееля в антиферромагнитных топологических изоляторах $MnBi_2Te_4$. Сборник тезисов 2-ой Международной конференции “Физика конденсированных состояний”, Россия, Черноголовка, 31 мая - 4 июня 2021г., стр. 256.
<http://www.issp.ac.ru/pcm2021/assets/files/Abstracts-FKS2-2021Final.pdf>
DOI: 10.26201/ISSP.2020/FKS-2.117

4. **Абдуллаев Н.А.**, Алигулиева Х.В., Зверев В.Н., **Алиев З.С.**, Амирасланов И.Р., Бабанлы М.Б., **Мамедов Н.Т.** Перенос заряда в системе антиферромагнитных топологических изоляторов $MnBi_2Te_4$ - $MnBi_4Te_7$. Сборник тезисов 2-ой Международной конференции “Физика конденсированных состояний”, Россия, Черноголовка, 31 мая - 4 июня 2021г., стр. 336.
<http://www.issp.ac.ru/pcm2021/assets/files/Abstracts-FKS2-2021Final.pdf>
DOI: 10.26201/ISSP.2020/FKS-2.352

5. **Abdullayev N.A.**, **Aliev Z.S.**, Amiraslanov I.R., Aliguliyeva Kh.V., Ereemeev S.V., Koroleva A.V., Shikin A.M., Zverev V.N., **Mamedov N.T.**, Chulkov E.V. Magnetic phase transition and anomalous Hall effect in a new antiferromagnetic topological insulator $MnBi_2Te_4$

7th International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM2021) Milas-Bodrum, Turkey, Oct 21-27 2021, p.631.

<https://ieeecsc.org/event/icsm-2021>

6. **Abdullayev N.A., Aliev Z.S.**, Amiraslanov I.R., Aliguliyeva Kh.V., Ereemeev S.V., Koroleva A.V., Mamedova I.A., Shikin A.M., Zverev V.N., **Mamedov N.T.**, Chulkov E.V. Magnetic phase transition and anomalous Hall effect in a new ferromagnetic topological insulators $MnBi_8Te_{13}$ and $MnBi_{10}Te_{16}$

7th International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM2021) Milas-Bodrum, Turkey, Oct 21-27 2021, p.716

<https://ieeecsc.org/event/icsm-2021>

7. **Mamedov N.T.** Spectroscopic Ellipsometry and Free Carrier Plasma EDGE: Topological Insulators CASE. 7th International Conference MTP-2021: Modern Trends in Physics, december 15-17, 2021 Baku State University, Baku Azerbaijan, p.7

http://mtp2021.bsu.edu.az/ABSTRACT_BOOK_MTP_2021.pdf

Qəbul olunmuş və çapda tezislər:

1. **Mamedov Nazim T.**, Alizade Elvin H. , Cahangirli Zakir A., **Aliyev Ziya S.**, Amiraslanov Imam R., Mammadov Samir N., Otrokov Mikhail M., Chulkov Eugene V. Spectroscopic Ellipsometry and Ab-Initio Studies of $MnBi_2Te_4$ and $MnBi_{0.5}Sb_{1.5}Te_4$: Dielectric Function and Free Carrier Plasma Edge

The 9th International Conference on Spectroscopic Ellipsometry, May 22-28, 2022, Beijing, China

2. Mikhail M Otrokov, Manuela Garnica, Pablo Casado Aguilar, Ilya I Klimovskikh, Dmitry Estyunin, **Ziya S Aliev**, Imamaddin Amiraslanov, **Nadir A Abdullayev**, Vladimir N Zverev, Mahammad B Babanly, Andres Arnau, **Nazim T Mamedov**, Amadeo L Vazquez de Parga, Alexander M Shikin, Evgueni V Chulkov, Rodolfo Miranda. *Native point defects and their implications for the Dirac point gap at $MnBi_2Te_4(0001)$* * American Physical Society (APS) Monday–Friday, March 14–18, 2022; Chicago

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak

(burada doldurmalı)

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

(burada doldurmalı)

1. Материалы II Международной научной конференции «Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики» 12-13 ноября 2020, Сумгаит, Азербайджан , divar məruzəsi,

	<p>beynəlxalq.</p> <p>2. XXI Всероссийской школы – семинара по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-21), 18–25 марта 2021 г., г. Екатеринбург, Россия, 2 divar məruzəsi, regional</p> <p>3. 2-ой Международной конференции “Физика конденсированных состояний”, 31 мая - 4 июня 2021г. Россия, Черногловка, 2 divar məruzəsi, beynəlxalq.</p> <p>4. Материалы Международной конференции «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах», 12-17 сентября 2021 г. Россия, Махачкала, divar məruzəsi, beynəlxalq.</p> <p>5. “7th international conference MTP-2021: modern trends in physics”, 15-17 december 2021, Baku State University, Baku, Azerbaijan, dəvətli məruzə, beynəlxalq.</p> <p>6. “7th International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM2021) “, Oct 21 – 27, 2021, Milas-Bodrum, Turkey, 2 divar məruzəsi, beynəlxalq.</p> <p>7. “Перспективные Материалы и Технологии“ Материалы Международного Симпозиума 23-27 августа 2021 года Минск Беларуси, divar məruzəsi, beynəlxalq.</p>
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmullatları
11	<p>Yerli həmkarlarla əlaqələr</p> <p>1. E. H.Əlizadə - AMEA Fizika İnstitutu</p> <p>2. Z.A. Cahangirli- AMEA Fizika İnstitutu</p> <p>3. İ.R. Əmiraslanov - AMEA Fizika İnstitutu</p> <p>4.S.S.Rəhimov- AMEA Fizika İnstitutu</p> <p>5. .M. B. Babanlı- AMEA Kataliz və qeyi-üzvi kimya institutu</p> <p>6.S.M.Bağirova - AMEA Fizika İnstitutu</p> <p>7.İ.ANəsibov - AMEA Fizika İnstitutu</p> <p>8. X.V. Əliquliyeva – Sumqayıt Dövlət Universiteti</p>
12	<p>Xarici həmkarlarla əlaqələr</p> <p>1. M. M. Koroleva -Centro de Física de Materiales (CFM-MPC), Centro Mixto CSIC-UPV/EHU, Spain</p> <p>2. H. Bentmann- Experimentelle Physik VII, Universitat Würzburg, Am Hubland, Germany</p> <p>3. A. Zeugner-Technische Universität Dresden, Department of Chemistry and Food Chemistry, Germany</p> <p>4. S. Gass-Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden, Germany</p> <p>5. A. U. B. Wolter- Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden, Germany</p> <p>6. A. V. Koroleva- Institute of Strength Physics and Materials Science, Tomsk, Russia</p> <p>7. D. Estyunin- Saint Petersburg State University, 198504 Saint Petersburg, Russia</p> <p>8. M. Blanco-Rey- Materiallar üzrə Fizika Bölməsi UPV/EHU, İspaniya</p> <p>9. M. Hoffmann- Institut für Theoretische Physik, Johannes Kepler Universität, Austria</p> <p>10. A.Yu. Vyazovskaya- Tomsk State University, Tomsk, Russia</p> <p>11. B. Buchner - Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden, Germany</p> <p>12. E. F. Schwier- Hiroshima Synchrotron Radiation Center, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan</p> <p>13. S. Kumar- Hiroshima Synchrotron Radiation Center, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan</p> <p>14. A. Kimura- Department of Physical Sciences, Graduate School of Science, 31 Hiroshima University, Japan</p>

15. L. Petaccia- Elettra Sincrotrone Trieste, Trieste, Italy
16. G. Di Santo- Elettra Sincrotrone Trieste, Trieste, Italy
17. R. C. Vidal- Experimentelle Physik VII, Universitat Wurzburg, Wurzburg, Germany
18. S. Schatz- Experimentelle Physik VII, Universitat Wurzburg, Wurzburg, Germany
19. K. Kibner- Experimentelle Physik VII, Universitat Wurzburg, Wurzburg, Germany
20. C. H. Min- Experimentelle Physik VII, Universitat Wurzburg, Wurzburg, Germany
21. Simon K. Moser- Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, USA
22. T. R. F. Peixoto- Experimentelle Physik VII, Universitat Wurzburg, Germany
23. F. Reinert- Experimentelle Physik VII, Universitat Wurzburg, Germany
24. A. Ernst- Institut fur Theoretische Physik, Johannes Kepler Universitat, Austria
25. P. M. Echenique- Materiallar üzrə Fizika Mərkəzi (CFM-MPC), İspaniya
26. A. Isaeva- Technische Universität Dresden, Faculty of Chemistry and Food Chemistry, Germany
27. D. Nasonova - Moscow Lomonosov State University, Chemistry Department, Moscow, Russia
28. A. Shevelkov- Moscow Lomonosov State University, Chemistry Department, Moscow, Russia
28. Bing Xu- University of Fribourg, Department of Physics and Fribourg Center for Nanomaterials, Switzerland
29. Y. Zhang- State Key Laboratory of Optoelectronic Materials and Technologies, School of Physics, Sun Yat-Sen University, China
29. F. Lyzwa- University of Fribourg, Department of Physics and Fribourg Center for Nanomaterials, Switzerland
30. E. Sheveleva- University of Fribourg, Department of Physics and Fribourg Center for Nanomaterials, Switzerland
31. P. Marsik- University of Fribourg, Department of Physics and Fribourg Center for Nanomaterials, Switzerland
32. Y. K. Li- Key Laboratory of Advanced Optoelectronic Quantum Architecture and Measurement, Ministry of Education, School of Physics, Beijing Institute of Technology, Beijing, China
33. Y. G. Yao- Key Laboratory of Advanced Optoelectronic Quantum Architecture and Measurement, Ministry of Education, School of Physics, Beijing Institute of Technology, Beijing, China
34. Z. W. Wang- Key Laboratory of Advanced Optoelectronic Quantum Architecture and Measurement, Ministry of Education, School of Physics, Beijing Institute of Technology, Beijing, China
35. B. Shen- State Key Laboratory of Optoelectronic Materials and Technologies, School of Physics, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, China
36. Y. M. Dai- National Laboratory of Solid State Microstructures and Department of Physics, Nanjing University, China
37. V. Kataev- Leibniz Institute for Solid State and Materials Research IFW Dresden, Germany
38. Christian Bernhard- University of Fribourg, Department of Physics and Fribourg Center for Nanomaterials, Switzerland
39. E. V. Chulkov- Donostia International Physics Center, 20018 Donostia-San Sebastian, Spain
40. S. O. Filnov, Sankt- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
41. I. I. Klimovskikh- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
42. D. A. Estyunin- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
43. A. V. Fedorov- IFW Dresden, Helmholtzstrasse, Dresden, Germany
44. V. Yu. Voroshnin- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
45. A. G. Rybkin- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

46. E. V. Shevchenko- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
47. E. F. Schwie- Hiroshima Synchrotron Radiation Center, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan
48. K. Miyamoto- Hiroshima Synchrotron Radiation Center, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan
49. T. Okuda- Hiroshima Synchrotron Radiation Center, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan
50. S. Kumar- Hiroshima Synchrotron Radiation Center, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan
51. V. M. Misheneva- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
52. A. M. Shikin- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
53. M. Garnica- Instituto Madrilenio de Estudios Avanzados en Nanociencia, Madrid, Spain
54. P. Casado Aguilar- Instituto Madrilenio de Estudios Avanzados en Nanociencia, Madrid, Spain
55. A. Arnau- Centro de Física de Materiales (CFM-MPC), Basque Country, Spain
56. Vazquez de Parga- Instituto Madrilenio de Estudios Avanzados en Nanociencia, Madrid, Spain
57. R. Miranda- Instituto Madrilenio de Estudios Avanzados en Nanociencia, Madrid, Spain
58. T. P. Makarova - Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
59. D. A. Glazkova - Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
60. D. A. Pudikov - Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
61. A. A. Gogina - Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
62. K. Kokh - Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия
63. O.E. Tereshchenko - Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia
64. S.V. Eremeev- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
65. V.N. Zverev- Institute of Solid State Physics, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Russia
66. K.A. Zvezdin- Prokhorov General Physics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow
67. A.K. Zvezdin Prokhorov General Physics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow
68. M. M. Otrokov- Centro de Física de Materiales (CFM-MPC), Basque Country, Spain
69. I. P. Rusinov- Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
70. K. Kuroda-ISSP, University of Tokyo, Kashiwa, Chiba, Japan
71. K. Yaji- ISSP, University of Tokyo, Kashiwa, Chiba, Japan
72. S. Shin-ISSP, University of Tokyo, Kashiwa, Chiba, Japan
73. Y. Takeda-Materials Sciences Research Center, Japan Atomic Energy Agency, Sayo, Hyogo, Japan
74. Y. Saitoh-Materials Sciences Research Center, Japan Atomic Energy Agency, Sayo, Hyogo, Japan

13 Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)

E. H. Əlizadə - aspirant

14 Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)

15 Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)

16 Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)

25 iyun 2020 - ci il 09-10 (1244-1245) nömrəli "Elm" qəzetinə müsahibə "Topoloji dəyişikliklər ərəfəsində"

SİFARİŞÇİ:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı

(imza)

“ _ ” _____ 20_-ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Məmmədov Nazim Timur oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_-ci il