

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI**



FUNKSIONAL ANALIZ

O'QUV DASTURI

Bilim sohasi:	500000	– Tabiiy fanlar matematika va statistika
Ta'lim sohasi:	540000	– Matematika va statistika
Ta'lim yo'nalishi:	60540100	– Matematika

Chirchiq – 2024

Fan/modul kodi	O'quv yili	Semestr	ECTS - Kreditlar	
FAN 15610	2026-2027	5-6	6-4	
Fan/modul turi	Ta'lim tili	Haftadagi dars soatlari		
Majburiy	O'zbek	4		
Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)	
1.	150	150	300	
Final analizi				

2. Funksional analiz

1. Fanning mazmuni.
Funksional analiz fani zamon talablari darajasidagi matematiklar tayyorlashda asosiy fanlardan hisoblanadi. Bu kurs uch qismdan iborat va unga haqiqiy o'zgaruvchili funksiyalar nazariyasi, funksiyalar fazosi va operatorlar kiradi. Haqiqiy o'zgaruvchili funksiyalar nazariyasi kursida to'plamlar, to'plamlar sistemalari, o'Ichov tushunchasi, o'Ichovni davom ettirish, Lebeg integrali o'rganiladi. Ushbu kursni tinglagan talaba to'plamlar sistemasi, o'Ichov nazariyasining asosiy tushuncha va teoremlarini o'zlashtirishi, Lebeg integrali bilan ishlash ko'nikmasini hosil qilishi kerak. Funksional fazolar va operatorlar qismida esa vector fazolar, metrik fazolar, normalangan, Banax, Evklid fazolari xususiyatlari o'rganiladi va bu fazolarda funksionallar, chiziqi operatorlar, chiziqi chegaralangan operatorlar, integral operatorlar qaratiladi.

Fanning asosiy maqsadi talabalarga nazriy bilim berish, tegishli tushunchalar, tasdiqlar, funksional analizga xos bo'lgan isbotlash usullarini o'rgatish, olgan nazariy bilimlarni masalalar yechishga tadbir eta bilish, ularda mantiqiy mushoxada qilish, fazoviy tasavvur hamda abstract tafakkur kabi, inson faoliyatining barcha sohaları uchun zarur bo'lgan qobiliyatni shakllantirishdan iboratdir.

Fanni o'qitishning vazifasi talabalarga funksional analizga oid bilimlar berish, olgan nazariy bilimlarini amaliyotga qo'llay bilishga o'rgatishdan va oqibat natijada ularni abstract fikrlash madaniyatini yuksak pog'analarga ko'tarishdan iborat. Funksional analiz fani matematik tushunchalar mazmunini, qoidalarini va usullarni ongli o'zlashtirish orqali fikrlash madaniyatini egallash, axborotlarni tushunish, umumlashtirish va tahlil qilish, maqsadni qo'yish va unga erishish yo'llarini tanlash, ayni paytda u talabalarni mantiqiy fikrlashga, to'g'ri xulosa chiqarishga, matematik madaniyatini oshirishga va shu bilan birgalikda talabalarni zamonaviy matematika asoslari bilan tanishtirish, kasbiy faoliyatga oid masalalarini ongli ravishda tadbir etish, muammolar yechimini topishda matematik analiz imkoniyatlari mohiyatini tushuntirish va ularni qo'llay olishga o'rgatishga xizmat qiladi.

II. Nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari)

II.1. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:

I semestr

- 1-mavzu. To'plamlar nazariyasi elementlari.
- 2-mavzu. Sanoqli va sanoqsiz to'plamlar. To'plamlarning quvvatini solishtirish.
- 3-mavzu. Nuqtali to'plamlar. Limit nuqta. Yopiq to'plam va xosila to'plamlarning xossalari.
- 4-mavzu. O'Ichovli to'plamlar. O'Ichovli to'plamlar haqida teoremlar. O'Ichovli to'plamlar sinfi. O'Ichovsiz to'plamga misol.
- 5-mavzu. O'Ichovli funksiyalar. O'Ichovli funksiyalar ketma-ketligining yaqinlashishlari.
- 6-mavzu. Lebeg integrali. Sodda funksiyalar uchun Lebeg integrali.
- 7-mavzu. Jamlanuvchi funksiyalar. Riman va Lebeg integralini solishtirish.
- 8-mavzu. O'zgarishi chegaralangan funksiyalar. Monoton funksiyalar. Monoton funksiyalarning hosilasi.
- 9-mavzu. Tartiblangan to'plamlar. To'la tartiblangan to'plamlar. Qisman tartiblangan to'plamlar. Soren lemmasi. Tartib tiplari arifmetikasi.
- 10-mavzu. Metrik fazolar va ularga misollar.
- 11-mavzu. Metrik fazoda yaqinlashishlar.
- 12-mavzu. To'la va separabel metrik fazolar.
- 13-mavzu. Metrik fazolarda kompakt va nibiy kompakt to'plamlar.
- 14-mavzu. Metrik fazolarda kompaktlik kriteriyalari.
- 15-mavzu. Metrik fazolarda akslantirishlar. Akslantirishning uzluksizligi va tekis uzluksizligi. Qisqartirib akslantirish. Qisqartirib akslantirishning xossalari.
- 16-mavzu. Chiziqi fazolar.
- 17-mavzu. Normalangan fazolar va ularning xossalari. Normalangan va metrik fazolar o'rtasidagi bog'lanish. Normalangan fazoda yaqinlashishlar.
- 18-mavzu. To'la normalangan fazolar.
- 19-mavzu. Normalangan fazolarda qatorlar.
- 20-mavzu. Gilbert fazolari. Gilbert fazolarida ortogonal va ortonormal sistemalar, to'la va yopiq sistemalar.
- 21-mavzu. Gilbert fazolarida Furey qatorlari.
- 22-mavzu. L_1 va L_2 fazo. Ularning to'laligi.

II semestr

- 1-mavzu. Chiziqi chegaralangan funksionallar.
- 2-mavzu. Normalangan fazolarga qo'shma fazolar. Klassik normalangan fazolarning qo'shma fazolari, Gilbert fazolarining qo'shma fazolari haqidagi Riss teoremasi.
- 3-mavzu. Normalangan fazolarda Xan-Banax teoremasi.
- 4-mavzu. Chiziqi chegaralangan operatorlar. Chiziqi operator uchun chegaralanganlik va uzluksizlik tushunchalari.

5-mavzu. Teskari operatorlar. Chiziqli operator uchun teskari operator, yopiq va chegaralanmagan operator. Banaxning teskari operator haqidagi teoremasi. 6-mavzu. Qo'shma operatorlar va ularning xossalari. 7-mavzu. O'z-o'ziga qo'shma operatorlar va ularning xossalari. Proyektorlar va chegaralanmagan operatorlar uchun yaqinlashishlar. Tekis chegaralanmagan operatorlar uchun yaqinlashishlar. 9-mavzu. Chiziqli chegaralangan operatorlarning xos son va xos vektorlari. Chiziqli chegaralangan operatorning spektr turlari: nuqtaviy, muhim va mavhum spektr. 10-mavzu. Kompakt operatorlar va ularning xossalari. Kompakt operatorlar fazosi. 11-mavzu. Kompakt o'z-o'ziga qo'shma operatorlarning xossalari. 12-mavzu. Gilbert-Shmidt teoremasi. Kompakt o'z-o'ziga qo'shma operatorlar uchun Gilbert-Shmidt teoremasi. 13-mavzu. Chiziqli integral operatorlar. 14-mavzu. Integral tenglamalar. 15-mavzu. Banax algebralariga kirish. Normalangan va Banax algebralari, ularning ideallari. III. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar Amaliy mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi: I semestr 1-mavzu. To'plamlar nazariyasi elementlari. 2-mavzu. Nuqtali to'plamlar. Kantor to'plami 3-mavzu. O'ichovli to'plamlar. O'ichov tuchunchasini umumlashtirish. 5-mavzu. O'ichovli funksiyalar. O'ichovli funksiyalar ketma-ketligining yaqinlashishlari. 6-mavzu. Lebeg integrali. Chegaralanmagan funksiyaning Lebeg integrali 7-mavzu. Jamlanuvchi funksiyalar. Riman va Lebeg integrallarini solishtirish 8-mavzu. O'zgarishi chegaralangan funksiyalar. 9-mavzu. Tartiblangan to'plamlar. To'la tartiblangan to'plamlar. Qisman tartiblangan to'plamlar. 10-mavzu. Metrik fazolar va ularga misollar. 11-mavzu. Metrik fazoda yaqinlashishlar. 12-mavzu. To'la va separabel metrik fazolar. 13-mavzu. Metrik fazolarda kompakt va nisbiy kompakt to'plamlar. 14-mavzu. Metrik fazolarda kompaktlik kriteriyalari. 15-mavzu. Metrik fazolarda akslantirishlar. Qisqartirib akslantirish prinsipi 16-mavzu. Chiziqli fazolar. 17-mavzu. Normalangan fazolar va ularning xossalari. 18-mavzu. To'la normalangan fazolar. 19-mavzu. Normalangan fazolarda qatorlar. 20-mavzu. Gilbert fazolari. 21-mavzu. Gilbert fazolarida Fyure qatorlari. 22-mavzu. L_1 fazo va uning to'laigi.	
---	--

23-mavzu. L_2 fazo va uning to'laigi II semestr 1-mavzu. Chiziqli chegaralangan funksionallar. 2-mavzu. Normalangan fazolarga qo'shma fazolar. 3-mavzu. Normalangan fazolarda Xan-Banax teoremasi. 4-mavzu. Chiziqli chegaralangan operatorlar. 5-mavzu. Teskari operatorlar. 6-mavzu. Qo'shma operatorlar va ularning xossalari. 7-mavzu. O'z-o'ziga qo'shma operatorlar va ularning xossalari. 8-mavzu. Chiziqli chegaralangan operatorlar uchun yaqinlashishlar. 9-mavzu. Chiziqli chegaralangan operatorlarning xos son va xos vektorlari. 10-mavzu. Kompakt operatorlar va ularning xossalari. 11-mavzu. Kompakt o'z-o'ziga qo'shma operatorlarning xossalari. 12-mavzu. Gilbert-Shmidt teoremasi. 13-mavzu. Chiziqli integral operatorlar. 14-mavzu. Integral tenglamalar. 15-mavzu. Banax algebralariga kirish. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar Mustaqil ta'limni baholash – bu talabalarning jamoaviy tartibda va yakka tartibda berilgan amaliy loyihalarni bajarishlari orqali amalga oshiriladi. Bunda har bir talabaga bitta mustaqil ta'limga ajratilgan mavzu beriladi va talaba shu mavzuni yetarlicha o'rganib himoya qilib beradi. Talaba berilgan mavzuning maqsad va vazifalarini, mohiyatini tushungan holda qo'yilgan masalani o'rganib, izlanishlar olib boradi. Olingan natijalarni tahlil qilib, hulosalari bilan taqdimotlar tayyorlab himoya qiladi. Ishchi fan dasturida mustaqil ish mavzularini bajarish usullari va topshirish muddatlari to'liq ochib beriladi. Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular: I semestr 1. To'plamlar. To'plamlar ustida amallar. 2. Akslantirishlar. To'planning quvvati 3. Sanoqli va sanoqsiz to'plamlar. 4. To'plamlarni quvvatlarini solishtirish. 5. To'plamlarni Dekart ko'paytmasining quvvati. 6. Nuqtali to'plamlar. Limit nuqta. 7. Yopiq to'plam va xosila to'plamlarning xossalari. Quyuglanish nuqtalari. 8. Ichki nuqtalar va ochiq to'plamlar. 9. Chegaralangan ochiq va yopiq to'plamlarning tuzilishi. 10. Kantor to'plamlari. 11. O'ichovli to'plamlar. 12. O'ichov tushunchasini umumlashtirish. 13. O'ichovsiz to'planga misol.	
---	--

14. Xalqalar.
15. Algebralar.
16. O'Ichovni yarim xalqadan xalqagacha davom ettirish.
17. O'Ichovning Lebeg bo'yicha davomi. Tekislikdagi to'plamlarning
18. Tekislikdagi to'plamlarning Lebeg o'Ichovi.
19. O'Ichovli funksiyalar.
20. O'Ichovli funksiyalar va ular ustida amallar.
21. O'Ichovli funksiyalar ketma-ketligining yaqinlashishlari.
22. Sodda funksiyalar uchun Lebeg integrali.
23. Chegaralangan funksiya Lebeg integralining asosiy xossalari.
24. Lebeg integrali belgisi ostida limitga o'tish.
25. Chegaralamagan funksiyaning Lebeg integrali.
26. Absolyut uziksiz funksiyalar. Lebeg-Stites integrali.
27. Jamlanuvchi funksiyalar. Riman va Lebeg integrallarini solishtirish.
28. To'plamlar sistemasining va o'Ichovning to'g'ri ko'paymasi.
29. L_p fazolar.
30. O'zgarishi chegaralangan funksiyalar.
31. Tartiblangan to'plamlar

II semestr

1. Metrik fazolar.
2. Ochiq va yopiq to'plamlar.
3. To'la metrik fazolar.
4. Metrik fazolarda kompaktilik.
5. Xausdorf haqidagi teorema.
6. Ber haqidagi teorema.
7. Ichma-ich joylashgan shartlar haqidagi teorema
8. Qisqartirib akslantirish prinsipi va uning tadbirlari.
9. Chiziqli fazolar.
10. Fazoning bazisi va uning o'Ichami.
11. Chiziqli funktsionallar
12. Qavariq to'plamlar va qavariq funktsionallar.
13. Xan-Banax teoremasi.
14. Normalangan fazolar.
15. Klassik fazolarning normasi
16. Chiziqli normalangan fazolar.
17. Evklid fazolari.
18. Hilbert va Banax fazolari
19. Chiziqli uziksiz operatorlar va ularning xossalari.
20. Normalangan fazolarda chiziqli funktsionallar.
21. Teskari operator va ularning xossalari.
22. Uziksiz va chegaralangan operatorlar.
23. Chiziqli operator uchun ular orasidagi bog'lanish
24. Operatorning normasi.
25. Norma uchun formulalar.

26. Chiziqli chegaralangan operatorlar fazosi.
27. Qo'shma fazo va uning to'laligi.
28. Klassik fazolarning qo'shma fazolari.
29. Qo'shma operator va uning xossalari
30. Evklid fazosi va uning normalangan fazo bilan bog'lanishi.
31. Parallelogramm tengligi haqidagi teorema. Gilbert fazosi

VII. Ta'lim natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar)

3.

Fanini o'zlashtirish natijasida talaba:

- O'quv jarayoni ma'ruzalar va amaliy auditoriya mashg'ulotlari hamda talabalarning mustaqil faoliyati orqali tashkil etiladi. Ma'ruzalarda funktsional analiz kursi mavzularini tahlil qilish uchun zarur bo'lgan nazariy ma'lumotlar beriladi. Amaliy auditoriya mashg'ulotlarida funktsional analiz kursi muammolari(misol va masalalar) taqdim etiladi va talabalarga ularni hal qilish uchun zarur matematik usullar va metodlarni qo'llash bo'yicha mashq qilish imkoniyati beriladi. Mustaqil ta'lim faoliyatida talabalar mavzularni chuqur o'rganib, adabiyotlar va ilmiy jurnallar hamda manbaalarda foydalangan holda mavzularni tahlil qilishi; (bilim)

- funktsional analiz tushunchalari va tamoyillarini chuqur tushunishni namoyish etadi, funktsional analiz metodlarining mohiyatini chuqur tahlil qiladi, kasbiy faoliyatida muammolarini hal qilish uchun mos matematik tahlil, algebra va sonlar nazariyasi, geometriya, differensial tenglamalar, ehtimollar nazariyasi fanlar sohalari bo'yicha bilim, malaka va ko'nikmalarga ega bo'ladi, ilmiy tadqiqot ishlarini bajarishda ishtirok etadi; (ko'nikma)

- Talabalar funktsional analiz fanidan nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, mantiqiy fikrlash, to'g'ri xulosa chiqarish, matematik madaniyatini oshirish hamda ilmiy dunyog'arashni shakllantirish malakalariga ega bo'lishi kerak.

4.

VIII. Ta'lim texnologiyalari va metodlari:

- ma'ruzalar;
- interfaol key-s-stadilar;
- amali mashg'ulotlar (mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar);
- guruhlarda ishlash;
- taqdimotlarni qilish;
- individual loyihalalar;
- jamoa bo'lib ishlash va hiyoa qilish uchun loyihalalar

5.

IX. Kreditlarni olish uchun talablar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar va tushunchalar haqida mustaqil mushohada yuritish, joriy va oralik nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha variantlar asosida yozma topshiriqlarni bajarishi zarur.

6.

X. Asosiy adabiyotlar:

1. Саримсоков Т. А. Функционал анализ. Тошкент-1991. —
2. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций И

	функционального анализа. М. Наука. 1989. 3. Абдуллаев. Ж. И., Ғанихўжайев. Р. Н., Шерматов. М.Х., Егамбердийев. О.И., Функционал анализ ва интеграл тенгламалар. “Янги аср авлоди” Тошкент. 2013. — 4. Аюпов Ш. А., Ибрагимов. М., Кудайбергенов К.К. Функционал анализдан мисол ва масалалар. “Билим” Нукус. 2009. — XI. Qo'shimcha adabiyotlar 1. Jewgeni. Н. D., Real analysis an introduction to the theory of real functions and integration. New York, 2001. 2. Очан. Ю. Очан Сборник задач по математическому анализу. “Просвештнийе” Москва.1981. 3. Городетский. В.В. Методий решения задач по функциональному анализа. Више школа, 1990. 4. Треногин В. А. ва бошқалар. Задачи И упрощенный функционального анализа. М. Наука.1989. Аxborot manbalari http://www.edu.uz— O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi sayti. www.ziyounet.uz – O'zbekiston Respublikasi axborot ta'lim tarmog'i www.cspl.uz - CHDPU sayti www.patlib.uz - (A.Navoiy nomidagi O'z.MK)
7.	Chirchiq davlat pedagogika universiteti tomonidan ishlab chiqilgan va universitet Kengashining 2024 yil “<u>29</u>” <u>208ust.</u> dagi qarori bilan tasdiqlangan
8.	Fan/modul uchun ma'sul: F.S.Aktamov Chirchiq davlat pedagogika universiteti, “Algebra va matematik analiz” kafedrası o'qituvchisi.
9.	Taqrizchilar: Sh.T.Pirmatov – TDPU „Oliy matematika“ kafedrası dotsenti. B.O'.Abrayev - Chirchiq davlat pedagogika universiteti, “Algebra va matematik analiz” kafedrası f.-m. f. f. d., v.b dotsenti.