

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

Ro'yxatga olindi:

№ 1429

2019 y. « »

yil

“TASDIQLAYMAN”

O'quv ishlari bo'yicha prorektor

prof. A.S. Soleev

” 2019



**CHEGARAVIY MASALALAR YECHISHNING ZAMONAVIY USULLARI
fanining**

ISHCHI O'QUV DASTURI

Bilim sohasi: 100000 - Gumanitar soha

Ta'lim sohasi: 130000 - matematika

Ta'lim yo'nalishi: 5130100- matematika

Samarqand - 2019

Fanning ishchi o'quv dasturi o'quv, ishchi o'quv reja va o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar:

Malikov Z. SamDU «Differensial tenglamalar» kafedrasida dotsenti, f.-m.f.n.
Tursunov F.R. SamDU «Differensial tenglamalar» kafedrasida katta o'qituvchisi.

Fanning ishchi o'quv dasturi "Differensial tenglamalar" kafedrasining 2019 yil ___ avgustdagi "1" - son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.


Kafedra mudiri :  prof. A. B. Hasanov

Fanning ishchi o'quv dasturi "Mexanika-matematika" fakultet kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2019 yil avgustdagi -sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi :  prof. A. H. Begmatov

Kelishildi:

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i

 B. Aliqulov

KIRISH

Oddiy va xususiy hosilali differensial tenglamalar bilan ifodalanadigan masalalar har xil fizik jarayonlarni o'rganish bilan chambarchas bog'liqdir. Bunday jarayonlar qatoriga gidrodinamika, elektrodinamika masalalari va boshqa ko'plab masalalarni keltirish mumkin. Lekin ko'p tabiiy jarayonlarni o'rganish matematik fizikaning nokorrekt masalalarini o'rganish bilan bog'liq bo'ladi. Bunday jarayonni ifodalovchi matematik masalalar ko'pgina umumiylikka ega bo'lib, chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari predmetining asosini tashkil etadi. chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari oliy matematika asosiy fundamental va tadbqiqiy bo'limlaridan biri bo'lib, u bakalavriatning matematika, mexanika, amaliy matematika va informatika kabi yo'nalishlari o'quv rejasidagi tanlov fanlardan biri hisoblanadi.

Fanni o'qitishning maqsadi va vazifalari

«Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari» fani tabiiy matematik fanlar majmuasiga ta'luqli bo'lib, talabalar bu fanni matematik fizika tenglamalari fanini o'zlashtirgandan so'ng tanlov fani sifatida 8 semestrda o'rganadi.

Bu fanning asosiy maqsadi va bosh muhim vazifalari fizik jarayonlarning matematik modeli bo'lgan differensial tenglamalar va ularga qo'yilgan chegaraviy, aralash va Koshi masalalarining yechilish usullarini hamda qo'yilgan masalalarning korrektilik shartlarini tekshirishdagi asosiy bilimlarini beradi.

. Fan bo'yicha talabalarning bilim, malaka va ko'nikmasiga qo'yiladigan talablar

Talabalar chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari o'rganish jarayonida quyidagilarni bajara olishi lozim.

- asosiy fizik jarayonlarga mos keluvchi xususiy hosilali differensial tenglamalarni fizikaviy qonuniyatlar nazariyasi asosida keltirib chiqara olishi ;
- xususiy hosilali differensial tenglamalarning korrekt qo'yilishini ta'minlaydigan qo'shimcha shartlarni aniqlay olishi;
- eng sodda yoki o'rtacha qiyinlikdagi differensial tenglamalar yechimini topa olishi ;
- asosiy giperbolik, parabolik va elliptik turdagi tenglamalar uchun aralash , chegaraviy va Koshi masalalari yechimini aniqlay olish;
- xususiy hosilali differensial tenglamalarning xarakteristik tenglamalari va xarakteristikalarini topa olish;
- giperbolik turdagi tenglamalar uchun aralash masalaga mos keluvchi Shturm Liuvill masalasini tuza olish;

- xususiy hosilali differensial tenglamalarga qo'yilgan aralash masalalarni o'zgaruvchilarni ajratish usuli yordamida yecha olish;
- xususiy hosilali tenglamalarga qo'yilgan Koshi masalalari regulyar yechimlarini aniqlay olish;
- matematik fizikaning asosiy tenglamalari uchun manba' funksiyasi yordamida bir jinsli bo'lmagan aralash masalalarni yecha olish;
- elliptik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan chegaraviy masalalarni Grin funksiyasi yordamida yecha olish;
- silindrik tenglamalar uchun Bessel funksiyalarini topa olish va ularni aralash masalalarni yechishda qo'llay olish;
- murakkab masalalarni superpozitsiya prinsipi asosida sodda masalalarga ajrata olish.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

Matematika yo'nalishida chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari fani fizikaviy jarayonlarni xususiy hosilali differensial tenglamalar yordamida matematik modelini tuzish va bu jarayonlarni tahlil qilish hamda boshqa ko'plab texnik, mexanik jarayonlarni o'rganishda foydalaniladi. Mazkur fan o'quv rejasidagi " oddiy differensial tenglamalar " va «xususiy hosilali differensial tenglamalar » faniga bevosita bog'liq. Bu fanni oddiy differensial tenglamalarning ko'p o'zgaruvchili davomi deb hisoblash ham mumkin. Xususiy hosilali tenglamalar uchun qo'yilgan aralash masalalarning yoki Koshi masalalarini yechishda asosiy usul o'zgaruvchilarni ajratish bo'lgani uchun, qo'yilgan masalalar oddiy differensial tenglamalar uchun xos qiymat va xos funksiyalar masalasiga keltiriladi. Bu masalalar differensial operatorlar uchun spektral analiz masalalaridan iboratdir. Shu sababli qaralayotgan fan funksional analiz fani bilan bevosita aloqadordir.

Fanning ishlab chiqarishdagi o'ru

Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari fani "Matematika" yo'nalishi bo'yicha mutaxassislar tayyorlashning o'quv jarayonida bakalavrlarning yuqori darajadagi matematik tayyorgarligi va ko'pgina maxsus fanlar bo'yicha chuqur bilimlar egasi bo'lishda asosiy o'rin tutadi.

Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

Talabalarning chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari fanini o'zlashtirishlari uchun o'qitishning zamonaviy pedagogik usullaridan va informasion texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyatga egadir. Bunda elektron darslik, uslubiy qo'llanmalar, tarqatma materiallar, virtual stendlar va yangi nashr etilgan zamonaviy adabiyotlardan foydalaniladi.

"Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari" kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy konseptual yondoshuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda, albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyliigi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga e'tiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obyektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati ta'minlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallashtirish), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning an'anaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikasiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blis-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

"Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari" fanini o'qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan, "Excel" elektron jadvallar dasturlaridan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimini baholash test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. "Internet" tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

Asosiy qism: Fanning uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

Asosiy qismda (ma'ruza) fanni mavzulari mantiqiy ketma-ketlikda keltiriladi. Har bir mavzuning mohiyati asosiy tushunchalar va tezislar orqali ochib beriladi. Bunda mavzu bo'yicha talabalarga DTS asosida yetkazilishi zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalar to'la qamrab olinishi kerak.

Asosiy qism sifatiga qo'yiladigan talab mavzularning dolzarbligi, ularning ish beruvchilar talablari va ishlab chiqarish ehtiyojlariga mosligi, mamlakatimizda bo'layotgan ijtimoiy-siyosiy va demokratik o'zgarishlar, iqtisodiyotni erkinlashtirish, iqtisodiy-huquqiy va boshqa sohalaridagi islohatlarning ustuvor masalalarini qamrab olishi hamda fan va texnologiyalarning so'ngi yutuqlari e'tiborga olinishi tavsifiya etiladi.

Ma'ruza mashg'ulotlari

Fanning nazariy mashg'ulotlar mazmuni

Birinchi tartibli oddiy va xususiy hosilali tenglamalar. Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasi. Uning mavjudligi va yagonaligi. Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasining korrektiligi. Ikkinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni yechish. Grin funktsiyasi va uning mavjudligi. Shturm- Liuvill masalasi. Xos qiymat va xos funktsiya. Ularning xossalari. Birinchi tartibli chiziqli va kvazichiziqli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalar yechimining mavjudligi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv; muammoli ta'lim; munozara; blis.

Adabiyotlar: A4;A5;A6;A7;A8; A9, A10, Q1;Q2;Q3;Q4, Q5, Q6, Q7

Ikkinchi tartibli xususiy hosilali tenglamalar uchun Koshi masalasi.

Ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun umumiy holdagi masalalar. Koshi va Gursa masalasi va bu masalasini yechish usullari. Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglamalar va sistemalarning klassifikatsiyasi. Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglamalar uchun umumiy holdagi Koshi masalasi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv; muammoli ta'lim; munozara ; blis.

Adabiyotlar: A1, A2, A3, A4;A5;A6;A7;A8; A9, A10, Q1;Q2;Q3;Q4, Q5, Q6, Q7

Giperbolik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish.

To'lqin tarqalish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasi. Dalamber va Puasson formulasi. Tor tebranish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasining mavjudligi, yagonaligi va turg'unligi. Tor tebranish tenglamasi uchun Gursa va Darbu masalalari. Birjinsli bo'lmagan tor tebranish tenglamasi uchun aralash masala. Aralash masalaning yagonaligi va turg'unligi. Aralash masalalarni yechishda Fyurje integralini tadbirlari.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv; muammoli ta'lim; munozara ; o'z-o'zini nazorat, frontal so'rov, blis.

Adabiyotlar: A1, A2, A3, A4;A5;A6;A7;A8; A9, A10, Q1;Q2;Q3;Q4, Q5, Q6, Q7

Parabolik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish.

Parabolik tipdagi tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalarning yagonaligi. Ekstremum prinsipi. Issiqlik tarqarilish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasining yagonaligi va turg'unligi. To'rtburchakli plastinkada issiqlikning tarqalishi. Birinchi chegaraviy masala. Birinchi chegaraviy masalaning Grin funksiyasi. Umumlashgan yechim. Birjinsli issiqlik tarqalish tenglamasi fundamental yechimining fizik ma'nosi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv; muammoli ta'lim; munozara ; o'z-o'zini nazorat, frontal so'rov, blis.

Adabiyotlar: A3, A4;A5;A6;A7;A8; A9, A10, Q1;Q2;Q3;Q4, Q5, Q6, Q7

Elliptik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish.

Elliptik tipli tenglamalar va sistemalar uchun qo'yiladigan masalalar va ularning korrektiligi. Umumiy ma'lumotlar. Garmonik funksiyalar. Kelvin teoremasi. Misollar. Ekstremumning ichki prinsipi. Dirixle masalasi yechimining yagonaligi va turg'unligi. Laplas tenglamasi uchun Doiraviy soxalarda Dirixle masalasini yechish. Dirixle masalasining umumlashgan yechimi. Puasson formulasi. Garmonik funksiyalarning xossalari. Liuvill, Garnak teoremlari.

Korrekt va nokorrekt masalalar. Xususiy hosilali tenglamalar uchun korrekt bo'lmagan masalalarni yechish usullari. Nokorrekt qo'yilgan masala va unga mos Adamar misoli. Shartli korrekt masalalar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv; muammoli ta'lim; munozara ; o'z-o'zini nazorat, blis.

Adabiyotlar: A1, A2, A3, A4;A5;A6;A7;A8; A9, A10, Q1;Q2;Q3;Q4, Q5, Q6, Q7

"Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari" fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotining tematik calendar rejasi

T/r	Ma'ruza mavzulari	Soat
1 bob. Birinchi tartibli oddiy va xususiy hosilali tenglamalar (8 soat)		
1.1	Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasi . Uning mavjudlig va yagonaligi. Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasining korrektiligi.	2
1.3	Ikkinchi tartibli oddiy diferensial tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni yechish. Grin funktsiyasi va uning mavjudligi.	2
1.4	Shturm- Liuvill masalasi. Xos qiymat va xos funktsiya. Ularning xossalari.	2
1.5	Birinchi tartibli chiziqli va kvazichiziqli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalar yechimining mavjudligi.	2
2 bob. Ikkinchi tartibli xususiy hosilali tenglamalar uchun Koshi masalasi. (6 soat)		
2.1	Ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun umumiy holdagi masalalar. Koshi masalasi va Koshi masalasini yechish usullari Riman usuli	2
2.2	Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglamalar va sistemalarning klassifikatsiyasi.	2
2.3	Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglamalar uchun umumiy holdagi Koshi masalasi.	2
3 bob. Giperbolik tipdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalar (6 soat)		
3.1	To'liq tarqalish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasi. Dalamber va Puasson formulasi	2
3.2	Tor tebranish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasining mavjudligi, yagonaligi va turg'unligi. Tor tebranish tenglamasi uchun Gursa va Darbu masalalari	2
3.3	Birjinsi bo'lmagan tor tebranish tenglamasi uchun aralash masala. Aralash masalaning yagonaligi va turg'unligi. Aralash masalalarni yechishda Furye integralini tadbirlari.	2
4 bob. Parabolik va elliptik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish. (8soat)		
4.1	Parabolik tipdagi tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalarning yagonaligi. Ekstremum prinsipi	2
4.2	Issiqlik tarqarilish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasining yagonaligi va turg'unligi.	2

4.3	To'rtburchakli plastinkada issiqlikning tarqalishi.	2
4.4	Birinchi chegaraviy masala. Birinchi chegaraviy masalaning Grin funksiyasi. Umumlashgan yechim. Birjinsli issiqlik tarqalish tenglamasi fundamental yechimining fizik ma'nosi	2
5 bob.elliptik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish. (14 soat)		
5.1	Elliptik tipli tenglamalar va sistemalar uchun qo'yiladigan masalalar va ularning korrektligi. Umumiy ma'lumotlar. Garmonik funksiyalar. Kelvin teoremasi. Misollar	2
5.2	Ekstremumning ichki prinsipi. Dirixle masalasi yechimining yagonaligi va turg'unligi	2
5.3	Laplas tenglamasi uchun Doiraviy soxalarda Dirixle masalasini yechish.	2
5.4	Dirixle masalasining umumlashgan yechimi. Puasson formulasi.	2
5.5	Garmonik funksiyalarning xossalari. Liuvill, Garnak teoremlari.	2
5.6	Korrekt va nokorrekt masalalar. Xususiy hosilali tenglamalar uchun korrekt bo'lmagan masalalarni yechish usullari.	2
5.7	Nokorrekt qo'yilgan masala va unga mos Adamar misoli. Shartli korrekt masalalar	2
	Jami	42

Amaliy mashg'ulotlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Amaliy mashg'ulotlarni o'tkazishdan maqsad ma'ruza materiallari bo'yicha talabalarning bilim va ko'nikmalarini chuqurlashtirish va kengaytirishdan iboratdir. Bunda talabalar misol va masalalar yechishda, yechimlarni tahlil qilishda olgan nazariy bilimlarini qo'llay olishlari nazarda tutiladi.

Amaliy mashg'ulotlarning tavsifiya etiladigan mavzulari

Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasi . Uning mavjudlig va yagonaligi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim.shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Ikkinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni yechish. Grin funktsiyasi va uning mavjudligi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim.shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6. Q7,

Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasining korrektligi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim.shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6. Q7,

Shturm- Liuvill masalasi. Xos qiymat va xos funkiya. Ularning xossalari.
Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Birinchi tartibli chiziqli va kvazichiziqli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalar yechimining mavjudligi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun umumiy holdagi masalalar. Koshi masalasi va Koshi masalasini yechish usullari

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglmalar va sistemalarning klassifikasiyasi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7.

Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglmalar uchun umumiy holdagi Koshi masalasi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Bir jinsli va birjinsli bo'lmagan tor tebranish tenglamasi uchun aralash masalalarni Furrye usuli orqali yechish

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Parabolik tipdagi tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalarning yagonaligi. Ekstremum prinsipi. Issiqlik tarqarilish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasining yagonaligi va turg'unligi.To'rtburchakli plastinkada issiqlikning tarqalishi. Birinchi chegaraviy masala. Birinchi chegaraviy masalaning Grin funksiyasi. Umumlashgan yechim. Birjinsli issiqlik tarqalish tenglamasi fundamental yechimining fizik ma'nosi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Elliptik tipli tenglamalar va sistemalar uchun qo'yiladigan masalalar va ularning korrektiligi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7.

Umumiy ma'lumotlar. Garmonik funksiyalar. Kelvin teoremasi. Misollar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Ekstremumning ichki prinsipi. Dirixle masalasi yechimining yagonaligi va turg'unligi. Laplas tenglamasi uchun Doiraviy soxalarda Dirixle masalasini yechish. Dirixle masalasining umumlashgan yechimi. Puasson formulasi. Garmonik funksiyalarning xossalari. Liuvill, Garnak teoremlari.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Korrekt va nokorrekt masalalar. Xususiy hosilali tenglamalar uchun korrekt bo'lmagan masalalarni yechish usullari. Nokorrekt qo'yilgan masala va unga mos Adamar misoli. Shartli korrekt masalalar.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

Korrekt qo'yilgan masala va unga mos Adamar misoli. Shartli korrekt masalalar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: dialogik yondashuv;muammoli ta'lim,shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.

Adabiyotlar: A3; A4;Q6, Q7,

"Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari " fani bo'yicha amaliy mashg'ulotining calendar tematik rejasi

T/r	Amaliy mashg'ulotining mavzulari	Soat
1 bob. Birinchi tartibli oddiy va xususiy hosilali tenglamalar (10 soat)		
1.1	Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasi . Uning mavjudlig va yagonaligi.	2
1.2	Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasining korrektiligi.	2
1.3	Ikkinchi tartibli oddiy diferensial tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni yechish. Grin funktsiyasi va uning mavjudligi.	2
1.4	Shturm- Liuvill masalasi. Xos qiymat va xos funktsiya. Ularning xossalari.	2
1.5	Birinchi tartibli chiziqli va kvazichiziqli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalar yechimining mavjudligi.	2
2 bob. Ikkinchi tartibli xususiy hosilali tenglamalar uchun Koshi masalasi. (6 soat)		
2.1	Ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun umumiy holdagi masalalar. Koshi masalasi va Koshi masalasini yechish usullari Riman usuli	2
2.2	Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglamalar va sistemalarning klassifikatsiyasi.	2
2.3	Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglamalar uchun umumiy holdagi Koshi masalasi.	2

3 bob. Giperbolik tipdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalar (10 soat)		
3.1	To'lqin tarqalish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasi. Dalamber va Puasson formulasi	2
3.2	Tor tebranish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasining mavjudligi, yagonaligi va turg'unligi	2
3.3	Tor tebranish tenglamasi uchun Gursa va Darbu masalalari	2
3.4	Birjinsli bo'lmagan tor tebranish tenglamasi uchun aralash masala. Aralash masalaning yagonaligi va turg'unligi	2
3.5	Aralash masalalarni yechishda Furye integralini tadbirlari	2
4 bob. Parabolik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish. (10soat)		
4.1	Parabolik tipdagi tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalarning yagonaligi. Ekstremum prinsipi	2
4.2	Issiqlik tarqarilish tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasining yagonaligi va turg'unligi	2
4.3	To'rtburchakli plastinkada issiqlikning tarqalishi	2
4.4	Birinchi chegaraviy masala. Birinchi chegaraviy masalaning Grin funksiyasi. Umumlashgan yechim.	2
4.5	Birjinsli issiqlik tarqalish tenglamasi fundamental yechimining fizik ma'nosi	2
5 bob.Elliptik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish. (18 soat)		
5.1	Elliptik tipli tenglamalar va sistemalar uchun qo'yiladigan masalalar va ularning to'g'riqligi. Umumiy ma'lumotlar	2
5.2	Garmonik funksiyalar. Kelvin teoremasi. Misollar	2
5.3	Ekstremumning ichki prinsipi. Dirixle masalasi yechimining yagonaligi va turg'unligi	2
5.4	Laplas tenglamasi uchun Doiraviy soxalarda Dirixle masalasini yechish.	2
5.5	Dirixle masalasining umumlashgan yechimi. Puasson formulasi.	2
5.6	Garmonik funksiyalarning xossalari. Liuvill, Garnak teoremlari.	2
5.7	Korrekt va nokorrekt masalalar. Xususiy hosilali tenglamalar uchun korrekt bo'lmagan masalalarni yechish usullari.	2
5.8	Nokorrekt qo'yilgan masala va unga mos Adamar misoli.	2
5.9	Shartli korrekt masalalar	2
	Jami	54

**"Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari" fani bo'yicha
seminar mashg'ulotining kalendar tematik rejası**

T/r	Seminar mashg'ulot mavzulari	Soat
1 bob. Birinchi tartibli oddiy va xususiy hosilali tenglamalar (8 soat)		
1.1	Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi masalasi. Uning mavjudlig va yagonaligi.	2
1.2	Ikkinchi tartibli oddiy diferensial tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni yechish. Grin funktsiyasi va uning mavjudligi.	2
1.3	Shturm- Liuvill masalasi. Xos qiymat va xos funktsiya. Ularning xossalari.	2
1.4	Birinchi tartibli chiziqli va kvazichiziqli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalar yechimining mavjudligi.	2
2 bob. Ikkinchi tartibli xususiy hosilali tenglamalar uchun Koshi masalasi. (6 soat)		
2.1	Ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalar uchun umumiy holdagi masalalar. Koshi masalasi va Koshi masalasini yechish usullari	2
2.2	Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglamalar va sistemalarning klassifikatsiyasi.	2
2.3	Ko'p o'zgaruvchili xususiy hosilali tenglamalar uchun umumiy holdagi Koshi masalasi.	2
3 bob. Parabolik va elliptik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish. (6 soat)		
3.1	Parabolik tipdagi tenglamalar uchun qo'yiladigan masalalar va bu masalalarning yagonaligi.	2
3.2	Elliptik turdagi tenglamalar uchun Dirixle va Neymanning ichki va tashqi masalalari.	2
3.3	Korrekt va nokorrekt masalalar. Xususiy hosilali tenglamalar uchun korrekt bo'lmagan masalalarni yechish usullari. Korrekt qo'yilgan masala va unga mos Adamar misoli. Shartli korrekt masalalar.	2
	Jami	20

Mustaqil ishlarni tashkil etish shakli va mazmuni

Bunda ushbu ishlarni bajaradilar:

- Amaliy mashg'ulotlarga tayyorgarlik;
- Nazariy tayyorgarlik ko'rish;
- Uy vazifalarni bajarish;

- O'tilgan materiallar mavzularini qaytarish;
- Mustaqil ish uchun mo'ljallangan nazariy bilim mavzularini o'zlashtirish.

Mustaqil ishini tashkil etishda unga mo'ljallangan har bir bo'lim bo'yicha zaruriy adabiyotlar o'rganilishi va shu bo'lim bo'yicha har bir talabaga berilgan vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

Mustaqil ishda talabalar: amaliy mashg'ulotlarga tayyorlanadi, uy vazifalarini bajarishadi, nazariy bilimlarni mustahkamlaydi, seminar mashg'ulotlarida ma'ruza qilishga tayyorlanadi, mustaqil ish uchun mo'ljallangan nazariy va amaliy bilim mavzularini o'zlashtiradilar.

Mustaqil ish mavzularini o'zlashtirish ta'lim olish jarayonida uzluksiz nazorat qilinadi va yozma hisobot topshiriladi.

Izoh: Mustaqil ta'lim soatlari hajmlaridan kelib chiqqan holda ishchi dasturda mazkur mavzular ichidan mustaqil ta'lim mavzulari shakllantiriladi.

Talabalar mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi

№	Mustaqil ta'lim Mavzulari	Berilgan topshiriqlar	Bajar. muddat.	Hajmi (soatda)
7 semestr				
1	Birinchi tartibli oddiy va xususiy hosilali tenglamalar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1,2, - haftalar	16
2	Ikkinchi tartibli tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Masalalar yechish. Mustaqil topshiriqlarni bajarish.	3,4 –haftalar	16
3	Giperbolik tipdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	5,6 Haftalar	16
4	Parabolik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	7,8 Haftalar	18
5	Elliptik turdagi tenglamalar uchun qo'yilgan masalalarni yechish.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	9-10 Haftalar	22
Jami				88

Dasturning informasion-uslubiy ta'minoti

EHM yordamida matematik fizika tenglamalarining ba'zi masalalarini yechish, chegaraviy masalalarni sonli integrallashda, chekli ayirmalar usuli, variasion usullar, Dirixle prinsipi. Rits usullarini o'rganishda dasturlar to'plami (Maple, MathCad, Matlab va h.k.) laridan foydalanish. Mavzularni o'zlashtirishda va mustaqil ishlarni bajarishda adabiyotlar ro'yxatida keltirilgan mavjud darsliklar, o'quv qo'llanmalari, elektron adabiyotlar bilan metodik ta'minlanadilar.

Dasturdagi mavzularni o'tishda ta'limning zamonaviy usullardan keng foydalanish, o'quv jarayonini yangi pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etish samarali natija beradi. Bu borada zamonaviy pedagogik texnologiyalarning "Aqliy hujum", «Munozarali dars» usullari hamda mavzularga oid slaydlardan foydalanish nazarda tutiladi.

"Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari" fanidan talabalar bilimini reyting tizimi asosida baholash mezonlari.

"Chegaraviy masalalar yechishning zamonaviy usullari" fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarining saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarining bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlash uchun quyidagi nazorat turlari o'tkaziladi:

- **joriy nazorat (JN)** - talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda amaliy mashg'ulotlarda og'zaki so'rov, test o'tkazish, suhbat, nazorat ishi, kollektivum, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin;

- **oraliq nazorat (ON)** - semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanlarning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning nazariy bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Oraliq nazorat bir semestrda ikki marta o'tkaziladi va shakli (yozma, og'zaki, test va hokazo) o'quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi;

- **yakuniy nazorat (YaN)** - semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli. Yakuniy nazorat asosan tayanch tushuncha va iboralarga asoslangan "Yozma ish" shaklida o'tkaziladi.

ON o'tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan

hollarda, ON natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda ON qayta o'tkaziladi.

Oliy ta'lim muassasasi rahbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitoring bo'limi rahbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida YaN ni o'tkazish jarayoni muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, YaN natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda YaN qayta o'tkaziladi.

Talabanning bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabanning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

« Nokorrekt masalalar nazariyasining qo'shimcha boblari » fani bo'yicha talabalarining semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:

Ya.N.-30 ball, qolgan 70 ball esa J.N.-35 ball va O.N.-35 ball qilib taqsimlanadi.

Ball	Baho	Talabalarning bilim darajasi
86-100	A'lo	Xulosa va qaror qabul qilish. Ijodiy fikrlay olish. Mustaqil mushohada yurita olish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
71-85	Yaxshi	Mustaqil mushohada qilish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
55-70	Qoniqarli	Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish Tasavvurga ega bo'lish.
0-54	Qoniqarsiz	Aniq tasavvurga ega bo'lmaslik. Bilmaslik.

- Fan bo'yicha saralash bali 55 ballni tashkil etadi. Talabanning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasida qayd etilmaydi.

- Talabalarning o'quv fani bo'yicha mustaqil ishi joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.

- Talabanning fan bo'yicha reytingi quyidagicha anikdanadi: R = O' V bu yerda: V- semestrda fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklamasi (soatlarda); O'-fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi (ballarda).

- Fan bo'yicha joriy va oraliq nazoratlarga ajratilgan umumiy ballning 55 foizi saralash ball hisoblanib, ushbu foizdan kam ball to'plagan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

- Joriy **JN** va oraliq **ON** turlari bo'yicha 55 bal va undan yuqori balni to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan deb hisoblanadi va ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kirmasligiga yo'l qo'yiladi.

- Talabaning semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy balihar bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq to'plagan ballari yig'indisiga teng.

- **ON** va **YaN** turlari kalendar tematik rejaga muvofiq dekanat tomonidan tuzilgan reyting nazorat jadvallari asosida o'tkaziladi. **YaN** semestrning oxirgi 2 haftasi mobaynida o'tkaziladi.

- **JN** va **ON** nazoratlarda saralash balidan kam ball to'plagan va uzrli sabablarga ko'ra nazoratlarda qatnasha olmagan talabaga qayta topshirish uchun, navbatdagi shu nazorat turigacha, so'nggi joriy va oraliq nazoratlar uchun esa yakuniy nazoratgacha bo'lgan muddat beriladi.

- Talabaning semestrda **JN** va **ON** turlari bo'yicha to'plagan ballari ushbu nazorat turlari umumiy balining 55 foizidan kam bo'lsa yoki semestr yakuniy joriy, oraliq va yakuniy nazorat turlari bo'yicha to'plagan ballari yig'indisi 55 balidan kam bo'lsa, u akademik qarzdor deb hisoblanadi.

Talaba nazorat natijalaridan norozi bo'lsa, fan bo'yicha nazorat turi natijalari e'lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin. Bunday holda fakultet dekanining taqdimnomasiga ko'ra rektor buyrug'i bilan 3 (uch) a'zodan kam bo'lmagan tarkibda apellyasiya komissiyasi tashkil etiladi.

- Apellyasiya komissiyasi talabalarining arizalarini ko'rib chiqib, shu kunning o'zida xulosasini bildiradi.

Baholashning o'rnatilgan talablar asosida belgilangan muddatlarda o'tkazilishi hamda rasmiylashtirilishi fakultet dekani, kafedra muduri, o'quv-uslubiy boshqarma hamda ichki nazorat va monitoring bo'limi tomonidan nazorat qilinadi.

Talabalar **ON** dan to'playdigan ballarning mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	Maks	1-ON	2-ON
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va to'liqligi Og'zaki savol-javoblar. kollokvium va boshqa nazorat turlari natijalari bo'yicha.	27	0-13	0-14

2	Talabalarning mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarishi va o'zlashtirish.	8	4	4
Jami ON ballari		35	17	18

Talabalar JN dan to'playdigan ballarning mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	Maks	1-JN	1-JN
1	Darslarga qatnashganlik va o'zlashtirishi darajasi. Amaliy mashg'ulotlardagi faolligi, amaliy mashg'ulot daftarlarining yuritilishi va holati	14	0-7	0-7
2	Mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi. Mavzular bo'yicha uy vazifalarini bajarilish va o'zlashtirishi darajasi.	7	0-3	0-4
3	Yozma nazorat ishi yoki test savollariga berilgan javoblar	14	0-8	0-6
Jami JN ballari		35	18	17

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat 30 ballik "Yozma ish" variantlari asosida o'tkaziladi.

Agar yakuniy nazorat markazlashgan test asosida tashkil etilgan bo'lib fan bo'yicha yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat quyidagi jadval asosida amalga oshiriladi

№	Ko'rsatkichlar	YaN ballari	
		Maks	O'zgarish oralig'i
1	Fan bo'yicha yakuniy yozma ish nazorati	6	0-6
2	Fan bo'yicha yakuniy test nazorati	24	0-24
Jami		30	0-30

Yakuniy nazoratda "Yozma ish"larni baholash mezoni

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida amalga oshirilganda, sinov ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 2 ta nazariy savol va 3 ta amaliy topshiriqdan iborat. Nazariy savollar fan bo'yicha tayanch so'z va iboralar asosida tuzilgan bo'lib, fanning barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan.

Har bir nazariy savolga yozilgan javoblar bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichi 0-3 ball oralig'ida baholanadi. Amaliy topshiriq esa 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Talaba maksimal 30 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantda berilgan savollarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan o'zlashtirish ballari qo'shiladi va yig'indi talabaning yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

Tavsiya etilgan adabiyotlar ro'yxati

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

1. Салоҳиддинов М.С. Математик физика тенгламалари, Т. «Ўзбекистон», 2002, 448 б.
2. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. Учебник для ВУЗов Москва: ФИЗМАТЛИТ. 2004, 400с.
3. Владимиров В.С., Михайлов В.П. и др. Сборник задач по уравнениям математической физики. ФИЗМАТЛИТ, 2004.-286 с.
4. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики. Учебник для ВУЗов Москва: ФИЗМАТЛИТ. 2013, 352с
5. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М. Издательство МГУ, 2004.-798с.
6. Бицалзе А.В., Калининченко Д.Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики. М. 1985.
7. Лаврентьев М.М. Условно корректные задачи для дифференциальных уравнений Новосибирск, Наука. 1973 г.
8. А. Б. Хасанов. Штурм- Лиувил чегаравий масалалари назариясига кириш. 1-2 қисм, «Турон -Иқбол». Тошкент, 2014 йил, 496с, 524 с.
9. Фаязов К. Хисоблаш математикаси, математик физика ва анализнинг ноқоррект масалаларини ечиш усуллари. Тошкент, 2001, 130 б.
10. Хайдаров А. Математик физика ва анализнинг ноқоррект масалалари. Самарканд. 2007. 95 б.

Қўшимча адабиётлар

1. Кошляков В.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Основные дифференциальные уравнения математической физики. М. 1962.
2. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М. 1981.
3. Положий Г.Н. Уравнения математической физики. М. 1964.
4. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М., 1961.
5. Михлин С.Г. Лекции по линейным интегральным уравнениям. М. 1959.
6. Смирнов М.М. Сборник задач по уравнениям математической физики.
7. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. М. 1972.