**AZIRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**

**NAXÇIVAN DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

 **1202.01 “Analiz və funksional analiz”**

 ixtisas fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının

**P R O Q R A M I**

**NAXÇIVAN - 2023**

**İzahat vərəqi**

“Riyazi analiz”, “Həqiqi dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi”, “Kompleks dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi” və “Funksional analiz” fənləri 12 - Riyaziyyat ixtisası, 1202.01 - “Analiz və funksional analiz” isti­qaməti proqramı üzrə doktoranturada elmi-pedaqoji kadrlar hazırlığının variativ hissəsinə aid məcburi fəndir.

“Riyazi analiz”, “Həqiqi dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi”, “Kompleks dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi” və “Funksional analiz” fənlərinin öyrənilməsi bakalavr və magistr hazırlığı üzrə əsas təhsil proqramının mənimsənilməsi prosesində doktorantların yiyələndiyi biliklərin məcmusuna əsaslanır. 1202.01 - “Analiz və funksional analiz” istiqaməti üzrə fəlsəfə doktoru imtahanına daxil edilmiş sualların mənim­sənilməsinin nəticələri doktorantların elmi-tədqiqat və peşəkar fəaliyyətləri üçün həlledici əhəmiyyətə malikdir.

“Analiz və funksional analiz” istiqaməti üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı tədris planında və təqvim tədris qrafikində müəyyən edilmiş müddətlərdə keçirilir.

“Analiz və funksional analiz” istiqaməti üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı proqramında fəlsəfə doktoru imtahanının hədəfləri və məqsədləri, ona olan tələblər müəyyən edilmiş, fəlsəfə doktoru imtahanının məzmunu və qiymətləndirmə meyarları təsvir edil­mişdir.

“Analiz və funksional analiz” istiqaməti geniş erudisiyalı, fundamental elmi bazaya malik olan, elmi yaradıcılığın metodologiyası, müstəqil elmi-tədqiqat və elmi-pedaqoji fəaliyyətlə məşğul olmağı bacaran və buna hazır olan şəxsiyyətin formalaşmasına imkan yaradır.

 **BÖLMƏLƏR**

Bölmə I. Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının hədəfləri və məqsədləri

Bölmə II. Fəlsəfə doktoru imtahanının verilməsi prosesində yoxlanan bacarıqlar

Bölmə III. Fəlsəfə doktoru imtahanı proqramının məzmunu

Fəsil 1*.* Riyazi analiz

Fəsil 2*.* Həqiqi dəyişənli funksiyalar nəzərityyəsi

Fəsil 3*.* Kompleks dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi

Fəsil 4. Funksional analiz

Bölmə IV. Qiymətləndirmə meyarları

Bölmə V. Fəlsəfə doktoru imtahanına hazırlaşmaq üçün nümunəvi sualların siyahısı

 **I BÖLMƏ. ELMİ İXTİSAS ÜZRƏ FƏLSƏFƏ DOKTORU**

**İMTAHANININ HƏDƏFLƏRİ VƏ MƏQSƏDLƏRİ**

1202.01 - “Analiz və funksional analiz” elmi istiqaməti üzrə doktoranturada təhsil alanların hazırlığının hədəfi Riyaziyyatın müxtəlif sahələri üçün ali ixtisaslı kadrlar hazırlanmasından, bu sahələrin elmi və elmi-pedaqoji kadrlarla, yüksək ixtisaslı mütəxəssislərlə təmin etməkdən, doktorantın elmi ixtisas fənlərinin öyrənilməsinin yekunlarına əsasən onun bacarıqlarının səviyyəsini aşkar etmək və qiymətləndirməkdən ibarətdir.

**Tədqiqatın məzmunu aşağıdakılardır:** birdəyişənli və çoxdəyişənli funksiyaların diferensial və inteqral hesabı, sıralar nəzəriyyəsi, ölçü nəzəriyyəsi, həqiqi dəyişənli funksiyaların təsviri nəzəriyyəsi, funksiyalar konstruktiv nəzəriyyəsi, kompleks dəyişənli funksiyaların diferensial və inteqral hesabı, topoloji vektor fəzaları və onların inikasları.

**Tədqiqatın obyekti aşağıdakılardır:** ədədi və vektor funksiyalar, funksiyalrın diferensialı və inteqralı, ədədi və funksional sıralar (Teylor sırası, Loran sırası, Furye sirası), ölcülən çoxluqlar və ölçülən funksiyalar, Lebeq inteqralı, topoloji vektor fəzaları, operatorlar və funksionallar.

**Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının hədəfi** təhsil alanlar tərəfin­dən əsas ali təhsil proqramının - 12 - “Riyaziyyat” hazırlıq ixtisası, 1202.01 - “Analiz və funksional analiz” istiqaməti üzrə doktoranturada elmi-pedaqoji kadrlar hazırlanması proqramının mənimsənilməsinin nəticələrinin Dövlət Ali Təhsil Standartlarının müvafiq tələblərinə nə dərəcədə uyğun olduğunu təyin etməkdir.

**Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının məqsədləri:**

* elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanına hazırlıq və fəlsəfə doktoru imtahanının verilməsi prosesində 12 - “Riyaziyyat” hazırlıq ixtisası üzrə Döv­lət Ali Təhsıl Standartlarının tələbləri (ali ixtisaslı kadrların hazırlıq səviyyəsi) və təhsil alanların ali təhsil proqramının - doktoranturada elmi-pedaqoji kadrların hazırlanması proqramının mənimsənilməsi prosesində əldə etdikləri faktiki bilik, bacarıq və vərdişləri təyin etmək;
* doktorantın “Analiz və funksional analiz” istiqamətinin ümumi kateqoriyalarını, anlayışlarını və metodologiyasını, fundamental problemlərini, tədqiq edilən problemlərə əsas elmi yanaşmaları nə dərəcədə mənimsədiyini aşkar etmək;
* doktorantın “Analiz və funksional analiz” istiqaməti ürə nəzəri və tətbiqi problemləri təhlil etmək, yeni və ya daha əvvəl məlum olan faktları, prosesləri və meylləri dərk etmək bacarığını qiymətləndirmək;
* doktorantın tədqiqat metodlarını müstəqil öyrənmək, müasir elmi nailiy­yətləri tənqidi mövqedən təhlil etmək və qiymətləndirmək, tədqiqat və praktiki xa­rak­terli məsələlərin həlli zamanı yeni ideyalar irəli sürmək, problemlərin həlli yollarını və üsullarını modelləşdirmək qabiliyyətini qiymətləndirmək.

**II BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANININ VERİLMƏSİ PROSESİNDƏ YOXLANAN BACARIQLAR**

Doktorantura proqramının ixtisas fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı aşağıda sadalanan **bacarıqların** üzə çıxarılmasına yönəldilmişdir:

**Universal bacarıqlar:**

* müasir elmi nailiyyətləri tənqidi mövqedən təhlil etmək və qiymətlən­dir­mək, tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı, o cümlədən fənlər­arası sahələrdə yeni ideyalar irəli sürmək qabiliyyəti;

**Ümumi peşəkar bacarıqlar**:

* müvafiq peşə sahəsində müasir tədqiqat metodlarından və informasiya-kommunikasiya texnologiyalarından istifadə etməklə müstəqil elmi-tədqiqat fəaliyyətini həyata keçirmək qabiliyyəti.

**Peşəkar bacarıqlar:**

* + müasir funksional analizin tədqiqatlar metodikasının mənimsənilməsi;
	+ riyazi analizdə və funksional analizdə alınan nəticələrin riyaziyyatın başqa sahələrinə tətbiq etmək;

**Fəlsəfə doktoru imtahanında doktorant aşağıda sadalanan bilik, bacarıq və vərdişlərini nümayiş etdirməlidir:**

**biliklər:**

- analizin və funksional analizin əsas tədqiqat üsullarını mənimsəmək;

- müasir analizin və funksional analizin üsulları ilə real proseslərin modellərinin qurulması üsullarını mənimsəmək;

**bacarıqlar:**

- analizin və funksional analizin metodlarını müxtəlif proseslərin modelləşdirilməsi zamanı tətbiq etmək;

elmi-tədqiqat fəaliyyətində analizin və funksional analizin müasir üsullarından istifadə etmək;

müasir analizin və funksional analizin metodlarından istifadə etməklə peşəkar problemləri müstəqil tədqiq etmək;

 **vərdişlər:**

- tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı, o cümlədən fənlər­arası sahələrdə yaranan metodoloji problemləri təhlil etmək;

- müasir elmi nailiyyətləri, o cümlədən fənlərarası sahələrdə tədqiqat və prak­tiki xarakterli məsələlərin həlli üzrə fəaliyyətin nəticələrini tənqidi mövqedən təhlil etmək və qiymətləndirmək;

- müstəqil nəzəri və empirik tədqiqat aparmaq qabiliyyəti;

- şifahi və yazılı nitqini məntiqi cəhətdən düzgün, əsaslandırılmış və aydın şəkildə qurmaq; fənlərarası qarşılıqlı təsiri həyata keçirmək, tədqiqat məsələlərinin həlli üçün perspektivli nəzəri-metodoloji və elmi-praktik yanaşmaları inkişaf etdirmək qabiliyyəti;

- tədqiqat işinin müxtəlif metodları;

- klassik və müasir analizin və funksiona analizin metodlarını tətbiq etmək qabiliyyəti;

**III BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANI PROQRAMININ MƏZMUNU**

**FƏSİL 1*.* Riyazi analiz**

Çoxluqlar, çoxluqlar üzərində əməllər. Çoxluğun gücü anlayışı. Güclərin müqayisəsi. Hesabi çoxluqlar və onların xassələri. Kontinuum güclü çoxluqlar. Düzüm və ekvivalentlik münasibətləri. Seçim aksiomu və Çorn lemması.

Ardıcıllıqlar, ardıcıllığın limiti və onun əsas xassələri. Bir-birinə daxil olan parçalar ardıcıllığı. Kantor prinsipi. Sonlu örtük haqqında Borel-Lebeq prinsipi. Funksiyanın nöqtədə limiti və onun əsas xassələri. Limitlər haqqında əsas teoremlər. Sonsuz kiçik və sonsuz böyük funksiyalar və onlar arasında əlaqə. Funksiyaların asimptotik müqayisəsi: “o” və “O” simvolları, funksiyaların ekvivalentliyi. Birdəyişənli funksiyanın nöqtədə kəsilməzliyi. Nöqtədə kəsilməz funksiyanın xassələri. Parçada kəsilməz funksiyanın qlobal xasssələri. Funksiyanın müntəzəm kəsilməzliyi. Kantor teoremi.

Birdəyişənli funksiyanın törəməsi və diferensialı. Diferensial hesabının əsas teoremləri. Funksiyanın yüksək tərtib törəmələri və diferensialları. Leybnis düsturu. Peano qalıq hədli Teylor düsturu. Laqranj və Koşi formalı qalıq hədli Teylor düsturları. Funksiyanın monotonluq şərtləri. Funksiyanın lokal ekstremumları, ekstremumun varlığı üçün zəruri şərt. Funksiyanın ekstremumunun varlığı üçün kafi şərtlər. Qabarıq və çökük funksiyalar. Funksiyanın qabarıqlığı şərti. Funksiyanın əyilmə nöqtələri. Funksiyanın asimptotları.

İbtidai funksiya, qeyri-müəyyən inteqral və onların əsas xassələri. Qeyri-müəyyən inteqralda dəyişənin əvəz olunması və hissə-hissə inteqrallama düsturları. Rasional funksiyaların, triqonometrik funksiyaların inteqrallanması. Bəzi irrasional ifadələrin inteqrallanması.

Müəyyən inteqral (Riman inteqralı). Müəyyən inteqralın varlığı şərtləri. Riman mənada inteqrallanan funksiyalar sinfləri. Yuxarı sərhədi dəyişən inteqral, kəsilməz funksiyanın ibtidai funksiyasının varlığı. Müəyyən inteqralın hesablanması üçün Nyuton–Leybnis düsturu. Qeyri-məxsusi inteqrallar və onların yığılma əlamətləri. Qeyri-məxsusi inteqralın baş qiyməti.

- ölçülüEvklid fəzası.-də açıq və qapalı çoxluqlar və onların əsas xassələri. Kompakt çoxluqlar. -də çoxluğun kompaktlıq meyarları. -də əlaqəli, xətti əlaqəli çoxluqlar və oblast. Çoxdəyişənli funksiya anlayışı. Çoxdəyişənli funksiyanın limiti. Təkrar limitlər. Çoxdəyişənli funksiyanın nöqtədə kəsilməzliyi. Kompaktda kəsilməz çoxdəyişənli funksiyalar üçün Veyerştrass teoremi. Oblastda kəsilməz çoxdəyişənli funksiyalar üçün aralıq qiymətlər haqqında Koşi teoremi. Çoxdəyişənli funksiyanın müntəzəm kəsilməzliyi; Kantor teoremi. Çoxdəyişənli funksiyanın xüsusi törəmələri və tam diferensialı, duferensiallanma üçün kafi şərt. İstigamətə görə törəmə, funksiyanın qradiyenti. Çoxdəyişənli mürəkkəb funksiyanın diferensiallanması. Çoxdəyişənli funksiyanın I tərtib diferensialının formasının invariantlığı xassəsi. Çoxdəyişənli funksiyanın yüksək tərtib xüsusi törəmələri və diferensialları. Şvars teoremi. Çoxdəyişənli funksiyalar üçün Teylor düsturu. Çoxdəyişənli funksiyaların lokal ekstremumları. Çoxdəyişənli funksiyanın ekstremumunun varlığı üçün zəruri şərt. Çoxdəyişənli funksiyanın ekstremumunun varlığı üçün kafi şərtlər. Şərti ekstremum. Laqranj üsulu.

Yakobi matrisi və Yakobi determinantı. Qeyri-aşkar funksiyalar. Qeyri-aşkar funksiyaların varlığı və diferensiallanması haqqında teoremlər.

Ədədi sıralar, sıranın yığılması və cəmi anlayışları. Sıranın yığılması üçün zərurui şərt. Yığılan sıralaran xassələri. Müsbət hədli sıralar və onların yığılması şərti. Müsbət hədli sıraların yığılması üçün müqayisə əlamətləri. Müsbət hədli sıraların yığılması üçün Dalamber, Koşi, Raabe, Qauss və Koşi-Makleron əlamətləri. İşarəsini növbə ilə dəyişən sıralar, Leybnis əlaməti. Sıraların yığılması üçün Abel və Dirixle əlamətləri. Ədədi sıranın yığılması üçün Koşi meyarı, mütləq və qeyri-mütləq yığılan sıralar. Qeyri-mütləq yığılan sıralar üçün Riman teoremi. Şərtsiz və şərti yığılan sıralar.

Funksional ardıcıllıqlar və sıralar, onların nöqtəvi yığılması və yığılma oblastları. Funksional ardıcıllıqların və sıraların müntəzəm yığılması. Funksional ardıcıllıqların müntəzəm yığılması üçün zəruri və kafi şərt. Funksional sıraların mütləq yığılması, Veyerştrass əlaməti. Funksional sıralarda hədbəhəd limitə keçmə, funksional sıranın cəminin kəsilməzliyi. Funksional sıraların hədbəhəd diferensiallanması və inteqrallanması .

Qüvvət sırası. Abel teoremi. Qüvvət sırasının yığılma radiusu və yığılma intervalı. Qüvvət sırasının yığılma radiusu üçün Koşi-Adamar və Dalamber-Adamar düsturları. Analitik funksiya. Funksiyanın Teylor sırasına ayrılışı. Sadə elementar funksiyaların Teylor sırası.

Triqonometrik Furye sırası. Riman lemması. Furye sırasının nöqtədə yığılması üçün Rimanın lokallaşma prinsipi. Furye sırasının nöqtədə yığılması üçün Dini və Lipşis əlamətləri. Furye sırasının müntəzəm yığılması, müntəzəm yığılma üçün kafi şərtlər. Funksiya hamarlığının Furye əmsallarına təsiri. Dirixle və Feyer nüvələri, xassələri.

Parametrdən asılı inteqral. Parmetrdən asılı inteqralda inteqral altında limitə keçmə, parametrdən asılı inteqralın kəsilməzliyi. Parametrdən asılı inteqralın diferensiallanması, Leybnis düsturu. Parametrdən asılı inteqralın inteqrallanması.

Çoxqat inteqralın tərifi, xassələri və varlığı şərtləri. Coxqat inteqralın təkrar inteqrala gətirilməsi. Çoxqat inteqralda dəyişənin əvəz olunması.

Birinci növ əyrixətli inteqral, xassələri və hesablanması düsturları. İkinci növ əyrixətli inteqral və onun hesablanması düsturları. Ümumi şəkildə ikinci növ əyrixətli inteqralın yolun formasından asılı olmaması şərti. Qrin düsturu.

Səth anlayışı. Səthin sahəsi. Birinci və ikinci növ səth inteqralları, onların xassələri və hesablanması üsulları. Qauss-Ostroqradski və Stoks düsturları.

**FƏSİL 2. Həqiqi dəyişənli funksiyalar nəzərityyəsi**

Çoxluqlar yarımhalqası, halqası, yarımcəbri və cəbri anlayışları. -cəbr. Ölçülən fəza. Ölçü anlayışı. Həqiqi oxda açıq və qapalı çoxluqlar. Lebeq mənada ölçülən fəza və Lebeq ölçüsü. -additiv ölçü. Yarımhalqada təyin edilmiş ölçünün Lebeq davamı. Lebeq mənada ölçülən funksiya, xassələri. Həqiqi oxda funksiyanın ölçülən olması şərti. Ölçülən funksiyalar üzərində hesab əməlləri. Ekvivalent funksiyalar. Ölçülən funksiyaya ekvivalent olan funksiyanın ölçülənliyi. Kəsilməz funksiyaların ölçülənliyi. Ölçülən funksiyalar ardıcıllığı və onun yığılma növləri. Limit funksiyanın ölçülənliyi haqqında teorem. Ölçüyə görə yığılma ilə sanki hər yerdə yığılma anlayışlarının müqayisəsi. Yeqorov teoremi. Sonlu ölçülü çoxluq üzrə Lebeq inteqralı və onun xassələri. Lebeq inteqralının -additivlik və mütləq kəsilməzlik xassələri. İnteqral altında limitə keçmə haqqında Lebeq, Levi və Fatu teoremləri. Sonsuz ölçülü çoxluqlar üzrə Lebeq inteqralı. Riman və Lebeq inteqrallarının müqayisəsi. Fubini teoremi və onun nəticəsi (Lebeq inteqralı üçün). Monoton funksiya, monoton funksiyanın xassələri. Monoton funksiyanın törəməsinin sanki hər yerdə varlığı və inteqrallanması haqqında teorem. Məhdud variyasiyalı funksiyalar. Məhdud variyasiyalı funksiyanın sanki hər yerdə törəməsinin varlığı və inteqrallanması haqqında teorem. Mütləq kəsilməz funksiya və onun xassələri. Nyuton-Leybnits düstürü. Lebeq inteqralı çoxluqdan asılı funksiya kimi. fəzaları. Hölder və Minkovskiy bərabərsizlikləri.  fəzasında ortoqonal sistemlər.  fəzasında ortonormal sistemə görə Furye sırası. Stiltes ölçüsü (ədəd oxunda), Lebeq-Stiltes inteqralı və onun xassələri.

**FƏSİL 3. Kompleks dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi**

Kompleks dəyişənli funksiya anlayışı. Kompleks dəyişənli funksiyanın limiti və kəsilməzliyi. Kompleks dəyişənli funksiyanın törəməsi. Koşi-Riman şərtləri. Analitik funksiya anlayışı. Mürəkkəb funksiyanın, tərs funksiyanın törəmələri. Törəmənin həndəsi mənası. Nöqtədə konform inikas anlayışı. Kəsr-xətti inikas və onun xassələri. Qüvvət funksiyası, xassələri və birvərəqlilik oblastları.  funksiyasının birqiymətli kəsilməz budaqları və onun törəməsi.  funksiyası, xassələri və birvərəqlilik oblastları.  funksiyasının birqiymətli kəsilməz budaqları və onun törəməsi. Triqonometrik funksiyalar, onların xassələri və çoxqiymətli tərs funksiyaları.

Kompleks dəyişənli funksiyanın inteqralı, xassələri və hesablanması. Koşinin inteqral teoremi. Kompleks dəyişənli funksiyanın ibtidai funksiyası. Kompleks dəyişənli funksiyanın yuxarı sərhədi dəyişən inteqralı və onun xassələri. Birrabitəli oblastda diferensiallanan funksiyanın ibtidai funksiyasının varlığı.

Koşi inteqralı, Koşinin inteqral düsturu. Koşi tipli inteqral və onun törəməsi haqqında teorem. Birrabitəli oblastda funksiyanın analitik olması haqqında Morera teoremi.

Kompleks dəyişənli funksional sıralar. Kompleks dəyişənli funksional sıranın müntəzəm yığılması. Qüvvət sıraları. Qüvvət sırasının yığılma radiusu və yığılma dairəsi, Koşi-Adamar və Dalamber-Adamar düsturları. Oblastda analitik funksiyanın sonsuz diferensiallanan olması haqqında teorem.

 Qüvvət sırasının yığılma oblastında analitikliyi haqqında Veyerştrass teoremi. Analitik funksiyanın yeganəlik teoremi. Analitik funksiyanın sıfırları. Tam funksiya, onun xassələri, onun tipi və tərtibi anlayışı. Tam funksiyalar haqqında Liuvill teoremi. Meromorf funksiyalar və onların xassələri. Analitik funksiyanın məxsusi nöqtələrinin təsnifatı. Loran sırası, halqada analitik funksiyanın Loran sırasına ayrılışı haqqında Loran teoremi. Sonsuz uzaqlaşmış nöqtə ətrafında Loran ayrılışı. Çıxıq anlayışı. Çıxıqlar haqqında əsas teorem. Çıxıqların köməyi ilə bəzi həqiqi inteqralların hesablanması. Loqarifmik çıxıq, arqument prinsipi. Ruşe teoremi. Oblastın saxlanması prinsipi. Analitik funksiyanın modulunun maksimum prinsipi və Şvarts lemması. Konform inikas üçün sərhədlərin uyğunluğu prinsipi, Karateodori teoremi. Analitik davam anlayışı. Riman-Şvarsın simmetriya prinsipi.

**FƏSİL 4. Funksional analiz**

Xətti fəza. Vektorların xətti asılılığı. Xətti fəzanın bazisi. Xətti altfəzalar və xətii çoxobrazlılar. Xətti fəzanın altfəzaların düz cəminə ayrılışı. İzomorf xətti fəzalar.

Metrik fəzalar. Metrik fəzalarda açıq və qapalı çoxluqlar, yığılma anlayışı. Tam metrik fəzalar. Metrik fəzanın tamamlanması. Metrik fəzalarda kəsilməz inikaslar. Separabel metrik fəzalar. Metrik fəzalarda kompakt çoxluqlar və kompaktlıq haqqında teoremlər. Kompaktda kəsilməz funksiyaların kompaktlıq meyarı (Arsel teoremi). İnikasın tərpənməz nöqtəsi. Tərpənməz nöqtə haqqında sıxılmış inikas prinsipi və onun tətbiqləri.

Topoloji fəzalar. Müəyyənedici ətraflar sistemləri. Baza. Hesabilik aksiomları. Ayrılma aksiomları. Hausdorf fəzaları.

Normallaşmış fəzalar. Banax fəzaları. Skalyar hasil və onun xassələri. Hilbert fəzası. Qapalı ortoqonal sistemlər. Furye sırası, Bessel bərabərsizliyi və Parseval bərabərliyi. Riss-Fişer teoremi. Separabel Hilbert fəzalarının izomorfluğu. Hilbert fəzasında altfəza, ortoqonal tamalayıcı və düz cəm anlayışları. Hilbert fəzasında ortoqonal cəmə ayrılış haqqında teorem.

Xətti operatorlar. Xətii operatorun məhdudluğu və kəsilməzliyi. Xətti operatorun norması. Xətti məhdud operatorlar fəzası, onların tamlığı haqqında teorem. Tərs operator, xassələri və varlığı şərtləri. Tərs operator haqqında Banax teoremi. Operatorlar ardıcıllığının müntəzəm, güclü və zəif yığılmaları. Müntəzəm məhdudluq prinsipi, Banax-Şteynhauz teoremi. Xətti məhdud operatorun kəsilməzliyə görə davamı. Qapalı operatorlar. Qapalı qrafik haqqında Banax teoremi.

Xətti funksionallar. Normal fəzalarda Xan-Banax teoremi və ondan çıxan nəticələr. Hilbert fəzasında xətti məhdud funksionalın ümumi şəkli, Riss teoremi.

Qoşma fəza. Refleksiv fəzalar. Qoşma operator. Öz-özünə qoşma operatorlar. Unitar operatorlar. Ortoqonal proyeksiya operatoru və onun xassələri. Tamam kəsilməz operatorlar və onların xassələri. Separabel Hilbert fəzasında tamam kəsilməz operatorun sonlu ölçülü operatorlarla approksimasiyası. Sonlu ölçülü fəzalarda operatorun məxsusi ədədləri və məxsusi vektorları. Matrisin Jordan ayrılışı. Öz-özünə qoşma operatorların məxsusi ədədlərinin və məxsusi elementlərinin xassələri. Xətti operatorların rezolvent çoxluğu, spektri və rezolventi. Spektrlərin təsnifatı. Öz-özünə qoşma operatorların spektral ayrılışı. Öz-özünə qoşma tamam kəsilməz operatorlar, Hilbert-Şmidt teoremi. Riss-Şauder nəzəriyyəsi. Fredholm alternativləri.

**IV BÖLMƏ. QİYMƏTLƏNDİRMƏ MEYARLARI**

**Metodik göstərişlər**

**Doktorantların** 12 – “Riyaziyyat” hazırlıq ixtisası, 1202.01 - “Analiz və funksional analiz” istiqaməti üzrə ali ixtisaslı kadrların hazırlanması üçün fəlsəfə doktoru imtahanı proqramı üzrə attestasiyası şifahi imtahan şəklində aparılır. Doktorantın fəlsəfə doktoru imtahanına hazırlığı “Riyazi analiz”, “Həqiqi dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi”, “Kompleks dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi” və “Funksional analiz” fənləri üzrə mühazirələr və praktiki məşğələlər dövründə, həmçinin auditoriyadan kənar saatlarda müstəqil iş çərçivəsində həyata keçirilir.

**Qiymətləndirmə meyarları*.*** İmtahan zamanı doktorant proqrama daxil edilmiş suallara ətraflı cavab verməlidir. İmtahan komissiya əlavə suallar da verə bilər. Cavab zamanı doktorant sadalanan bilik, bacarıq və vərdişlərini nümayiş etdirməlidir:

- analizin və funksional analizin nəzəri əsasları; analizin və funksional analizin müxtəlif məsələlərinin araşdırılmasında əsas metodlar;

- müasir analizin və funksional analizin tədqiqat formalarını, müasir metodoloji ya­naşmaları anlamağı və tətbiq etməyi bacarmaq, elmin problemlərinə dair əsaslandı­rılmış şəxsi fikrini ifadə etməyi bacarmaq, elmi-tədqiqat fəaliyyətinə aid məlumat­ların toplanmasını, təhlil olunmasını, analizini və təsnifatını həyata keçirə bilmək.

- baxılan sahədə yaranmış mövcud elmi-metodoloji yanaşmaları təhlil etmək, analizin və funksional analizin tədqiqat metodologiyasının bu və ya digər məsələləri barədə şəxsi nöqteyi-nəzərini ifadə etmək və əsaslandırmaq qabiliyyəti.

Cavabın tamlığı təhsilin planlaşdırılan nəticələrinin qiymətləndirilməsi göstəricilərinə əsasən təyin edilir.

Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanını qəbul edən imtahan komissiya­sının üzvləri (qapalı iclasda açıq səsvermə yolu ilə) **aşağıdakı meyarları rəhbər tutaraq** imtahan verən şəxsin hər bir suala cavabını biliklərin qiymətləndirilməsi üçün beş ballıq sistem əsasında **5(“əla”), 4(“yaxşı”), 3(“kafi”) və ya 2(“qeyri-kafi”)** kimi qiymətləndirirlər. Mübahisəli vəziyyət yaranan halda imtahan komis­siyasının Sədri həlledici səsə malikdir.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ballar** | **Qiymətləndirmənin meyarları** |
| **1** | **2** |
| **5 (əla)** | Doktorant anlayışlar aparatını dərindən mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu tam açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, aktual nəzəri problemlər, riyaziyyat üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə əsas elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında dərin biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla hərtərəfli tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarır.  |
| **4 (yaxşı)** | Doktorant zəruri anlayışlar aparatını mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, aktual nəzəri problemlər, riyaziyyat üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə əsas elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında ümumi biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla kifayət qədər tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarır.  |
| **3 (kafi)** | Doktorant zəruri anlayışlar aparatını qismən mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu əsasən açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, aktual nəzəri problemlər, riyaziyyat üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə ayrı-ayrı elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında ümumi biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla yarımçıq tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri lazımınca qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarmır.  |
| **2 (qeyri- kafi)** | Doktorantsualın məzmununu kifayət qədər açıqlamır və anlayışlar aparatını mənimsədiyini nümayiş etdirə bilmir. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, aktual nəzəri problemlər, riyaziyyat üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə ayrı-ayrı elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında minimum biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla minimum tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarmır.  |

**V BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANINA HAZİRLAŞMAQ ÜÇÜN NÜMUNƏVİ SUALLARIN SİYAHISI**

1. Çoxluqlar, çoxluqlar üzərində əməllər.
2. Çoxluğun gücü anlayışı. Güclərin müqayisəsi. Hesabi çoxluqlar və onların xassələri. Kontinuum güclü çoxluqlar.
3. Ardıcıllıqlar, ardıcıllığın limiti və onun əsas xassələri.
4. Bir-birinə daxil olan parçalar ardıcıllığı. Kantor prinsipi.
5. Funksiyanın nöqtədə limiti və onun əsas xassələri. Limitlər haqqında əsas teoremlər.
6. Sonsuz kiçik və sonsuz böyük funksiyalar və onlar arasında əlaqə. Funksiyaların asimptotik müqayisəsi: “o” və “O” simvolları, funksiyaların ekvivalentliyi.
7. Birdəyişənli funksiyanın nöqtədə kəsilməzliyi. Nöqtədə kəsilməz funksiyanın xassələri.
8. Parçada kəsilməz funksiyanın qlobal xasssələri.
9. Funksiyanın müntəzəm kəsilməzliyi, Kantor teoremi.
10. Birdəyişənli funksiyanın törəməsi və diferensialı.
11. Diferensial hesabının əsas teoremləri.
12. Funksiyanın yüksək tərtib törəmələri və diferensialları. Leybnis düsturu.
13. Peano qalıq hədli Teylor düsturu. Laqranj və Koşi formalı qalıq hədli Teylor düsturları.
14. Funksiyanın monotonluq şərtləri.
15. Funksiyanın lokal ekstremumları, ekstremumun varlığı üçün zəruri şərt.
16. Funksiyanın ekstremumunun varlığı üçün kafi şərtlər.
17. Qabarıq və çökük funksiyalar. Funksiyanın qabarıqlığı şərti. Funksiyanın əyilmə nöqtələri.
18. İbtidai funksiya, qeyri-müəyyən inteqral və onların əsas xassələri.
19. Qeyri-müəyyən inteqralda dəyişənin əvəz olunması və hissə-hissə inteqrallama düsturları.
20. Rasional funksiyaların, triqonometrik funksiyaların inteqrallanması.
21. Bəzi irrasional ifadələrin inteqrallanması.
22. Müəyyən inteqral (Riman inteqralı). Müəyyən inteqralın varlığı şərtləri.
23. Riman mənada inteqrallanan funksiyalar sinifləri.
24. Yuxarı sərhədi dəyişən inteqral, kəsilməz funksiyanın ibtidai funksiyasının varlığı. Müəyyən inteqralın hesablanması üçün Nyuton–Leybnis düsturu.
25. Qeyri-məxsusi inteqrallar və onların yığılma əlamətləri. Qeyri-məxsusi inteqralın baş qiyməti.
26. Çoxdəyişənli funksiya anlayışı. Çoxdəyişənli funksiyanın limiti. Təkrar limitlər.
27. Çoxdəyişənli funksiyanın nöqtədə kəsilməzliyi. Kompaktda kəsilməz çoxdəyişənli funksiyalar üçün Veyerştrass teoremi. Oblastda kəsilməz çoxdəyişənli funksiyalar üçün aralıq qiymətlər haqqında Koşi teoremi.
28. Çoxdəyişənli funksiyanın xüsusi törəmələri və tam diferensialı, duferensiallanma üçün kafi şərt.
29. İstigamətə görə törəmə, funksiyanın qradiyenti.
30. Çoxdəyişənli mürəkkəb funksiyanın diferensiallanması.
31. Yüksək tərtib xüsusi törəmələr və diferensiallar. Şvars teoremi.
32. Çoxdəyişənli funksiyalar üçün Teylor düsturu.
33. Çoxdəyişənli funksiyaların lokal ekstremumları. Çoxdəyişənli funksiyanın ekstremumunun varlığı üçün zəruri şərt.
34. Çoxdəyişənli funksiyanın ekstremumunun varlığı üçün kafi şərtlər.
35. Şərti ekstremum. Laqranj üsulu.
36. Yakobi matrisi. Qeyri-aşkar funksiyalar. Qeyri-aşkar funksiyaların varlığı və diferensiallanması haqqında teorem.
37. Ədədi sıralar, sıranın yığılması və cəmi anlayışları. Sıranın yığılması üçün zərurui şərt. Yığılan sıralaran xassələri.
38. Müsbət hədli sıralar və onların yığılması şərti. Müsbət hədli sıraların yığılması üçün müqayisə əlamətləri.
39. Müsbət hədli sıraların yığılması üçün Dalamber, Koşi, Raabe, Qauss və Koşi-Makleron əlamətləri.
40. İşarəsini növbə ilə dəyişən sıralar, Leybnis əlaməti.
41. Sıraların yığılması üçün Abel və Dirixle əlamətləri.
42. Ədədi sıranın yığılması üçün Koşi meyarı, mütləq və qeyri-mütləq yığılan sıralar.
43. Qeyri-mütləq yığılan sıralar üçün Riman teoremi. Şərtsiz və şərti yığılan sıralar.
44. Funksional ardıcıllıqlar və sıralar, onların nöqtəvi yığılması və yığılma oblastları.
45. Funksional ardıcıllıqların və sıraların müntəzəm yığılması. Funksional ardıcıllıqların müntəzəm yığılması üçün zəruri və kafi şərt.
46. Funksional sıraların mütləq yığılması, Veyerştrass əlaməti.
47. Funksional sıralarda hədbəhəd limitə keçmə, funksional sıranın cəminin kəsilməzliyi.
48. Funksional sıraların hədbəhəd diferensiallanması və inteqrallanması .
49. Qüvvət sırası. Abel teoremi.
50. Qüvvət sırasının yığılma radiusu və yığılma intervalı. Qüvvət sırasının yığılma radiusu üçün Koşi-Adamar və Dalamber-Adamar düsturları.
51. Analitik funksiya. Funksiyanın Teylor sırasına ayrılışı. Sadə elementar funksiyaların Teylor sırası.
52. Triqonometrik Furye sırası. Riman lemması.
53. Furye sırasının nöqtədə yığılması üçün Rimanın lokallaşma prinsipi. Furye sırasının nöqtədə yığılması üçün Dini və Lipşis əlamətləri.
54. Furye sırasının müntəzəm yığılması, müntəzəm yığılma üçün kafi şərtlər.
55. Funksiya hamarlığının Furye əmsallarına təsiri. Dirixle və Feyer nüvələri, xassələri.
56. Parametrdən asılı inteqral. Parmetrdən asılı inteqralda inteqral altında limitə keçmə, parametrdən asılı inteqralın kəsilməzliyi.
57. Parametrdən asılı inteqralın diferensiallanması, Leybnis düsturu.
58. Parametrdən asılı inteqralın inteqrallanması.
59. Çoxqat inteqralın tərifi, xassələri və varlığı şərtləri. Coxqat inteqralın təkrar inteqrala gətirilməsi.
60. Çoxqat inteqralda dəyişənin əvəz olunması. Yakobi determinantı
61. Birinci növ əyrixətli inteqral, xassələri və hesablanması düsturları.
62. İkinci növ əyrixətli inteqral və onun hesablanması düsturları.
63. Ümumi şəkildə ikinci növ əyrixətli inteqralın yolun formasından asılı olmaması şərti. Qrin düsturu.
64. Səth anlayışı. Səthin sahəsi. Birinci və ikinci növ səth inteqralları, onların xassələri və hesablanması üsulları.
65. Qauss-Ostroqradski və Stoks düsturları.
66. Ölçülən fəza. Ölçü anlayışı. Həqiqi oxda açıq və qapalı çoxluqlar.
67. Lebeq mənada ölçülən fəza və Lebeq ölçüsü.
68. Lebeq mənada ölçülən funksiya, xassələri. Həqiqi oxda funksiyanın ölçülən olması şərti. Ölçülən funksiyalar üzərində hesab əməlləri.
69. Ekvivalent funksiyalar. Ölçülən funksiyaya ekvivalent olan funksiyanın ölçülənliyi. Kəsilməz funksiyaların ölçülənliyi.
70. Ölçülən funksiyalar ardıcıllığı və onun yığılma növləri. Limit funksiyanın ölçülənliyi haqqında teorem.
71. Ölçüyə görə yığılma ilə sanki hər yerdə yığılma anlayışlarının müqayisəsi. Yeqorov teoremi.
72. Sonlu ölçülü çoxluq üzrə Lebeq inteqralı və onun xassələri. Lebeq inteqralının -additivlik və mütləq kəsilməzlik xassələri.
73. İnteqral altında limitə keçmə haqqında Lebeq, Levi və Fatu teoremləri.
74. Sonsuz ölçülü çoxluqlar üzrə Lebeq inteqralı. Riman və Lebeq inteqrallarının müqayisəsi.
75. Monoton funksiya, monoton funksiyanın xassələri. Monoton funksiyanın törəməsinin sanki hər yerdə varlığı və inteqrallanması haqqında teorem.
76. Məhdud variyasiyalı funksiyalar. Məhdud variyasiyalı funksiyanın sanki hər yerdə törəməsinin varlığı və inteqrallanması haqqında teorem.
77. Mütləq kəsilməz funksiya və onun xassələri. Nyuton-Leybnits düstürü.
78. Lebeq inteqralı çoxluqdan asılı funksiya kimi. fəzaları. Hölder və Minkovskiy bərabərsizlikləri.
79.  fəzasında ortoqonal sistemlər.  fəzasında ortonormal sistemə görə Furye sırası.
80. Stiltes ölçüsü (ədəd oxunda), Lebeq-Stiltes inteqralı və onun xassələri.
81. Kompleks dəyişənli funksiya anlayışı. Kompleks dəyişənli funksiyanın limiti və kəsilməzliyi.
82. Kompleks dəyişənli funksiyanın törəməsi. Koşi-Riman şərtləri. Analitik funksiya anlayışı.
83. Mürəkkəb funksiyanın, tərs funksiyanın törəmələri. Törəmənin həndəsi mənası.
84. Nöqtədə konform inikas anlayışı. Kəsr-xətti inikas və onun xassələri.
85. Qüvvət funksiyası, xassələri və birvərəqlilik oblastları.  funksiyasının birqiymətli kəsilməz budaqları və onun törəməsi.
86.  funksiyası, xassələri və birvərəqlilik oblastları.
87.  funksiyasının birqiymətli kəsilməz budaqları və onun törəməsi.
88. Triqonometrik funksiyalar, onların xassələri və çoxqiymətli tərs funksiyaları.
89. Kompleks dəyişənli funksiyanın inteqralı, xassələri və hesablanması. Koşinin inteqral teoremi.
90. Kompleks dəyişənli funksiyanın ibtidai funksiyası. Kompleks dəyişənli funksiyanın yuxarı sərhədi dəyişən inteqralı və onun xassələri.
91. Birrabitəli oblastda diferensiallanan funksiyanın ibtidai funksiyasının varlığı.
92. Koşi inteqralı, Koşinin inteqral düsturu.
93. Koşi tipli inteqral və onun törəməsi haqqında teorem.
94. Birrabitəli oblastda funksiyanın analitik olması haqqında Morera teoremi.
95. Kompleks dəyişənli funksional sıralar. Kompleks dəyişənli funksional sıranın müntəzəm yığılması.
96. Qüvvət sıraları. Qüvvət sırasının yığılma radiusu və yığılma dairəsi, Koşi-Adamar və Dalamber-Adamar düsturları.
97. Oblastda analitik funksiyanın sonsuz diferensiallanan olması haqqında teorem.
98. Qüvvət sırasının yığılma oblastında analitikliyi haqqında Veyerştrass teoremi.
99. Analitik funksiyanın yeganəlik teoremi. Analitik funksiyanın sıfırları.
100. Tam funksiya, onun xassələri, onun tipi və tərtibi anlayışı. Tam funksiyalar haqqında Liuvill teoremi.
101. Meromorf funksiyalar və onların xassələri.
102. Analitik funksiyanın məxsusi nöqtələrinin təsnifatı. Loran sırası, halqada analitik funksiyanın Loran sırasına ayrılışı haqqında Loran teoremi. Sonsuz uzaqlaşmış nöqtə ətrafında Loran ayrılışı.
103. Çıxıq anlayışı. Çıxıqlar haqqında əsas teorem. Çıxıqların köməyi ilə bəzi

 həqiqi inteqralların hesablanması.

1. Xətti fəza. Vektorların xətti asılılığı. Xətti fəzanın bazisi.
2. Xətti altfəzalar və xətii çoxobrazlılar. Xətti fəzanın altfəzaların düz cəminə ayrılışı. İzomorf xətti fəzalar.
3. Metrik fəzalar. Metrik fəzalarda açıq və qapalı çoxluqlar, yığılma anlayışı.
4. Tam metrik fəzalar. Metrik fəzanın tamamlanması.
5. Metrik fəzalarda kəsilməz inikaslar. Separabel metrik fəzalar.
6. Metrik fəzalarda kompakt çoxluqlar və kompaktlıq haqqında teoremlər.
7. Kompaktda kəsilməz funksiyaların kompaktlıq meyarı (Arsel teoremi).
8. İnikasın tərpənməz nöqtəsi. Tərpənməz nöqtə haqqında sıxılmış inikas prinsipi və onun tətbiqləri.
9. Topoloji fəzalar. Müəyyənedici ətraflar sistemləri. Baza.
10. Hesabilik aksiomları. Ayrılma aksiomları. Hausdorf fəzaları.
11. Normallaşmış fəzalar. Banax fəzaları.
12. Skalyar hasil və onun xassələri. Hilbert fəzası.
13. Qapalı ortoqonal sistemlər. Furye sırası, Bessel bərabərsizliyi və Parseval bərabərliyi.
14. Separabel Hilbert fəzalarının izomorfluğu.
15. Hilbert fəzasında altfəza, ortoqonal tamalayıcı və düz cəm anlayışları.
16. Hilbert fəzasında ortoqonal cəmə ayrılış haqqında teorem.
17. Xətti operatorlar. Xətii operatorun məhdudluğu və kəsilməzliyi.
18. Xətti operatorun norması. Xətti məhdud operatorlar fəzası, onların tamlığı haqqında teorem.
19. Tərs operator, xassələri və varlığı şərtləri. Tərs operator haqqında Banax teoremi.
20. Operatorlar ardıcıllığının müntəzəm, güclü və zəif yığılmaları.
21. Müntəzəm məhdudluq prinsipi, Banax-Şteynhauz teoremi.
22. Xətti məhdud operatorun kəsilməzliyə görə davamı.
23. Qapalı operatorlar. Qapalı qrafik haqqında Banax teoremi.
24. Xətti funksionallar. Normal fəzalarda Xan-Banax teoremi və ondan çıxan nəticələr.
25. Hilbert fəzasında xətti məhdud funksionalın ümumi şəkli, Riss teoremi.
26. Qoşma fəza. Refleksiv fəzalar. Qoşma operator. Öz-özünə qoşma operatorlar.
27. Unitar operatorlar. Ortoqonal proyeksiya operatoru və onun xassələri.
28. Tamam kəsilməz operatorlar və onların xassələri.
29. Separabel Hilbert fəzasında tamam kəsilməz operatorun sonlu ölçülü operatorlarla approksimasiyası.
30. Sonlu ölçülü fəzalarda operatorun məxsusi ədədləri və məxsusi vektorları. Matrisin Jordan ayrılışı.
31. Öz-özünə qoşma operatorların məxsusi ədədlərinin və məxsusi elementlərinin xassələri.
32. Xətti operatorların rezolvent çoxluğu, spektri və rezolventi. Spektrlərin təsnifatı. Öz-özünə qoşma operatorların spektral ayrılışı.
33. Öz-özünə qoşma tamam kəsilməz operatorlar, Hilbert-Şmidt teoremi.

 **Tövsiyə olunan ədəbiyyat siyahısı.**

1. Abdullayev S.K., Abdullayev F.A., Mehrabov V.A. Riyazi analiz. Bakı, Bakı Universiteti, 2011.
2. Musayev V.M., Qasımova S.H. Çoxdəyişənli funksiyaların diferensial və inteqral hesabı. Bakı, Çaşıoğlu, 2006.
3. Əhmədov Ə.M. Funksional analiz I. Bakı, Bakı Universiteti, 2011.
4. Əhmədov Ə.M. Babayev R.M., Qasımov T.B., İsmayılov M.İ. Funksional analiz. Bakı, Müəllim, 2019.
5. Aslanov H.İ. Funksional analiz. Bakı, MBM, 2012.
6. Aslanov H.İ. Funksional analiz və funksiyalar nəzəriyyəsi. Bakı, Eoprint, 2020.
7. Şükürov R.Y., Əsədov T.B. Kompleks dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi. Bakı, ADPU, 2012.
8. Eyvazov E.H. Riyazi analiz-3, Həqiqi və kompleks dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi (Mühazirələr və çalışmalar). Bakı, Araz, 2018.
9. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, Т.1, 2. Москва, 1981, 1981.
10. Рудин И.И. Основы математического анализа. М., Мир, 1976.
11. Зорич В.А. Математический анализ, Т. 1, 2. Москва, 1981, 1984.
12. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Курс математического анализа, Т.1, 2. Москва, 1982, 1984.
13. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, т. I, II, III. М., Физматлит, 2003.
14. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной. М., Наука, 1974.
15. Колмогоров А.Н., Фомин С.М. Элементы теории функции и функционального анализа. М., Наука, 1988.
16. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М., Наука, 1988
17. Привалов И.И. Введение теорию функции комплексного переменного. М., Наука, 1977.
18. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. М., Физматлит, 1961.
19. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа. М., Высшая школа, 1982.
20. Халилов З.И. Основы функционального анализа. М., ЛЕНАНД, 2018.
21. Треногин В.А., Функциональный анализ. М., Наука, 1980.
22. Ахиезер Н.И., Глазман И.М. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве. М., Наука, 1966.