O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

Ro‘yxatga olindi:
№ BD-5110100-62 – 6031-0300
2023 yil “__”_____

“TASDIQLAYMAN”
SamDU rektori:
R.I.Xalmuradov
2023 yil “__”_____

Variatsion hisob va optimallashtirish usullari

FANI BO‘YICHA

FAN DASTURI

Bilim sohasi:	100000- Gumanitar
Ta’lim sohasi:	500000 – Tabiiy fanlar, matematika va statistika
Ta’lim yo‘nalishi:	60540300 - Matematik injiniring (ishlab chiqarish sohalari bo'yicha)

Fan/modul kodi	O‘quv yili	Semestr	ECTS – Kreditlar
VHO1704	2026-2027	7	4

Fan/modul turi	Ta’lim tili	Haftadagi dars soatlari
Tanlov fan	O‘zbek	4

	Fan nomi	Ma’ruza mashg‘ulotlari (soat)	Amaliy mashg‘ulotlar (soat)	Mustaqil ta’lim (soat)
1.	Variatsion hisob va optimallashtirish usullari	28	28	64

2. **I. Fanning mazmuni**

Fanni o‘qitishdan maqsad – talabalarning matematik analiz, differensial tenglamalar, chiziqli algebra, differensial geometriya, matematik fizika va funksional analiz kabi fanlardan olgan bilim va malakalarini extremal masalalarni yechish, optimal rejalarni topish kabi masalalarga tadbiq etish bilim, ko‘nikma va malakalarni shakllantirish va rivojlantirishdan iborat.

Fanning vazifasi - talabalarda mazkur fandan olgan nazariy bilimlarini masalalar yechishga tadbiq eta bilish, ularda mantiqiy mushohada qilish, fazoviy tasavvur hamda abstrakt tafakkur kabi, inson faoliyatining barcha sohalari uchun zarur bo’lgan qobiliyatni shakllantirishdan iboratdir.

II. Asosiy nazariy qism (ma’ruza mashg‘ulotlari)

II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kirishi tavsiya qilinadi:

1-mavzu. Chekli o’lchamli fazolarda ekstremal masalalar va ularni yechish. Chekli o`lchamli fazoda extremal masalaning qo`yilishi, uning turlari. Chekli o`lchovli klassik extremal masalalar uchun zaruriy va yetarli shartlar.

2-mavzu. Shartsiz ekstremum masalasini gradientli usulda taqribiy yechish. Shartsiz extremum masalasining qo`yilishi. Taqribiy yeshim tushunchasi. Iteratsiyalarni qurish va baholash.

3-mavzu. Bir o’zgaruvchili funksiya extremumini lokallashtitish. Oltin kesim va urinmalar usullari. Bir o`zgaruvchili funksiya extremumi va extremum nuqtasini lokallashtirish tushunchasi, Lokallashtirishning oltin kesim usuli, iteratsiyalarni topish va baholash. Urinmalar usulida iteartsiyalarni qurish va tahlil qilish.

4-mavzu. Shartli ekstremum masalasi. O’zgaruvchilarni yo’qotish va Lagranj ko’paytuvchilar usullari. Chekli o`lchovli fazoda shartli extremum masalasining qo`yilishi, o`zgaruvchilarni yo`qotish usulida shartsiz extremumga keltirish, Lagranj prinsipi mohiyati, zarur va yetarli shartlar.

**5-mavzu. Qavariq analiz elementlari. Qavariq to`plam va qavariq funksiya.** Qavariq analizning asosiy tushunchalari: qavariq to`plam va qavariq funksiya. Asosiy xossa, tasdiqlar va formulalar.

6-mavzu. Qavariq masalalar. Qavariq programmalashda Lagranj usuli.

Variatsion hisob masalalari tarixi. Funksionalning variatsiyalari. Qavariq programmalashtirishmasalasi, Lagranj prinsipining qo`llanilishi, Ikkilanmalik nazariyasi. Chiziqli programmalashtirish masalasi. Qavariq analiz va ekstremal masalalar nazariyasi. Variatsion hisobning klassik tarixiy masalalari, modellashtirish namunalari. Bronxistrona masalasi. Funksional variatsiyasining ta`rifi va turlari.

7-mavzu. Ekstremum turlari. Variatsion hisobning asosiy lemmasi. Variatsion hisob asosiy masalasi uchun Eyler-Lagranj tenglamasi va uning xususiy hollari. Funksional fazoda yaqinlashish turlari va yaqinlik tartibi. Kuchli va kuchsiz extremumlar, xossalari. Variatsion hisib asosiy masalasi uchun birinchi tartibli zaruriy sharti. Dyuba-Raymon lemmasi va natijalari. Zaruriy shartning Eyler-Lagranj tenglamasiga keltirilishi.

**8-mavzu. Variatsion hisob asosiy masalasi uchun Eyler-Lagranj tenglamasining ba`zi umumlashmalari.** Variatsion hisob umumlashgamn masalalarining qo`yilishi. Zarur va yetarli shartlar. Bir nechta funksiyaga bog`liq, yuqori tartibli hosilaga bog`liq va ko`p o`zgaruvchili funksiyaga bog`liq funksionallar uchun Eyler-Lagranj tenglamasining umumlashmalari.

9-mavzu. Bolsa masalasi. Klassik variatsion hisob sodda masalalari va uni yechish usullari. Bolsa masalasining qo`yilishi. Yechish algoritmi. Zarur va yetarli shartlar. Klassik variatsion hisob sodda masalasini yechish usullari. Lagranj prinsipi.

**10 -mavzu. O`zgaruvchan chegarali sodda masalalar. Yuqori tartibli zarur va yetarli shartlar. Transversallik shartlari.** Chegaralari qo‘zg‘aluvchan extremal masalalar va ularning asosiy turlari. Yuqori tartibli zarur va yetarli shartlar. Transversallik shartlari va sodda hollarda uning ko`rinishlarini olish.

11-mavzu. Izoperimetrik masalalar va Lagranj prinsipi. Yuqori tartibli zarur va yetarli shartlar. Izoperimetrik masalaning qo`yilishi, Masalani yechishga Lagranj prinsipining qo`llanilishi. Yuqori tartibli zarur va yetarli shartlarning qo`yilishi.

12-mavzu. Lagranj masalasi uchun Lagranj prinsipi. Lagranj masalasining qo`yilishi, Zarur va yetarli shartlarning ifodalanishi. Masalani yechish algoritmi. Lagranj prinsipining qo`llanilishi.

13-mavzu. Optimal boshqaruvning sodda masalalari. Lyapunov masalasi uchun Lagranj prinsipi. Optimal boshqaruv masalasi, misollar. Optimal boshqaruvning elementar masalasida ekstremumning zarur va yetarli shartlari. Lagranj prinsipi qo`llanilishi. Masalani yechish algoritmi.

14-mavzu. Pontryaginning maksimum prinsipi. Maksimum prinsipi, klassik variatsion hisobda minimumning zarur va yetarli shartlari. Optimal boshqaruv masalasi uchun Pontryagin funksiyasi. Pontryaginning maksimum prinsipi. Maksimum prinsipi, klassik variatsion hisobda minimumning zarur va yetarli shartlari. Masalani yechish algoritmi.

III. Amaliy (yoki seminar) mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.
Amaliy mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Chekli o'lchamli fazolarda ekstremal masalalar va ularni yechish. Misollar.
2. Shartsiz ekstremum masalasini gradientli usulda taqribiy yechishga oid misollar
3. Bir o'zgaruvchili funksiya extremumini lokallashtitish. Oltin kesim va urinmalar usullarini misollarda qo`llash.
4. Shartli ekstremum masalasi. O'zgaruvchilarni yo'qotish va Lagranj ko'paytuvchilar usullarida misollar yechish.
5. Qavariq analiz elementlari. Qavariq to`plam va qavariq funksiyalarga oid misollar.
6. Qavariq masalalar. Qavariq programmalashda Lagranj usulida misollar yechish. Variatsion hisob masalalari tarixi. Misollarda funksionalning variatsiyalarini topish.
7. Variatsion hisob asosiy masalasi uchun Eyler-Lagranj tenglamasi va uning xususiy hollariga oid misollar yechish.
8. Variatsion hisob asosiy masalasi uchun Eyler-Lagranj tenglamasining ba`zi umumlashmalari ga oid misollar yechish.
9. Bolsa masalasi. Klassik variatsion hisob sodda masalalari va uni yechish usullarini misollarda qo`llash.
10. O`zgaruvchan chegarali sodda masalalar. Yuqori tartibli zarur va yetarli shartlar. Transversallik shartlari. Misollar.
11. Izoperimetrik masalalar va Lagranj prinsipi. Yuqori tartibli zarur va yetarli shartlar. Misollar yechish.
12. Lagranj masalasini yechishda Lagranj ko`paytuvchilar qoidasini qo`llash.
13. Optimal boshqaruvning sodda masalalari. Lyapunov masalasi uchun Lagranj prinsipi. Misollar.
14. Pontryaginning maksimum prinsipi. Klassik variatsion hisobda minimumning zarur va yetarli shartlari. Misollar yechish.

IV. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mazkur modul bo`yicha mustaqil ta'lim ikki bosqichda amaljga oshiriladi. Birinchi bosqichda talaba ma`ruza darslariga belgilangan mavzularda dars jarayonida o`tilmagan tushunchalar, xossalar, tasdiqlarni mustaqil tarzda adabiyotlar va electron manbaalardan o`zlashtiradi va konspektlashtiradi. Ikkinchi bosqichda esa belgilangan mavzular asosida tuzilgan individual yoki kichik guruhlar uchun tuzilgan amaliy topshiriqlarni bajaradilar. Bunda mavzu rejadagi mavzularda bo`lmasligi mumkin. Quyida tavsiya etiladigan mavzular ro`yxati keltiriladi:

1. Variatsion hisobning sodda masalasi va uni yechish uullari.
2. Eyler tenglamasining sodda hollari.
3. Variatsion hisobning asosiy lemmasi.

	4. Ko`p o`zgaruvchili funksionalning ekstremumi va uni topish usullari. 5. Eyler-Puasson tenglamasi va uning tadbiqi. 6. Eyler-Ostragradskiy tenglamasi va uning tadbiqi. 7. Funksionalning variatsiyasi. Ekstremumning zaruriy shartlari. 8. Ikkinchi tartibli variatsiya. Yetarlilik shartlari. Yakobi shartlari. 9. Xos va markaziy maydonlar. Ekstremalni maydonga kiritish. 10.Transversallik sharti. Optimal boshqaruv masalasining qo`yilishi. 11.Joiz boshqaruv. Sintez muammosi. Umumiylik holati. 12.Pontryaginning maksimum prinsipi. Tezkor masala. 13.Bellman funksiyasi. Bellman funksiyasining differensiallanuvchanligi. 14.Optimal boshqaruvni sintez qilish muammosi. 15.Chiziqli tezkor masala. 16.Gemkrelidze nazariyasi. Umumiy holatlilik sharti. 17.Boshqaruv qiymatlarini o`zgartirish soni haqida. 18.Ikkinchi tartib chiziqli masala uchun sintez muammosi. 19.Differensial o`yinlar nazariyasining asosiy tushunchalari va ularning tadbiq etilishi. 20. Variatsion hisob masalalarida Veyershtarass teoremasi va funksiyasi.
3.	**V. Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar)** Fanni o'zlashtirish natijasida talaba: "Variatsion hisob va optimallashtirish usullari" fanining ta'limdagi o'rni ushbu kursning maqsadi va mazmunida to'la aks ettirilgan bo'lib, bu kurs davomida talabalar ko`p o`lchovli fazodagi extremal masalalar qo`yilishi, ularni yechish usullari bilan tanishadilar va amaliy masalalarga tadbiq etish kabi bilimlarga ega bo`ladilar. Variatsion hiaob masalalarining qo`yilishi, asosiy turlarini ajrata oladilar, Bu extremal masalalarni yechish, yechimlarni tahlil qilish ko`nikmalariga ega bo`ladilar. • Matematik tahlil, algebra va sonlar nazariyasi, geometriya, differensial tenglamalar, kompleks o`zgaruvchili funksiyalar va funksional analiz kurslaridan olgan bilimlarini integratsiyalashgan holda variatsion hisob va optimal boshqaruv masalalariga qo`llash malakasini ega bo`ladilar.
4.	**VI. Ta'lim texnologiyalari va metodlari:** • ma'ruzalar; • interfaol keys-stadilar; • muammoli ta'lim • dialogli ta`lim • tezkor so`rov, • guruhlarda ishlash metodi
5.	**VII. Kreditni olish uchun talablar:** Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'liq o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil

	mushohada yuritish oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat ishini me`yor darajasida topshirishi lozim.
6.	**Asosiy adabiyotlar:** 1. Mamadaliyev N., To`xtasinov M. Variatsion hisob va optimal boshqaruvning asosiy masalalari. Toshkent, Universitet, 2013, -188 bet, 2. Краснов М.А., Макаренко Г.И., Киселев А.И., Вариационное исчисление, М.ДомКнига/ URSS. 2002. -170 с. 3. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.ДомКнига/URSS.2006.-312с. 4. Романко В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационные исчисления. "Москва-С-Пб, 2000, -512 с. 5. Исроилов И., Отакулов С. Вариацион хисоб ва оптиmаллаштириш усуллари. Самарканд. СамДУ нашри, I-кисм, 1999, II-кисм, 2001. 6. Р.Габасов, Ф.М.Кириллова. Оптималлаштириш усуллари. Т. Ўзбекистон, 1995. **Qo'shimcha adabiyotlar:** 1. И.М.Гельфанд, С.В.Фомин. Вариационное исчисление. М. Наука 1989. 2. Л.Я.Цлаф. Вариационное исчисление и интегральные уравнения. М., Наука1970. 3. Г.А.Блиц. Лекции по вариационному исчислению. М., ил. 1950. 4. В.М.Алексеев, В.М.Тихомиров, С.В.Фомин. Оптимальное управление. М. Наука, 1979. 5. Л.Янг. Лекции по вариационному исчислению и теории оптимального управления. М., Мир, 1974. 6. Х.Н.Жумаев, Н.Мамадалиев. Вариацион хисобнинг етарлилик шартлари хакида. Тошкент. Университет,1999 (ўқув услубий қўлланма). 7. В.Г.Болтянский. Математические методы оптимального управления. М. Наука 1969. 8. А.С.Понтрягин, В.Г.Болтянский, Гамкрелидзе, Е.Ф.Мишенко. Математическая теория оптимальных процессов. М. Наука 1978. 9. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М. Наука, 1988. 10. Галеев Е.М., Тихомиров В.М. Краткий курс теории экстремальных задач. М: Изд МГУ. 1989. 11. Сухарев А.Г., Тимохов А.Н., Фёдоров В.В. Курс методов оптимизации. М. Наука 1988. 12. Коша А. Вариационное исчисление. М. Высшая школа, 1983. 13. Ашманов С.А., Тимохов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. М. Наука, 1991. 14. Исроилов И., Отакулов С., Ачилов П. Арзикулов А.У., Давронов Б. Вариацион хисоб ва оптималлаштириш усуллари курсидан амалий машгулотларни бажаришга доир методик тавсиялар. СамДУ нашри.

	1994. **Axborot manbalari (saytlar):** 1. www.gov.uz 2. www.ziyoNet.uz 3. www.matematika.uz 4. www.referat.uz
7.	Fan dasturi Samarqand davlat universiteti O‘quv-uslubiy кengashining 2023 yil ___ _____dagi ____-son bayonnomasi bilan ma’qullangan.
8.	**Fan/modul uchun mas’ullar:** **A. Xurramov** - fizika-matematika fanlari bo`yicha falsafa doktri (PhD)
9.	**Taqrizchilar:** **I. Niyozov** - fizika-matematika fanlari falsafa doktori (PhD) dotsent. **D. Fozilov-** Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi TATU Samarqand filliali, Tabiiy fanlar kafedrasi dotsenti

Mazkur fan dasturi “Matematik fizika va funksional analiz” kafedrasining 2023-yil ___-_____dagi __-sonli yig‘ilish bayoni bilan ma’qullangan.

Mazkur fan dasturi universitet o‘quv-uslubiy Kengashining 2023-yil ___-_____dagi ___-sonli yig‘ilish bayoni bilan tasdiqlangan.

SamDU o’quv ishlari bo’yicha prorektor: **prof. A. Soleyev**

Fakultet dekani: **S.S.Ulashov**

Kafedra mudiri: **akad.S.N.Laqaev**

Tuzuvchilar: **A. Xurramov**

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI • SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI • MATEMATIKA FAKULTETI

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetining 60310300 - Matematik injiniring (ishlab chiqarish sohalari bo'yicha) ta'lim yo'nalishi 4-kurs talabalari uchun Variatsion hisob va optimallashtirish usullari fani bo'yicha fan dasturiga

TAQRIZ

Mazkur fan dasturi Matematika fakulteti 60310300 - Matematik injiniring (ishlab chiqarish sohalari bo'yicha) ta'lim yo'nalishi 4-kurs talabalari uchun Variatsion hisob va optimallashtirish usullari faniga mo'ljallangan bo'lib, ushbu dastur Variatsion hisob va optimallashtirish usullari fanining barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan bo'lib, jarayonlar tadqiqoti fanining vositalari yordamida iqtisodiyot, jamiyat, fan-texnika, tabiat keltirib chiqarayotgan muammolarning matematik modellarini tuzish va ular yordamida mukammal yechimni aniqlab berishning nazariy va amaliy bilimlarini berishga bag'ishlangan. Bunga, birinchi navbatda matematik dasturlash, tarmoq nazariyasi, zaxirani boshqarish masalasi, o'yinlar, ommaviy xizmat ko'rsatish, optimal boshqaruv nazariyalari va boshqa fanlar yutuqlaridan foydalanish orqali erishiladi.

Jarayonlar tadqiqoti talabalarga, bu fanning matematik ko'rsatkichlari haqida to'la tasavvur berishi hamda aniq misollar orqali jarayonlar tadqiqotining usullari qo'llaniladigan sohalarni ko'rsatib bergan bo'lishi kerak. Agar talaba o;z faoliyatini yechim qabul qilish sohasiga qaratgan bo'lsa, bu ma'lumotlarni o'zlashtirish talabada, odatda, yetishmagan ishonchni hosil qiladi. Talaba. jarayonlar tadqiqoti fanining matematik asosi bilimini chuqur egallagandan so'ng, bu sohada erishilgan yutuqlarni o'zlashtirish va haqiqiy muammolarni amaliy tadqiq etish bilan, bu sohada o'zining tayyorgarlik darajasini oshirishi mumkin. Ushbu fan dasturi 60310300 - Matematik injiniring (ishlab chiqarish sohalari bo'yicha) ta'lim yo'nalishi 4-kurs talabalari uchun Variatsion hisob va optimallashtirish usullari faniga to'la mos keladi deb hisoblayman hamda bu dasturni o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etaman.

SamDU, Matematik fizika va funksional analiz kafedrasi dotsenti **dots. I. Niyozov**

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetining 60310300 - Matematik injiniring (ishlab chiqarish sohalari bo'yicha) ta'lim yo'nalishi 4-kurs talabalari uchun Variatsion hisob va optimallashtirish usullari fani bo'yicha fan dasturiga

TAQRIZ

Mazkur fan dasturi Matematika fakulteti 60310300 - Matematik injiniring (ishlab chiqarish sohalari bo'yicha) ta'lim yo'nalishi 4-kurs talabalari uchun Variatsion hisob va optimallashtirish usullari faniga mo'ljallangan bo'lib, ushbu dastur Variatsion hisob va optimallashtirish usullari fanining barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan bo'lib, jarayonlar tadqiqoti fanining vositalari yordamida iqtisodiyot, jamiyat, fan-texnika, tabiat keltirib chiqarayotgan rnuammolarning matcmatik modcllarini tuzish va ular yordamida mukammal yechimni aniqlab berishning nazariy va amaliy bilimlarini berishga bag'ishlangan. Bunga, birinchi navbatda matematik dasturlash, tarmoq nazariyasi, zaxirani boshqarish masalasi, o'yinlar, ommaviy xizmat ko'rsatish, optimal boshqaruv nazariyalari va boshqa fanlar yutuqlaridan foydalanish orqali erishiladi.

Jarayonlar tadqiqoti talabalarga, bu fanning matematik ko'rsatkichlari haqida to'la tasavvur berishi hamda aniq misollar orqali jarayonlar tadqiqotining usullari qo'llaniladigan sohalarni ko'rsatib bergan bo'lishi kerak. Agar talaba o;z faoliyatini ycchim qabul qilish sohasiga qaratgan bo'lsa, bu ma'lumotlarni o'zlashtirish talabada, odatda, yetishmagan ishonchni hosil qiladi. Talaba. jarayonlar tadqiqoti fanining matematik asosi bilimini chuqur egallagandan so'ng, bu sohada erishilgan yutuqlarni o'zlashtirish va haqiqiy muammolarni amaliy tadqiq etish bilan, bu sohada o'zining tayyorgarlik darajasini oshirishi mumkin. Ushbu fan dasturi 60310300 - Matematik injiniring (ishlab chiqarish sohalari bo'yicha) ta'lim yo'nalishi 4-kurs talabalari uchun Variatsion hisob va optimallashtirish usullari faniga to'la mos keladi deb hisoblayman hamda bu dasturni o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etaman.

Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi
TATU Samarqand filliali
Tabiiy fanlar kafedrasi dotsenti **D. Sh. Fozilov**