

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TALIM VAZIRLIGI
TOSHKENT VILOYATI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI**

Maxmudova D.M., Muxamedov G.I., Eshchanov B.X.

FIZIKADA KOMPLEKS O'ZGARUVCHILI FUNKSIYALAR

O'QUV QO'LLANMA

**Toshkent
«Universitet»
2020**

Maxmudova D.M., Muxamedov G.I., Eshchanov B.X.
Fizikada kompleks o'zgaruvchili funksiyalar. O'quv qo'llanma.
–T.: “Universitet”, 2020, 184 bet.

UO'K: 53(075.8)

KBK: 22.3ya73

M 36

Ushbu o'quv qo'llanma 5110200 – Fizika va astronomiya o'qitish metodikasi, 5140200 – Fizika, 5140400 – Astronomiya bakalavr ta'lim yo'nalishlarining o'quv rejasidagi matematika va tabiiy-ilmiy fanlar blokiga tegishli fanlarning o'quv dasturlari talablari asosida tayyorlangan bo'lib, unda amaliy mashg'ulotlarini o'z ichiga olgan ma'lumotlar berilgan.

O'quv rejalaridagi matematika va tabiiy-ilmiy fanlar blokiga tegishli fanlarning xususiyatlaridan kelib chiqib, qo'llanmada “Oliy matematika” kursining kompleks o'zgaruvchili funksiyalar bo'limiga oid asosiy tushuncha va tasdiqlar yoritilgan bo'lib, ularning fizik mazmuni va tatbiqlari ko'rsatilgan. Mavzular bo'yicha talabalar mustaqil ishi uchun topshiriqlar va ularni yechilish usullari hamda talabalar uchun foydali bir qator tavsiyalar berilgan.

Qo'llanma oliy ta'lim muassalarining fizika, astronomiya hamda texnika yo'nalishlari talabalarini, tayanch doktorantlari va ilmiy izlanuvchilar uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar: prof. Sh. Otajonov (O'zMU)
dots. I.Q. Xaydarov (ChDPI)

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi Chirchiq davlat pedagogika instituti kengashining 2019 yil 9 dekabrda 5-sonli qaroriga asosan 5110200 – Fizika va astronomiya o'qitish metodikasi, 5140200 – Fizika, 5140400 – Astronomiya ta'lim yo'nalishlari bo'yicha tahsil olayotgan talabalar uchun o'quv qo'llanma sifatida nashr qilishga tavsiya etilgan.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2020-yil 06-oktyabrda 522-sonli buyrug'iga asosan nashr etishga ruxsan berilgan (Ro'yxatga olish raqami 522-013)

ISBN: 978-9943-6556-7-6

© “Universitet” nashriyoti, Toshkent, 2020 y.

SO‘Z BOSHI

Mamlakatimizda kadrlar tayyorlashning sifat darajasini oshirish, xalqaro standartlar asosida oliy malakali mutaxassislar tayyorlash, o'quv jarayoniga xalqaro ta'lim standartlariga asoslangan ilg'or pedagogik texnologiyalarni joriy etish borasida olib borilayotgan keng islohotlar natijasida oliy ta'lim muassasalarida o'qitish sifat-samaradorligi ortib, pedagog va talabalarda kreativ, yangicha matematik tafakkur rivojlanishiga sabab bo'lmoqda. Shu bilan bir qatorda talabalar mustaqil ijodiy o'quv, biluv faoliyatini faollashtirish zaruriyati ham yuzaga kelmoqda.

Yosh mutaxasislarni har taraflama rivojlangan komil inson qilib tarbiyalashda matematika alohida o'ringa ega. Matematikani o'rganish jarayonida inson faoliyatining barcha sohasi uchun zarur qobiliyatlar: ijodiy fikrlash, mantiqiy mushohada, fazoviy tasavvur, tahliliy mulohaza, abstrakt tafakkur shakllanib boradi.

Ushbu o'quv qo'llanma matematika va fizikaning muhim qismlaridan biri

bo'lgan kompleks argumentli funksiyalar tushunchasini o'rganishga, tahlil qilishga bag'ishlangan. Bu o'quv qo'llanmadan fizika, matematika va texnika oliy ta'lim muassalari talabalari va tayanch doktorantlari foydalanishi mumkin. Undagi kompleks sonlar, kompleks funksiyaning hosilasi, integralli, analitik funksiyalar, yassi vektor maydonlar tushunchasi, ulardagi muhim matematik amallar sodda tilda bayon etilishiga harakat qilingan.

O'quv qo'llanma sakkiz bobdan tashkil topgan.

Birinchi bobda kompleks sonlarga oid tushunchalar, ular ustida amallarga tegishli ma'lumotlar, kompleks sonlarning tregonometrik, ko'rsatkichli va logarifmik shakllari keltirilgan.

Ikkinch bobda kompleks argumentli elementar funksiyalar, aniqlanish sohasi, egri chiziqlarni kompleks shakldagi tenglamalari, ayrim trigonometrik funksiyalarning kompleks shakldagi ko'rinishlari, kompleks sohadagi giperbolik funksiyalar va teskari trigonometrik funksiyalarga tegishli amallar bayon qilingan.

Uchunchi bobda kompleks argumentli funksiyaning hosilasi, analitik funksiya va yassi vektor maydonlarni hisoblashda ularni qo'llanilishi haqida so'z yuritilgan.

To'rtinch bobda kompleks argumentli funksiyalardan tekislikdagi biror chiziq buylab olingan egri chizikli integrallar misollar yordamida tushintirilgan.

Beshinch bobda ba`zi kompleks argumentli funksiyalardan olingan egri chizikli integrallarni Koshi formulasidan foydalanib hisoblash, **Oltinchi bobda** hadlari kompleks sonlardan yoki kompleks argumentli funksiyalardan iborat bo'lgan qatorlar jumladan, praktikada ko'p ishlatiladigan darajali qatorlar, Loran qatorlariga doir misollar bilan shug'ullanganmiz.

Ettinchi bobda maxsus nuqtalar va ularning klassifikatsiyasi **Sakkizinchi bobda** qoldiqlar nazariyasi, integrallarni chegirmalar nazariyasi yordamida hisoblash keltirilgan. Har bir mavzular misollar bilan bayon qilingan va mustaqil ishlash uchun mashqlar berilgan.

Har bir bob tegishli paragraflarga bo'lingan bo'lib, har bir paragraf mavzuga taalluqli asosiy ta'riflar, tasdiqlar, teoremlarni o'z ichiga oladi, shuningdek, ularning har biri an'anaviv misollarni batafsil tahlil yordamida yechish orqali namoyish qilingan.

O'ylaymizki, o'quv qullanma o'z o'quvchilarini topadi va boshqa mavjud o'quv adabiyotlari qatorida kompleks o'zgaruvchili funksiyalar kursi bo'yicha ularga bilimlarini oshirishga ko'mak beradi.

Mualliflar.

I BOB

KOMPLEKS SONLAR USTIDA AMALLAR 1.1-§ KOMPLEKS SON MODULI VA ARGUMENTINING GEOMETRIK MA'NOSI

Kompleks son deb $z = x + iy$ ko'rinishdagi songa aytiladi. Bunda x va y ixtiyoriy haqiqiy sonlardir. **Mavhum birlik** deb nomlanadigan kattalik i esa, $i^2 = -1$ tenglikni qanoatlantiradi.

Haqiqiy x va y sonlarni z kompleks sonning mos ravishda **haqiqiy** va **mavhum** qismining koeffitsiyenti deyiladi va $x = \operatorname{Re} z$, $y = \operatorname{Im} z$ ko'rinishda yoziladi (lotincha reabis – haqiqiy, imaginarius – mavhum demakdir).

$x + iy$ son kompleks sonning algebraik formasi (shakli) deyiladi.

Komleks son $\bar{z} = x - iy$ esa, $z = x + iy$ ga nisbatan **qo'shma kompleks son** deyiladi va kompleks son belgisi ustiga chiziqcha bilan yoziladi.

To'g'ri burchakli Dekart koordinatalar sistemasi XOY ni tanlab, uning absissalar o'qiga $z = x + iy$ ning haqiqiy qismi X ni, ordinatalar o'qiga esa mavhum qismining koeffitsiyenti Y ni joylashtirsak, tekislikda (x, y) nuqtaga ega bo'lamiz.

Ana shu nuqta $z = x + iy$ kompleks sonning geometrik tasviri deb qabul qilingan.

Shunday qilib, har bir kompleks songa tekislikda birgina nuqta va aksincha, tekislikdagi har bir nuqta uchun bitta kompleks son mos keladi.

OX o'q – haqiqiy o'q, OY – mavhum o'q, XOY tekislik esa **kompleks tekislik** deyiladi.

Komleks sonning uch xil ko'rinishi mavjud:

$z = x + iy$ – **algebraik** korinish:

$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ – **trigonometrik** ko'rinish.

$z = re^{i\varphi}$ – esa **ko'rsatkichli** ko'rinishidir.

Bu yerda $r = |z|$ va $\varphi = \arg z$ kattaliklar mos ravishda kompleks sonning **moduli** va **argumenti** deyiladi.

Ta'rif bo'yicha, z kompleks sonning moduli quydagi ifodaga tengdir:

$$|z| = \sqrt{z\bar{z}} = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (1.1)$$