AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

Lİ CƏBROİD VƏ QRUPPOİDLƏRİ VƏ QEYRİ SƏLİS MODULLAR KATEQORİYASINDA FUNKTORLARIN XASSƏLƏRİ

İxtisas: 1210.01 – Topologiya

Elm sahəsi: Riyaziyyat

İddiaçı: **Səbuhi Eldar oğlu Abdullayev**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı - 2021

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin "Cəbr və həndəsə" kafedrasında yerinə yetirilmişdir**.**

Elmi rəhbərlər: r.e.d., professor **Sədi Andəm oğlu Bayramov**
f.-r.e.n., dosent **Vaqif Əli-Muxtar oğlu Qasımov**

Rəsmi opponentlər:
riyaziyyat üzrə elmləri doktoru, professor
Anar Adıgözəl oğlu Dosiev

riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor
Hüseyin Çakallı

riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor
Ahu Açıkgöz

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən BFD 2.17 Birdəfəlik Dissertasiya şurası

Birdəfəlik Dissertasiya şurasının sədri:
AMEA-nın həqiqi üzvü, f.-r.e.d., professor
__________ **Məhəmməd Fərman oğlu Mehdiyev**

Birdəfəlik Dissertasiya şurasının elmi katibi: mex. üzrə e.d., dosent
___________ **Laura Faiq qızı Fətullayeva**

Elmi seminarın sədri: AMEA-nın həqiqi üzvü, f.-r.e.d., prof.
___________ **Yusif Əbülfət oğlu Məmmədov**

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Dissertasiya işi Li cəbroid və qruppoidləri və qeyri səlis modullar kateqoriyasinda funktorlarin xassələrinin tədqiqinə həsr olunub.

Bir çox tətbiqi məsələlərin həll edilməsində riyaziyyatın klassik üsulları kifayət etmir. Buna görə də belə məsələlərin həlli ilə əlaqədar olaraq müxtəlif qeyri ənənəvi nəzəriyyələr qurulmuşdur. İlk qeyri-ənənəvi nəzəriyyə qeyri səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi, ictimai məsələlərlə və kompüter proqramlaşdırması ilə əlaqədar olaraq 1965-ci ildə Lütfi Zadə tərəfindən yaradılmışdır. Bu nəzəriyyə bir tərəfdən çox qiymətli riyazi məntiqin əsasını qoymuş, digər tərəfdən isə kompyuter texnologiyaların inkişafı üçün geniş üfiqlər açmışdır. Lütfi Zadənin bu işinə dayanaraq daha sonra intuitiv qeyri-səlis çoxluqlar, kobud (rough) çoxluqlar, yumşaq (soft) çoxluqlar nəzəriyyələri qurulmuşdur və bu nəzəriyyələri məntiq proqramlaşdırmasında, tibbi diaqnostikada, qərarların qəbul edilməsində geniş tədbiq olunmağa başlamışdır. Qeyri–səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi demək olar ki, riyaziyyatın bütün sahələrində tətbiq edilir: topologiya, cəbr, həndəsə, funksional analiz və s..

Dissertasiya işi əsasasən Lütfi Zadənin əsasını qoyduğu qeyri səlis məntiq nəzəriyyəsinə və onun praktikada tədbiqində yaranan problemlərə həsr edilib. 1969-cu ildən başlayaraq Chang.C.L tərəfindən qeyri səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi topologiyada tədqiq olunmağa başladı və demək olar ki, riyaziyyatın bütün sahələrinə nüfuz etdi. Ən çox topologiya və cəbrdə bu nəzəriyyələr tətbiq olunaraq riyaziyyatda yeni qeyri səlis topoloji və qeyri səlis cəbr sahələri yaranmışdır. Bu vaxta kimi qeyri səlis topologiyada bir çox araşdırmalar aparılmışdır və əsasən ümumi topologiya sahəsində, ancaq topologiyanın belə mühim sahəsi olan cəbri topologiyada demək olar ki, araşdırmalar aparılmamışdır. Eyni şəkildə qeyri səlis cəbrdə də homoloji cəbri üsulları az tətqiq olunmuşdur. Bunu əsas səbəbi qeyri səlis modulların homoloji nəzəriyyəsinin qurula bilməməsidir. Dissertasiya işi həll edilməmiş məsəslələr araşdırılır buna görə dissertiasiya isinin mövzusu aktualdır və gələcək tədqiqat işlərinə imkanlar yaradır.

1969-cu ildə ilk dəfə qeyri - səlis çoxluqlar topologiyada Chang tərəfindən tətbiq olunmuşdur. Bundan sonra bir çox alimlər Bayramov S.A., Li S.G., Zahedi M.M. ümumi topologiyanın nəticələrini qeyri-səlis topoloji fəzalara köçürülməsi ilə məşğul olmuşdular. Bu nəticələr Ying-Mingin kitabında öz əksini tapmışdır. Cəbrdə qeyri-səlis çoxluğu 1971 – ci ildə Rozenfeld tədbiq etmişdir, daha sonra qeyri - səlis halqa, modul, Li cəbri və digər strukturlara daxil edilmiş və burda çox tətqiqatlar aparılmışdır. Zahedi, Ameri məqaləsində ilk dəfə homoloji cəbrin üsulları qeyri-səlis çoxluqlarda tətbiq edilmişdir. Qeyri-səlis çoxluqların ümümiləşməsini intuitiv qeyri - səlis çoxluqlar Atanasov daxil etmişdir. İntuitiv qeyri-səlis çoxluqların ümumiləşməsi olaraq neytrosofik çoxluqları F.Smarandache öz məqaləsində vermişdir. Böyük tətbiqi olan soft çoxluqlar nəzəriyyəsini 1999-cu ildə Molotsov qurmuşdur. Bu çoxluqların tətqiqində Maji və Royun böyük xidmətləri olmuşdur . Daha sonra qeyri - səlis və soft strukturları birləşdirərək qeyri-səlis soft çoxluqlar qurulmuşdur .

Soft çoxluqların cəbrdə tətbiqi 2007-ci ildə N.Çağman tərəfindən başlamışdır. Burada soft qruplar, soft halqalar, soft modullar verilmiş və bu strukturların bəzi xassələri öyrənilmişdir . Cəbrdə qeyri-səlis intuitiv soft modullar Gunduz Aras C., Bayramov S.A. tərəfindən daxil edilmişdir. Burada ən böyük problem homotopiyanın verilməsi ilə bağlıdır. Saleh məqalələrində homotopiya ilə bağlı tətqiqat aparmışdır. Qeyri-səlis topoloji fəzaların homoloji qrupu qurulmuşdur. Ancaq burada verilən homotopiya ekvivalentlik münasibəti deyil. Soft topoloji fəzalarda sinqulyar homoloji nəzəriyyə tamamilə qurulmuşdur.

Topologiyada isə soft çoxluqlar 2011 – ci ildə tətqiq edilmişdir. Bundan sonra bu sahədə soft topologiyası ilə bağlı bir çox tətqiqatlar aparılmışdır. Qeyd edək ki, qeyri-səlis çoxluqlarda əsasən ümumi topologiyaya aid nəticələr əldə edilmişdir. Ancaq cəbri topologiyanın üsulları kimi güclü aparata bu tətqiqatlarda geniş yer verilməmişdir.

Digər tərəfdən hər bir yeni kateqoriya qurulduqda, bu kateqoriyaların cəbri əməllərə nəzərən qapalılıq problemi ortaya çıxır. Düz və tərs limitlər bütün cəbri əməlləri özlərində saxladığına görə , bu kateqoriyalarda qapanma problemini, düz və tərs limitlərin varlığını göstərməklə həll etmək olar. Belə limitlərin varlığına bir çox alimlərin işləri həsr olunub. Misal üçün S.H. Linin işi qeyri səlis topoloji fəzalar, H-modullar kateqoriyasında M.Gadiri, B.Davvazın işi, SHR yarımqrup kateqoriyalarında tərs limitin varlığını araşdırmışdı V.Leoreanunun işləri həsr edilmişdir .

Yuxarıda göstərdiyimiz problemlərin bəzilərinin həllərinə bu dissertasiya işi həsr edilib.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işi qurulmuş yeni kateqoriyalarda düz və tərs limitlər vasitəsilə cəbri əməllərə nəzərən qapalılıq problemin həll olunmasına və funktorların xassələrinin öyrənilməsinə və cəbri topologiyanın üsullarının tətbiqinə həsr olunmuşdur.

Tədqiqat metodları. Baxılan tədqiqat işində tərs, düz limitlər və qapalılıq metodundan istifadə edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

- Soft modullar kateqoriyasında tenzor hasilinin törəmə funktoru daxil edilərək, universal əmsallar haqqında teoremlər isbat edilməsi.
- Qeyri səlis modullar kateqoriyasında və neytrosofik soft modullar kateqoriyasında ilk olaraq homoloji modulların dəqiq ardıcıllığı qurulmuş, daha sonra universal əmsallar haqqında teorremlər isbat edilməsi.
- Cəbri topologiyanın riyaziyyatda mühüm rolunu nəzərə alaraq, soft homoloji qruplar qurulur və burada homoloji nəzəriyyənin aksiomlarının ödəndiyi isbat edilməsi.
- Hər bir kateqoriyada cəbri əməllərə görə qapalı olma problemi ortaya çıxır, bunu nəzərə alaraq tərs və düz limitlər bütün cəbri əməlləri özündə saxladığı üçün, hər bir kateqoriyada bu limitlərin varlığı mühüm rol oynayır. Buna görədə soft modulların, intuitiv soft modulların, neytrosofik soft modulların kateqoriyalarında tərs və düz limitin varlıqları göstərilməsi. Əlavə olaraq tərs limitin törəmə funktoru ilə bağlı dəqiq ardıcıllığın qurulması.
- Neytrosofik Li, neytrosofik soft Li cəbrləri qurularaq, onların əsas xassələri araşdırılması.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Dissertasiya işində aşağıdakı elmi yeniliklər alınmışdır:

- Soft modullar kateqoriyasında tenzor hasilinin törəmə funktoru daxil edilərək, universal əmsallar haqqında teoremlər isbat edilmişdir.
- Qeyri səlis modullar kateqoriyasında və neytrosofik soft modullar kateqoriyasında ilk dəfə homoloji modulların dəqiq ardıcıllığı qurulmuş, daha sonra universal əmsallar haqqında teoremlər isbat olunmuşdur.
- Cəbri topologiyanın riyaziyyatda mühüm rolunu nəzərə alaraq, soft homoloji qruplar qurulur və burada homoloji nəzəriyyənin aksiomlarının ödəndiyi isbat olunub.
- Soft modulların, intuitiv soft modulların, neytrosofik soft modulların kateqoriyalarında tərs və düz limitin varlıqları göstərilmiş və tərs limitin törəmə funktorunun xassələri öyrənilmişdir.
- Neytrosofik Li cəbrləri qurularaq, onların əsas xassələri araşdırılmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktik əhəmiyyəti. Dissertasiya işi əsasən Lütfi Zadənin əsasını qoyduğu qeyri səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinə və onun praktikada tətbiqində yaranan problemlərə həsr edildiyi və qeyri səlis cəbrdə homoloji cəbri üsullar tətbiq olunduğuna görə dissertasiya isinin mövzusu nəzəri və praktik cəhətdən aktualdır və gələcək tədqiqat işlərinə imkanlar yaradır.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiyanın əsas müddəaları və nəticələri görkəmli elm xadimi Məcid Rəsulovun 100 illiyinə həsr olunmuş "Nəzəri və tətbiqi riyaziyyatın aktual problemləri" adlı beynəlxalq konfransda (Şəki, 2017), Azərbaycanın Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 91 illik yubileyinə həsr olunmuş magistrantların, doktorantların və gənc tətqiqatçıların "Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri" adlı beynəlxalq konfransda (Bakı, 2015), Azərbaycanın əməkdar elm xadimi, professor Əmir Şamil oğlu Həbibzadənin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş, "Funksional analiz və onun tətbiqləri" adlı beynəlxalq konfransda (Bakı, 2016), Bakı 8-ci Beynəlxalq Avroasiya konfransında (Bakı, 2019), "IX International conference of the

Georgian Mathematical Union” (Gürcüstan, 2018) elmi konfransında və s. məruzə edilmişdir.

Müəllifin şəxsi tövhəsi. Alınmış bütün nəticələr və təkliflər müəllifə aiddir.

Müəllifin nəşrləri. Disertasiyanın tam məzmunu müəllifin 10 elmi işində dərc edilmişdir, əsərlərin siyahısı avtoreferatın sonunda verilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin “Cəbr və həndəsə” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi.

Dissertasiya işi girişdən, üç fəsildən, nəticə və 76 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İşinin ümumi həcmi – 236.760 işarədir (titul səhifəsi – 471 işarə, mündəricat – 1.706 işarə, giriş - 34.583 işarə, birinci fəsil – 70.000 işarə, ikinci fəsil – 80.000 işarə, üçüncü fəsil –46.000 işarə).

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Dissertasiya işinin *giriş* hissəsində movzunun aktuallığı əsaslandırılır, dissertasiyanın məzmunu ilə bağlı müddəaların qısa xülasəsi verilir və əsas nəticələr şərh olunur.

Birinci fəsildə soft modullar və qeyri-səlis soft modullar kateqoriyasında universal əmsallar haqqında teoremlər isbat olunur. Birinci fəslin sonunda soft topoloji fəzalar kateqoriyasında Çex homoloji nəzəriyyə qurulur. Bununla I fəsildə cəbri topologiyanın qeyri-səlis çoxluqlarda tətbiqi verilmişdir.

Bölmə 1.1-də soft modullar kateqoriyasında universal əmsallar haqqında teoremlər isbat edtilmişdir. *Bölmə 1.2-də* qeyri-səlis soft modullar kateqoriyasında universal əmsal teorem verilmişdir. *Bölmə 1.3-də* soft topoloji fəzalarının Cech homoloji nəzəriyyəsinə toxunulmuşdur. *Bölmə 1.4-də* neytrosofik soft modullarinin kateqoriyasinda universal əmsal teoremi haqqında bəhs edilir.

İkinci fəsildə müxtəlif qeyri-səlis modullar kateqoriyasında qapalılıq problemləri araşdırılır. *Bölmə 2.1-də* soft modullar kateqoriyasinda tərs limitin törəmə funktoru verilib və burada tərs limitin bəzi xassələri göstərilmişdir. *Bölmə 2.2-də* intuitiv qeyri-səlis soft modullar kateqoriyasında tərs sistem anlayışı verilib və bununla bağlı, teoremlər isbat olunub. *Bölmə 2.3-də* neytrosofik soft modullar kateqoriyasında $\varprojlim$ funktorunun törəmə funktoru verilib və bu kateqoriyalarda tərs limitin varlığı və xassələri öyrənilir. *Bölmə 2.4-də* bəzi kateqoriyalar düz limitin varlığı haqqında teroremlər isbat edilir.

Üçüncü fəsildə neytrosofik Li cəbrləri və neytrosofik soft Li cəbrləri öyrənilir. *Bölmə 3.1-də* neytrosofik Li cəbrləri və onların xassələri öyrənilir. *Bölmə 3.2-də* neytrosofik soft Li cəbrləri və onların xassələri öyrənilir.

Bölmə 3.3-də Li cəbrləri və cəbroidlərinin tərifləri öyrənilir, teoremlər isbat edilir.

Tərif 1. (F,A) M üzərində, (G,B) N üzərində soft modullar olsun.

$Tor\big((F,\ A),(G,\ B)\big)$ funktoru $\forall(a,b)\in A\times B$ üçün $Tor\ \big(F(a),$ $G(b)\big)$ verək və $Tor\big((F,\ A),(G,\ B)\big)$ funktoruna $(F\otimes G, A\times B)$ tenzor hasilinin törəmə fanktoru adını verək.

$$\big(\tilde{F},A\big)=\big\{(F_n,A),\partial_n,1_A):\big(F_{n,}A\big)\to(F_{n-1},A)\big\}$$

$\{M_n\}$ modullar üzərində soft modulların zəncir kompleksi və (G,B) N üzərində soft modul olsun. Onda

$$\{(F_n\ \otimes G, A\times B),(\partial_n\otimes 1_G, 1_{A\times B}\ )\}\qquad (1)$$

$\{M_n\ \otimes N\}$ modulları üzərində bir soft zəncir kompleksidir, burda $\forall(a,b)\in A\times B$ üçün

$$\big\{F_n(a)\otimes G(b),\partial_n\otimes 1_{G(b)}: F_n(a)\otimes G(b)\to$$
$$\to F_{n-1}(a)\otimes G(b)\}\qquad (2)$$

modulların zəncir kompleksidir. (2) kompleksinin homoloji modulunu $H_n(F(a): G(b))$ şəklində göstərək. Beləliklə, $\forall(a,b)\in A\times B$ üçün $H_n(F(a); G(b))$ modulu vasitəsi ilə (1) soft modulların zəncir kompleksinin soft homoloji modulunu verə bilərik. Bu modulu $H_n\ \big(\tilde{F},A\big);(G,B)$ ilə işarə edək və (F,A) kompleksinin (G,B) əmsallı homoloji modulu adı verək.

$$(\mu,1_{A\times B}): H_n\big(\tilde{F},A\big)\otimes(G,B)\to H_n\big(\tilde{F},A\big);(G,B)$$

soft modulların homomorfizmasını $\forall(a,b)\in A\times B$ üçün

$$\mu_{(a,b)}: H_n(F(a))\otimes(G(b))\to H_n\big(F(a)\big),(G(b))$$
$$\mu_{(a,b)}([x],g)=[x\otimes g]\quad \forall[x]\in H_n\big(F(a)\big), g\in G(b)$$

kimi verək.

Teorem 1. $\big(\tilde{F},A\big)$ zəncir kompleks $\{M_n\}$ modulları üzərində sərbəst soft modulların kompleksi və (G,B) N üzərində ixtiyari soft modul olsun. Onda aşağıdakı ardıcıllıq dəqiqdir, funkotiyaldır və parçalanandır.

$$0\to(H_n\big(\tilde{F},A\big))\otimes(G,B)\xrightarrow{\mu} H_n\big((\tilde{F},A\big)\otimes(G,B))$$
$$\to T_{or}(H_{n-1}\big(\tilde{F},A\big)(G,B))\to 0.$$

Teorem 2. Əgər $(F,A)*(G,B)$ zəncir kompleksi asiklikdirsə, onda

$$0\to H_n(F,A)\otimes(G,B)\xrightarrow{\mu} H_n\big(.(F_1A):(G,B)\big)\to$$
$$\to H_n(F,A)*(G,B)\to 0$$

qısa ardıcıllığı dəqiqdir, funktoriyaldır və parçalanandır.

Tutaq ki, $\forall n \in Z$ (F_n, A) M_n modulu üzrə qeyri səlis soft moduldur və $(\partial_n, 1_A): (F_n, A) \to (F_{n-1}, A)$ qeyri səlis soft modullarının homomorfizmidir.

Tərif 2. Əgər hər bir $a \in A$ üçün

$$\{(M_n, F_n(a)\ , \partial_n: (M_n, F_n(a)) \to (M_{n-1}, F_{n-1}(a)\}$$

qeyri səlis modullarının zəncir komplekslərididirsə, onda aşağıdakı ardıcıllıq qeyri-səlis soft modullarının zəncir kompleksi adlanır:

$$\{(F_n, A), (\partial_n, (I_A): (F_n, A) \to (F_{n-1}A)\}\ .$$

Tərif 3. Tutaq ki, $(\{\varphi_n\}, g): (\{\psi_n\}, g): \{(F_n, A), \partial_n\} \to \{(G_n, B), \partial'_n\}$ qeyri-səlis soft modullarının zəncir kompleksinin morfizmidir və fərz edək ki, $D = \{(D_n, g): (F_n, A) \to (G_{n+1}, B)\}$ qeyri-səlis soft modullarının homomorfizmlər ailəsinin bir üzvüdür. Əgər $\varphi_n - \psi_n = D_{n-1} \circ \partial_n + \partial'_{n+1} \circ D_n$ ifadəsi ödənilirsə,onda modullarının homomorfizmlərinin üzvü $D = \{(D_n, g): M_n \to N_{n+1}\}_{n \in Z}$ -ə zəncir homotopiyası deyilir. $(\{\varphi_n\}, g), (\{\psi_n\}, g)$ cütünə zəncir homotop morfizmləri deyilir və $(\{\varphi_n\}, g) \sim (\{\psi_n\}, g)$ kimi işarə olunur.

Teorem 3. Qeyri-səlis soft modullar kateqoriyasında zəncir homotopiya münasibəti ekvivalentlik münasibətidir və supurpozisiyaya görə invariantdır.

Teorem 4. Qeyri səlis soft modullarının zəncir komp-lekslərinin homoloji funktoru zəncir homotopiyə görə invariantdır. Odur ki , əgər $\{\varphi_n\} \sim \{\psi_n\}: \{(F_n, A), \partial_n\} \to \{(G_n, B), \partial'_n\}$ onda

$$\varphi_{n*} = \psi_{n*} = H_n(\mathcal{F}, A) \to H_n(G, A)$$

Teorem 5. Əgər bu ardıcıllıq

$$0 \to \left(F_n^{`}, A\right) \to \left(F_{n,} A\right) \to \left(F_n^{``} A\right) \to 0 \tag{3}$$

qeyri səlis soft zəncir komplekslərinin qısa dəqiq ardıcıllığı parçalanadırsa, onda qeyri səlis soft homoloji modullarının aşağıdakı ardıcıllığı

$$\ldots \leftarrow H_{n-1}(F_n^{`}, A) \overset{\partial_*}{\leftarrow} H_n\left(F_n^{``}, A\right) \leftarrow H_n\left(F_{n,} A\right) \leftarrow\ H_n(F_n^{`}, A) \ldots \tag{4}$$

dəqiqdir.

Teorem 6. Qeyri səlis soft zəncir kompleksinin hər bir parçalana qısa dəqiq ardıcıllığı

$$0 \to (\mathcal{F}^{`}, A) \to (\mathcal{F}, A) \to (\mathcal{F}^{``}, A\ \ ) \to 0$$

və hər bir (G, B) qeyri səlis modulu üçün, qeyri səlis soft homoloji modulların ardıcıllığı

$$\ldots \leftarrow H_{n-1}\big((\mathcal{F}`, A); (G, B)\big) \leftarrow H_n\big((F \quad ``, A); (G, B)\big)$$
$$\leftarrow H_n\big((\mathcal{F}, A); (G, B)\big) \leftarrow\leftarrow H_n\big((F_n`, C`); (G, B)\big) \leftarrow \cdots$$

dəqiq və funktorialdır.

Teorem 7. Əgər $(\mathcal{F}, A)$ sərbəst qeyri səlis soft zəncir kompleksləridirsə və (G, B) qeyri səlis soft moduludursa, onda burada funktorial qeyri səlis qısa dəqiq ardıcıllığı vardır:

$$0 \to H_n((\mathcal{F}, A) \otimes (G, b) \xrightarrow{\overline{\varphi}_n} H_n((\mathcal{F}, A); (G, B)$$
$$\to FS - Tor(H_{n-1}((\mathcal{F}, A), (G, B)) \to 0$$

və bu parçalanan ardıcıllıqdır.

Bu bölmədə *Stop* kateqoriyasında homoloji nəzəriyyə qurulur. *STop* ilə soft topoloji fəzalar kateqoriyasını işarə edək. Hər bir (X, τ, E) soft topoloji fəzası üçün $Cov(X)$ bu fəzanın bütün açıq örtüklər çoxluğu olsun. $Cov(X)$ çoxluğu örtüklərinin daralmasına görə istiqamətlənmiş çoxluqdur. $\alpha = \{(F_i, E)\}_{i\in I}$ və $\beta = \{(G_i, E)\}_{i\in J}$ ailələri $(X, \bar{\iota}, E)$ soft topoloji fəzasının açıq örtükləri olsun. Əgər $p: J \to I$ inikası üçün $\big(G_j, E\big) \subset \big(F_{P(J),}E\big)$ şərti ödənirsə α örtüyü β örtüyünün daraldılması adlanır. Bunu $\alpha < \beta$ kimi göstərək. $Cov(X)$ çoxluğu bu münasibətə görə istiqamətlənmiş çoxluqdur. $\alpha = \{(F_i, E)\}_{i\in I}$ ailəsi (X, τ, E) soft topoloji fəzanın ixtiyari açıq örtüyü olsun.

$$nerv\alpha = \big\{(i_1, i_2, \ldots., i_n) : \ \cap_{k=1}^{n}(F_{\mathrm{i}_{K,}}E) \ \neq \Phi\big\}$$

ilə təpələri İ çoxluğun nöqtələri olan simplisial kompleksi göstərək. $p: J \to I$ inikası $p: nerv\,\beta \to nerv\alpha$ simplisial inikası müəyyən edir və ixtiyari iki belə inikaslar simplisial yaxındır. Onda $p_\alpha{}^\beta: nerv\,\beta \to nerv\,\alpha$ simplisial inikası təyin edilmiş olur. Beləcə

$$nerv(X) = (\{nerv\,\alpha\}_{\alpha\in cov(x)}, \{p_\alpha{}^\beta: nerv\,\beta \to nerv\alpha\,\}_{\alpha<\beta})$$

simplisial komplekskərin tərs sistemini əldə edərik. Bu sistemə H_q homoloji funktorunu tətbiq etsək

$$H_q(nerv\,X\,) = (\{H_q(nerv\,X\,)\}_{\alpha\epsilon cov(x)}, \{H_q\,(p_\alpha{}^\beta): H_q(nerv\,\beta) \to$$
$$\to H_q(nerv\alpha\,)\}\,\alpha < \beta$$ təyin etsək

$$[H^q(nerv\,X) = (\{H^q(nerv\,\alpha)_{\alpha\epsilon cov(x)}, \{H^q\,(p_\alpha{}^\beta): H^q(nerv\alpha\,)\} \to$$
$$\to H^q(nevv\beta)\alpha < \beta\})]$$

qrupların tərs (düz) sistemini əldə edərik.

Tərif 4. $H_q(X;G) = \overleftarrow{\lim_{\alpha}} H_q(nerv\ \alpha; G) \left[H^q(X;G) = \overleftarrow{\lim_{\alpha}} H^q(nerv\ \alpha; G)\right]$ qrupuna (X, τ, E) soft topoloji fəzanın q - ölçülü homoloji (kohomoloji) qrupu deyilir.

Əgər (X, τ, E) və (Y, τ^1, E^1) soft topoloji fəzalardırsa və $(f, \varphi): (X, \tau, E) \to (Y, \tau^1, E^1)$ soft topoloji fəzaların soft kəsilməz funksiyası isə, (Y, τ^1, E^1) fəzasının ixtiyari soft açıq $\alpha = \{G_j, E^1\}_{j\,\epsilon J}$ örtüyü üçün $(f, \varphi)(\alpha) = \{(f, \varphi)^{-1} F_j, E^1)\}_{j\,\epsilon J'}$, ailəsi (X, τ, E) fəzasının soft açıq örtüyüdür və $\mathcal{J}' \subset \mathcal{J}$. Aydındır ki əgər $\beta > \alpha$ isə $(f, \varphi)^{-1})(\beta) > (f, \varphi)^{-1}(\alpha)$- dır və əgər

$$(f, \varphi)^{-1})\{G_j, E^1\} \quad \cap \ldots \cap (f, \varphi)^{-1})\{G_{jk}, E^1\} \quad \neq \Phi$$

ödənirsə, onda

$\{G_j, E'\} \quad \cap \ldots \cap \{G_{\mathcal{J}k}, E'\} \quad \neq \Phi$. Buradan $nerv\ ((f, \varphi)^{-1})(\alpha)$ simplisial kompleksi $nerv\ \alpha$ simplisial kompleksinin alt kompleksidir.

$i_{\alpha,(f,\varphi)}: nerv((f, \varphi)^{-1})(\alpha) \to nerv\ \alpha$ ilə daxil etmə inikasını göstərək, onda

$$f = (\{(f, \varphi)^{-1}: Cov\ (Y) \to Cov\ (X)\},$$
$$\{i_{\alpha,(f,\varphi)}: nervf((f, \varphi)^{-1})(\alpha) \to nerv\ \alpha\}_{\alpha \in Coc(Y)}) \qquad (5)$$

ailəsi $nerv\ (X)$ tərs sistemindən $nerv\ (X)$ tərs sisteminə təsir edən morfizmdır.

f morfizmi

$$f_* = \lim_{\leftarrow} H_q\ (f): H_q(X;G) \to\ H_q(Y;G)$$
$$\left[f_* = \lim_{\leftarrow} H^q\ (f): H^q(Y;G) \to\ H^q(X;G)\right]$$

homoloji (kohomoloji) qrupların homomorfizmasını müəyyən edir.

Teorem 8.

$$(X, \tau, E) \longmapsto H_q(X, G)[(X, \tau, E) \mapsto H^q((X, \tau, E) \longmapsto]$$

qarşı qoyması *STop* kateqoriyasından qruplar kateqoriyasına gedən bir kovaryant(kontravaryant) funktordur.

Teorem 9. Hər $x_e \epsilon\ (X, \tau, E)$ soft nöqtəsi üçün

$$H_q(x_e, G) = \begin{cases} 0, & q > 0 \\ G, & q = 0 \end{cases}.$$

(X, A, τ, E) soft topoloji fəzalarının cütləri üçün $i : A \to X$ və $j: X \to (X, A)$ inikasını götürək. Hər bir $\alpha \epsilon Cov(X, A)$ örtüyü üçün i, j inikasından

$$i_\alpha: nerv(\alpha \cap A) \to nerv\ \alpha,$$

$$j_\alpha: nerv\ \alpha \to \left(nerv\alpha, nerv\left(\alpha \cap \tilde{A}\right)\right)$$

simplisial inikalar əldə edilir. Beləcə hər $\alpha \epsilon\ Cov(X, A)$ üçün

$$H(nerv\alpha) = \cdots \leftarrow H_q(nerv\ \alpha) \leftarrow H_q\left(nerv\ \left(\alpha \cap \tilde{A}\right) \leftarrow\right.$$

$$H_{q+1}\left(nerv\alpha, nerv\left(\alpha \cap \tilde{A}\right)\right) \leftarrow H_{q+1}(nerv\ \alpha) \leftarrow \cdots$$

homoloji qrupların dəqiq ardıcıllığı alınır. Bu ardıcıllıqlar α görə tərs sistem yaradır. Bu tərs sistemin limitinə (X, A, τ, E) cütünün homoloji ardıcıllığı deyilir:

$$\ldots \leftarrow H_q(X, G) \leftarrow H_q(A, G) \leftarrow H_{q+1}(X, A, G) \leftarrow H_{q+1}(X) \ldots$$

Dəqiq ardıcıllıqların tərs limitinin dəqiq ardıcıllığı olmadığından homoloji ardıcıllıq dəqiq deyil, ancaq kohomoloji ardıcıllıq

$$\ldots \to H^q(X, G) \to H^q(A, G) \to H^{q+1}(X, A, G) \to H^{q+1}(X, G) \to \cdots$$

dəqiqdir.

Teorem 10. (Kəsmə aksiomu) Tutaq ki, (X, A, τ, E) bir soft topolojik fəza, $(U, E) \epsilon \tau$ və onun soft qapanması $\overline{(U, E)}$ A-nın soft daxilinə daxildirdir, yəni $\overline{(U, E)} \subset \tilde{A}^0$ olsun. Onda $\mathcal{J}: (X - U, A - U) \to (X, A)$ daxil etmə inikası üçün

$$J_{*q}: H_q(X - U, A - U; G) \to H_q(X, A\ ; G)$$

$$\left[J^{*q}\ \ : H^q(X - U, A - U; G) \to H^q(X, A; G)\right]$$

homomorfizmi izomorfizmadır.

Tərif 5. Tutaq ki, (X, τ, E) və $(Y, \tau`, E`)$ iki topoloji soft fəzadır və $(f, \varphi), (g, \varphi): (X, \tau, E) \to (Y, \tau`, E`)$ soft topoloji fəzaların kəsilməz inikasıdır. Əgər

$$(F, \varphi)(x_e, O_*) = (f, \varphi)(x_e) = f(x)_{\varphi(e)}$$

$$(F, \varphi)(x_e, 1_*) = (g, \varphi)(x_e) = g(x)\varphi(e)$$

şərtləri ödəyən $(F, \varphi): (X \times I, \tau \times \tau`, E \times (*) \to (Y, \varepsilon`, E`)$ soft kəsilməz inikası varsa, (F, φ) yə homotopya, $(f, \varphi), (g, \varphi)$ inikaslarına homotop inikaslar deyilir.

Aydındır ki, homotopya münasibəti ekvivalentlik mübasibətidir və superposiya görə invaryantdır.

Teorem 11. (*Homotopya aksiomu***)** Əgər

$(f, \varphi), (g, \varphi): (X, \tau, E) = (Y, \tau`, E`)$

soft homotopik inikaslardırsa, onda

$$(f,\varphi)_* = (g,\varphi)_* : H_q\ (X;G) \to H_q(Y;G)$$

doğrudur.

Tərif 6. *SMod* soft modullar kateqoriyası olsun. Onda $D: I^{0p} \to SMod$ $(D: I \to SMod)$ funktoruna tərs (düz) sistem deyilir.

Tərifə görə soft modulların hər bir tərs sistemi

$$(\{F_i, A_i)\}_{i\in I}, \{(p_i^{i'}, q_i^{i'}) : (F_{i'}, A_{i'}) \to (F_i, A_i)\}_{i<i'}) \tag{6}$$

şəklində yaza bilərik, belə ki aşağıdakı şərtlər ödənir:

1) $i = i'$ üçün $(p_i^{i'}, q_i^{i'}) = 1_{(F_i, A_i)}$;

2) $i < i' < i''$ üçün $(p_i^{i''}, q_i^{i''}) = (p_{i'}^{i''}, q_{i'}^{i''}) \circ (p_i^{i'}, q_i^{i'})$.

Teorem 12. (1) şəklində olan hər tərs sistemin limiti var və yeganədir.

Teorem 13. $(\{F_i, A_i)\}_{i\in I},\ \{(p_i^{i'}, q_i^{i'})_{i<i'}) \to \varprojlim(F_i, A_i)$ qarşı qoyması $Jnv(SMod)$ kateqoriyasından *SMod* kateqoriyasına təsir edən funktordur.

İndi $d : \prod_i M_i \to \prod_i M_i$ homomorfizmasını

$$d(\{\ x_i\}) = \{x_i - p_i^{i'}(x_{i'})\}$$

şəklində təyin edək. Aydındır ki, $\forall a \in A$ üçün

$$d(a) = d\Big|_{\prod_i F(a)} : \prod_i F(a) \to \prod_i F(a)$$

uyğun modulların homomorfizmasıdır. Onda $\ker d(a)$ və $co\ker d(a)$ modullarını verə bilərik. Aydındır ki, $\ker d(a) = \varprojlim F_i(a)$-dır. Hər $a \in A$ üçün $co\ker d(a)$ ilə verilən modula $\prod_i M_i$ modulu üzərində bir soft modul olaraq qəbul edilə bilər. Bu soft modulu $\varprojlim^{(1)}(F_i, A)$ kimi göstərək və bu soft modula tərs limit funktorunun birinci törəmə funktoru adı verək.

Beləliklə, $\varprojlim_i(F_i, A) = \ker d$, $\varprojlim_i^{(1)}(F_i, A) = co\ker d$

bərabərliyi alınır.

Təklif 1. $\varprojlim_i^{(1)}$ soft modulların tərs sistemlər kateqiriyasından soft modullar kateqoriyasına təsir edən bir funktordur.

Təklif 2. $\varprojlim_i (F_\alpha, A) = H^0(C)$, $\varprojlim_i^{(1)} (F_i, A) = H^1(C)$ -dir.

$\varprojlim_i^{(1)}$ funktorunun bəzi xassələrini araşdıraq. I istiqamətlənmiş çoxluq olaraq N natural ədədlər çoxluğunu alaq, onda tərs sistem

$$(F_1, A) \underset{p_1^2}{\leftarrow} (F_2, A) \underset{p_2^3}{\leftarrow} \ldots$$

şəklində olacaq.

Teorem 14. $(F_1, A) \overset{p_1^2}{\leftarrow} (F_2, A) \overset{p_2^3}{\leftarrow} \ldots$ soft modullarn tərs sistemidə hər bir sonsuz alt sistemi üçün $\varprojlim^{(1)}$ funktoru dəyişməzdir.

Teorem 15. Əgər

$$(F_1, A) \overset{p_1^2}{\leftarrow} (F_2, A) \overset{p_2^3}{\leftarrow} \ldots$$

SMod tərs sistemində p_i^{i+1} homomorfizmaları epimorfizmalar isə $\varprojlim^{(1)} (F_n, A) = 0$ -dır.

Teorem 16.

$$\begin{array}{ccccccccc}
 & & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \\
 & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\
0 & \to & (F_2', A) & \to & (F_2, A) & \to & (F_2'', A) & \to & 0 \\
 & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\
0 & \to & (F_1', A) & \to & (F_1, A) & \to & (F_1'', A) & \to & 0
\end{array}$$

soft modulların tərs sistemlərinin qısa dəqiq ardıcıllığı olsun. Onda soft modulların

$$0 \to \varprojlim (F_n', A) \to \varprojlim (F_n, A) \to \varprojlim (F_n'', A) \to$$

$$\to \varprojlim^{(1)} (F_n', A) \to \varprojlim^{(1)} (F_n, A) \to \varprojlim^{(1)} (F_n'', A) \to 0$$

ardıcıllığı dəqiqdir.

Tərif 7. IQSM inuitiv qeyri-səlis soft mudullar kateqoriyası olsun, onda $D:\Lambda^{op}\to IQSM \quad \Lambda$ funktoruna intuitiv qeyr-səlis soft modullarının tərs sistemi adlanır.

Teorem 17. İntuitiv qeyr-səlis soft modullarının hər bir tərs sistemi limitə malikdir və bu limit yeganədir.

Modulların tərs sistemi üçün $\left(\{M_\alpha\}_{\alpha\in\Lambda},\ \{p_\alpha^{\alpha'}\}_{\alpha\prec\alpha'}\right)$, $\varprojlim^{(1)} M_\alpha = \prod_\alpha M_\alpha \big/ \operatorname{Im} d$ törəmə funktordur.

Əgər $\pi=\prod_\alpha M_\alpha \to \varprojlim^{(1)} M_\alpha$ kanonik homomorfizmdirsə, onda $\left(\varprojlim^{(1)} M_\alpha, (F_A)_\alpha^\pi, (F_A)_\pi^a\right)$ intuitiv qeyr-səlis modullarını müəyyənləşdirə bilərik. Onda $(F_A^\pi, F_\pi^A): A\to\prod_\alpha M_\alpha$ intuitiv qeyr-səlis soft moduldur.

Tərif 8. $\left((F_A)^\pi, (F^A)_\pi\right)$ intuitiv qeyri-səlis soft modullarının tərs sisteminin "ilk törəmə funktoru" adlanır.

Teorem 18. Tutaq ki, bu ardıcıllıq

$$(F_1,A)\xleftarrow{p_1^2}(F_2,A)\xleftarrow{p_2^2}\ldots$$

intuitiv qeyr-səlis soft modullarının tərs ardıcıllığı olsun. Bu ardıcıllığın hər bir sonsuz alt ardıcıllığı üçün, $\varprojlim^{(1)}$ dərəcə dəyişilmir.

Teorem 19. Əgər bütün $\{x_n''\}\in\ker\bar{d}$ üçün $\lim\limits_{n\to\infty} F_{na}''(x_n'')=0$ *və ya* $\lim\limits_{n\to\infty} F_n''^{a}(x_1'')=1$ *və* aşağıdakı diagram qeyr-səlis soft modullarının tərs sisteminin qısa dəqiq ardıcıllığıdırsa

$$\begin{array}{ccccccccc}
 & & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \\
 & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\
0 & \to & (F_2',A) & \to & (F_2,A) & \to & (F_2'',A) & \to & 0\\
 & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\
0 & \to & (F_1',A) & \to & (F_1,A) & \to & (F_1'',A) & \to & 0
\end{array}$$

onda bu ardıcıllıq

$$0 \to \varprojlim(F'_n, a) \to \varprojlim(F_n, a) \to \varprojlim(F''_n, a) \to$$
$$\varprojlim{}^{(1)}(F'_n, a) \to \varprojlim{}^{(1)}(F_n, a) \to \varprojlim{}^{(1)}(F''_n, a) \to 0$$
dəqiqdir.

Tərif 9. X çoxluğu üzərində A neytrosofik çoxluq aşağıdakı kimi müəyyənləşdirilir:

$$A = \left\{\left\langle x, T_{\mathrm{A}}\left(x\right), I_{\mathrm{A}}\left(x\right), F_{\mathrm{A}}\left(x\right)\right\rangle : x \in X\right\},$$

harada ki ,

$T, I, F : X \to]^{-}0,1^{+}[$ və $-0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq +3$

Bu bölmədə neytrosofik soft modullar kateqoriyasında tərs limitin törəmə funktoru anlayışı verilir.

Tərif 10. Hər bir $D : \Lambda^{op} \to NSM$ hər hansı funktoruna, neytrosofik soft modulların tərs sistemi deyilir, burada Λ istiqamətləndirilmiş çoxluqdur.

Teorem 20. Neytrosofik soft modulların hər bir təsr sistemi limitə malikdir. Bu limit yeganədir.

Tərif 11. Əgər Li cəbri üzərində verilmiş $A = (T, I, F)$ neytrosofik çoxluğu üçün aşağıdakı şərtlər ödənərsə, onda $A = (T, I, F)$ neytrosofik Li alt cəbri adlanır. L çoxluğundan götürülmüş bütün $x, y \epsilon\, L$ $və$ $\alpha \epsilon F$ üçün

(1) $$T_A(x + y) \geq \min\big(T_A(x), T_A(y)\big)$$
$$I_A(x + y) \geq \min(I_A(x), I_A(y))$$
$$F_A(x + y) \leq \max(F_A(x), F(y))$$
(2) $T_A(\alpha x) \geq T_A(x)$, $I_A(\alpha x) \geq I_A(x)$, $F_A(\alpha x) \leq F(x)$

(3) $T_A([x, y]) \geq \min\{T_A(x), T_A(y)\}$
$$I_A([x, y]) \geq \min\ \{I_A(x), I(y)\}$$
$$F_A([x, y]) \leq \max\ \{F_A(x), F(y)\}$$

Teorem 21. Tutaq ki, $A = (T, I, F)$ L Li cəbri üzərində neytrosofik Li alt cəbrdir. Onda $A = (T, I, F)$ L üzərində neytrosofik Li alt cəbridir, yalnız və yalnız o vaxt ki,boş olmayan yuxarı səviyyəli

$$U_T(s) = \{x\epsilon L |\ T(x) \geq s\},\ U_I(s) = \{x\epsilon L |\ I(x) \geq s\}$$

və boş olmayan aşağı səviyyəli $V_F(s) = \{x\epsilon L |\ F(x) \leq t\}$ bütün $s, t\epsilon[0,1]$ üçün L-in Li alt cəbridir.

Teorem 22. Əgər $A=(T_A,I_A,F_A)$ və $B=(T_B,I_B,F_B)$ L üzərində iki Li alt cəbridirsə, onda

$$A\cap B=C=\langle T_C,I_C,F_C\rangle$$

kəsişməsi L üzərində Li alt cəbridir.

Tərif 12. Tutaq ki, $A=(T^1,I^1,F^1)$ *və* $B=(T^2,I^2,F^2)$ L çoxluğu üzərində verilmiş iki neytrosofik çoxluq olsun. Ümumiləşmiş düz hasili $A\times B$ aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$A\times B=(T^1,I^1,F^1)\times(T^2,I^2,F^2)=(T^1\times T^2,I^1\times I^2,F^1\times F^2),$$

burada $(T^1\times T^2)(x,y)=\min(T^1(x),T^2(y))$,

$$(I^1\times I^2)(x,y)=\min(I^1(x),I^2(y))$$

və

$$(F^1\times F^2)(x,y)=\max\,(F^1(x),F^2(y)).$$

Qeyd edə bilərik ki, ümumiləşmiş düz hasili $A\times B$ $L\times L$ –də həmişə neytrosofikdir, belə ki,

$$\min\big(T^1(x),T^2(y)\big)+\min\big(I^1(x),I^2(y)\big)+$$
$$+\max\,(F^1(x),F^2(y))\le 3.$$

Teorem 23. Tutaq ki, $A=(T^1,I^1,F^1)$ *və* $B=(T^2,I^2,F^2)$ L Li cəbriniın iki neytrosofik Li alt cəbridir. Onda $A\times B$ $L\times L$-in neytrosofik Li alt cəbridir.

Tərif 13. Tutaq ki, L_1*və* L_2 F meydanı üzərində iki Li alt cəbrdir. Əgər bütün $x,y\in L_1$ üç*ün* $f([x,y])=[f(x),f(y)]$ şərti ödənərsə, onda $f\colon L_1\to L_2$ xətti inikası *Li* homomorfizmi adlanır.

Teorem 24. Tutaq ki, $f\colon L_1\to L_2$ *Li* cəbrlərinin epimorfizmidir *və* $A=(T,I,F)$ L_1-*in* neytrosofik alt cəbridir, onda A-nın homomorfik obrazı L_2-nin neytrosofik *Li* alt altcəbridir.

Tərif 14. Tutaq ki, E bütün parametrlər çoxluğu, L isə Li cəbr və $P(L)$ L üzərində qeyd olunmuş bütün neytrosofik çoxluqlardır. Onda $(\tilde{F},E)$ cütü L üzərində neytrosofik soft Li cəbrləri adlanır, burada $\tilde{F}$ $\tilde{F}: E\to P(L)$ təsir edən inikasdır, beləki $\forall e\in E$ üçün tərif 11-in şərtləri ödənir.

Teorem 25. Tutaq ki, $(\tilde{F}^1,E_1)$ və $(\tilde{F}^2,E_2)$ L üzərində iki neytrosofik soft Li alt cəbrdir, onda $(\tilde{F}^1,E_1)\cap(\tilde{F}^2,E_2)=(\tilde{F}^3,E_1\cap E_2)$ L üzərində neytrosofik soft Li alt cəbrdir.

Teorem 26. Tutaq ki, $(\tilde{\mathrm{F}}^1, \mathrm{E}_1)$ və $(\tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}_2)$ L üzərində iki neytrosofik soft Li altcəbrdir. Əgər $\mathrm{E}_1 \cap \mathrm{E}_2 = \emptyset$ olarsa, onda $(\tilde{\mathrm{F}}^1, \mathrm{E}_1) \cup (\tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}_2) = (\widetilde{\mathrm{F}^3}, \mathrm{E}_1 \cup \mathrm{E}_2)$ L üzərində neytrosofik soft Li altcəbrdir.

Teorem 27. Tutaq ki, $(\tilde{\mathrm{F}}^1, \mathrm{E}_1)$ və $(\tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}_2)$ uyğun olaraq L_1 və L_2 üzərində iki neytrosofik soft Li cəbrlərdir, onda $(\tilde{\mathrm{F}}^1, \mathrm{E}_1) \wedge (\tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}_2) = (\tilde{F}^3, E_1 \times E_2)$ L üzərində neytrosofik soft Li cəbrdir.

Tərif 15. $(\tilde{\mathrm{F}}^1, \mathrm{E}_1)$ və $(\tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}_2)$ L çoxluğunda iki neytrosofik soft çoxluq olsun, onda ümumi düz hasili

$(\tilde{\mathrm{F}}^1, \mathrm{E}) \times (\tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}) = (\tilde{\mathrm{F}}^1 \times \tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}_1 \times \mathrm{E}_2)$ aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\tilde{\mathrm{F}}^1 \times \tilde{\mathrm{F}}^2 : \mathrm{E}_1 \times \mathrm{E}_2 \rightarrow \mathrm{NS}\,(\mathrm{L})$$

$$\tilde{\mathrm{F}}^1 \times \tilde{\mathrm{F}}^2\,(\mathrm{e}_1\mathrm{e}_2) = (\mathrm{T}_{\tilde{\mathrm{F}}^1}(\mathrm{e}_1) \times (\mathrm{T}_{\tilde{\mathrm{F}}^2}(\mathrm{e}_2), (\mathrm{I}_{\tilde{\mathrm{F}}^1}(\mathrm{e}_1) \times (\mathrm{I}_{\tilde{\mathrm{F}}^2}(\mathrm{e}_2),$$
$$(\mathrm{F}_{\tilde{\mathrm{F}}^1}(\mathrm{e}_1) \times (\mathrm{F}_{\tilde{\mathrm{F}}^2}(\mathrm{e}_2)\ )$$

burada hər bir $(\mathrm{e}_1\mathrm{e}_2) \in \mathrm{E}_1 \times \mathrm{E}_2$ üçün $F_1(e_1) \times F_2(e_2)$ Tərif 12-nin şərtini ödəyir.

Teorem 28. Let $(\tilde{\mathrm{F}}^1, \mathrm{E}_1)$ və $(\tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}_2)$ L üzərində iki neytrosofik soft Li altcəbrlərdir, onda $(\tilde{\mathrm{F}}^1, \mathrm{E}_1) \times (\tilde{\mathrm{F}}^2, \mathrm{E}_2)$ $L \times L$ üzərində neytrosofik soft Li altcəbrdir.

Teorem 29. Tutaq ki, $f: L_1 \rightarrow L_2$ Li cəbrlərinin homomorfizmidir və $(\tilde{F}, E)$ L_1-in neytrosofik soft Li altcəbridir, onda $(\tilde{F}, E)$-in homomorfik obrazı L_2-nin neytrosofik soft Li altcəbridir.

Teorem 30. $\mathfrak{g}$ Li cəbrinin $Aut\mathfrak{g}$ avtomorfizmlər qrupu $L = (L, p, B)$ təbəqələnməsinin struktur qrupudur[1].

Burada $L = (L, p, B)$ təqələnməsi ilə toxunan TM təbəqələnməsi arasında əlaqəni $\mathfrak{g}$ Li cəbri vasitəsiylə verəcəyik.

---

[1]Гасымов, В.А., Абдуллаев, С.А. О некоторых свойствах группоидов и алгеброидов Ли // -Bakı: Bakı Universitetinin xəbərləri, -2018. №3, -s. 13-19.
Abdullayev, S.E., Nesibova, L.M. Neutrosophic Lie Algebras // International Matematical Forum, -2019. v.14, №2, -p. 95-106.

Məhz bu əlaqə $\mathfrak{g}$ təbəqəsinin aşağıdakı dəqiq ardıcıllığa daxil olmasından alınır:

$$0 \to Zg \to g \to g_0 \to 0.$$

Teorem 31. *Autg* avtomorfizmlər qrupu g-yə invariant təsir edir. $Z\ g$ mərkəzinin g_0–a təsiri invariantdır.

NƏTİCƏ

Dissertasiya işi Li cəbroid və qruppoidləri və qeyri səlis modullar kateqoriyasinda funktorların xassələrinin tədqiqinə həsr olunubdur. İşdə aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

- Soft modullar kateqoriyasında tenzor hasilinin törəmə funktoru daxil edilərək, universal əmsallar haqqında teoremlər isbat edilmişdir.
- Qeyri səlis modullar kateqoriyasında və neytrosofik soft modullar kateqoriyasında ilk dəfə olaraq, homoloji modulların dəqiq ardıcıllığı qurulmuş, bundan istifadə edərək universal əmsallar haqqında teoremlər isbat olunmuşdur.
- Cəbri topologiyanın riyaziyyatda mühüm rolunu nəzərə alaraq, soft topoloji fəzaların homoloji qrupu qurulur və homoloji nəzəriyyənin aksiomlarının ödəndiyi isbat olunur.
- Soft modulların, intuitiv soft modulların, neytrosofik soft modulların kateqoriyalarında tərs və düz limitin varlıqları göstərilir. Əlavə olaraq tərs limitin törəmə funktoru ilə bağlı araşdırmalar aparılmışdır.
- Neytrosofik Li, neytrosofik Li cəbrləri qurularaq, onların əsas xassələri öyrənilmişdir.

Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı işlərdə çap olunmuşdur:

1. Abdullayev, S.E., Bayramov, S.A. Soft modullar kateqoriyasinda tərs limitin törəmə funktoru // -Bakı: Bakı Universitetinin xəbərləri, -2018. №1, -s. 24-32.
2. Abdullayev, S.E., Bayramov, S.A. Soft modullar kateqoriyasinda universal əmsallar haqqında teoremlər // -Lənkəran: Lənkəran Universitetinin xəbərləri, -2018. №1, -s. 12-18.
3. Гасымов, В.А., Абдуллаев, С.А. О некоторых свойствах группоидов и алгеброидов Ли // -Bakı: Bakı Universitetinin xəbərləri, -2018. №3, -s. 13-19.
4. Abdullayev, S.E., Bayramov, S.A. Inverse system in the category of intuitionistic fuzzy soft modules // Journal of Advances in Mathematics, -2018. v.14. №1, -s. 7893-7904.

5. Abdullayev, S.E. Derivative functor of $\varprojlim$ functor in the category of neutrosophic soft modules / S.E.Abdullayev, S.A.Bayramov, K.M.Veliyeva // -Baku: Proceedings of the Institute of Mathematics and Mechanics of NASA, -2018. v.44, №2, -s. 267-284.
6. Abdullayev, S.E., Bayramov, S.A. The Universal coefticient theorem in category of fuzzy soft modules // Journal of Advances in Mathematics, -2018. v.14. №2, -p. 7893-7904.
7. Abdullayev, S.E., Nesibova, L.M. Neutrosophic Lie Algebras // International Matematical Forum, -2019. v.14, №2, -p. 95-106.
8. Abdullayev, S.E. Neytrosofik soft modullarının kateqoriyasında universal əmsal teoremi // -Bakı: Odlar yurdu universitetinin elmi və pedaqoji xəbərləri, -2019. № 52, -s. 30-39
9. Abdullayev, S.E. Bəzi kateqoriyalar düz limitin varlığı haqqında // -Lənkəran: Lənkəran Dövlət universitetinin Elmi xəbərləri, -2019. №2, -s. 6-12.
10. Cigdem, G.A., Abdullayev, S.A. The Cech homology theory in the category of soft topological spaces // -Baku: Transactions of NAS of Azerb., -2020. v. 40, № 1, -p. 1-11.

Sonda elmi rəhbərlərim professor Sədi Andəm oğlu Bayramova və dosent Vaqif Əli-Muxtar oğlu Qasımova məsələnin qoyuluşuna və daimi diqqətinə görə öz dərin təşəkkürümü bildirirəm.

Dissertasiyanın müdafiəsi **11 yanvar 2022-ci il** tarixində **14^{00}**-da Bakı Dövlət Universitetində fəaliyyət göstərən BFD 2.17 Birdəfəlik Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1148, Bakı şəhəri, Akademik Zahid Xəlilov küçəsi 23.

Dissertasiya işi ilə Bakı Dövlət Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Bakı Dövlət Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat **09 dekabr 2021-ci il** tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 19.10.2021
Kağızın formatı: 60x84 1/16
Həcm: 40000
Tiraj: 100