MATEMATIK FIZIKA TENGLAMALARINING KLASSIFIKASIYASI VA GIPERBOLIK TIPDAGI TENGLAMALARNING AMALIY TADBIQLARI HAQIDA

Buxoro shahar kasb-hunar maktabi o'qituvchilari:
Boltayeva QumrinisoTo'xtamurodovna
Tohirova Mohinur Bahodir qizi

Annotatsiya: *Ushbu maqolada matematik fizika tenglamalariga keltiriladigan masalalarni tushunarli yoritishga ahamiyat berilgan. Tenglamalarni klassifikasiyalash bo'yicha nazariy ma'lumotlar bayon qilingan va tasniflashga doir misollar yechib ko'rsatilgan. Tor tebrabnish tenglamasi uchun Koshi masalasining qo'yilishi ko'rsatilib, masala yechimining turg'unligi isbotlangan. Giperbolik tipdagi tenglama uchun Dirixle masalasini nokorrekt qo'yilganligini talabalarga qulay usulda tushuntirishning yo'llari bayon qilingan. Mustaqil ishlash uchun bir nechta misollar tavsiya qilingan.*

Kalit so'zlar: *matematik fizika tenglamalari, matematik model, klassik mexanika, differensial tenglamalar, integral, integro-differensial va algebraik tenglamalar, gidrodinamika, elektrodinamika, diskret nuqtalar to'plami, fizik effektlar, biribchi tartibli, ikkinchi tartibli va uchinchi tartibli xususiy hosilali tenglamalar, kanonik ko'rinish, D'alamber formulasi.*

Tabiatdagi hodisalarning matematik modellari asosan xususiy hosilali differentsial tenglamalar, shuningdek, boshqa turdagi (integral, integro-differensial va boshqalar) tenglamalar orqali ifodalanadi. Matematik fizika tenglamalari nazariyasi fizik hodisani o'rganishda zarur bo'ladigan formada masalalarni tuzish bilan tavsiflanadi. Fizik hodisalarning matematik modellari nazariyasi (Rits va Galerkin usullari) matematikada ham, fizikada ham alohida o'rin tutadi. Matematik fizika matematik modelni qurish bilan bog'liq bo'limda fizika bilan chambarchas bog'liq va shu bilan birga - matematikaning bir bo'limi, modellarni o'rganish usullariga bag'ishlangan. Matematik fizikaning metodlar kontseptsiyasi fizik hodisalarning katta sinflarini tavsiflovchi matematik modellarni qurish va o'rganish uchun ishlatiladigan matematik usullarni o'z ichiga oladi.

TADQIQOT MATERIALLARI VA METODOLOGIYASI

Mexanikaning fizikani matematik modellari nazariyasi sifatidagi usullari I.Nyutonning klassik mexanika va universal tortishish asoslarini, yorug'lik nazariyasini yaratishga qaratilgan say-harakatlari bilan intensiv ravishda rivojlana boshladi. J. Lagranj, L. Eyler, P. Laplas, J. Furye, C. Gauss, B. Riman, M. V. Ostrogradskiy (Ostrogradskiy) va boshqa ko'plab olimlar matematik fizikaning metodlarini ishlab chiqishga katta hissa qo'shgan. A. M. Lyapunov va V.A. Steklov fizikaning XIX asrning 2-yarmidan boshlab elektrodinamika, akustika, elastiklik nazariyasi, gidro va aerodinamika va uzluksiz ommaviy axborot vositalarida fizik hodisalarni o'rganishning boshqa bir qator sohalari bilan bog'liq bo'lgan fizik hodisalarning matematik modellarini va to’lqin funksiyalarini o’rganishda muvaffaqiyatli qo’llashdi. Matematik modellar ko’pincha xususiy differensial tenglamalar yordamida tasvirlanadi, bular matematik fizikaning tenglamalari deb ataladi. Fizikaning matematik modellari tasvirida matematik fizikaning differensial tenglamalaridan tashqari integral tenglamalar va integro-differensial tenglamalar, variatsion va nazariy-ehtimolli usullar, potensial nazariya, murakkab o’zgaruvchining funksiyalar nazariyasi usullari va matematikaning boshqa bir qator shoxlaridan foydalaniladi. Fizika muammolarini ishlab chiqish o’rganilayogan fizik hodisalar sinfining asosiy qonuniyatlarini tavsiflovchi matematik modellar qurilishidan iborat. Bunday formula tenglamalar (differensial, integral, integro-differensial yoki algebraik) hosil bo’lishidan iborat bo’lib, ular fizik jarayonni xarakterlovchi miqdorlar bilan ifodalanadi. Shu bilan birga, ular fenomenning faqat eng muhim xususiyatlarini hisobga olib, uning bir qator ikkinchi darajali xususiyatlaridan chalg’itadigan asosiy jismoniy qonun-qoidalardan o’tadilar. Bunday qonunlar odatda muhofaza qonunlari, masalan, harakat miqdori, energiya, zarralar soni va boshqalar. Bu turli jismoniy tabiatdagi jarayonlarni tasvirlash uchun bir xil matematik modellar qo’llanilishiga olib keladi, lekin umumiy xarakterli xususiyatlarga ega bo’ladi. Masalan, giperbolik tipdagi eng sodda tenglama uchun matematik muammolar ifodalash uchun qo’llaniladi. Shuningdek, 222 2 2 2 0 uuu x y z ��� � � � � � � tenglama uchun chegaraviy masalalar dastlab P. Laplas tomonidan oʻrganilgan. Masalalarni yechishdagi umumiy usullarning ko’pchiligi aniq fizik muammolarni hal qilishning alohida usullariga bog’liq va o’zining dastlabki formasida qat’iy matematik asoslashga va yetarlicha to’liqlikka ega bo’lmaganligi bilan ham xarakterlidir. Samarali aniq masalalarni yechish uchun ushbu usullarning barchasidan foydalanish ularni qat’iy matematik asoslash va umumlashtirish sabablaridan biri bo’lib, ba’zi hollarda yangi matematik yo’nalishlarning paydo bo’lishiga olib keladi. Matematikaning turli tarmoqlariga qo’llanilishi, shuningdek, tabiiy fanlar talablari va amaliyot talablarini aks ettiruvchi matematikaning rivojlanishi matematikaning allaqachon o’rnatilgan ayrim tarmoqlarida tadqiqot yo’nalishini qayta yo’lga qo’yilishi bilan namoyon bo’ladi. Haqiqiy fizik hodisalarning matematik modellarini ishlab chiqish bilan bog'liq bo’lgan fizikadagi muammolarning shakllanishi xususiy hosilali differensial tenglamalar nazariyasining asosiy muammolarining o’zgarishiga olib keldi. Chegaraviy shartlar masalalari haqidagi ta’limot paydo bo’lgan (Chegaraviy qiymat muammolari), keyinchalik xususiy hosilali differensial tenglamalarni integral tenglamalar va variatsion usullar bilan bog’lash imkoniyatini yaratilgan. Fizikaning matematik modellarini matematik usullar bo’yicha o'rganish fizik hodisalarning asl mohiyatiga chuqur kirib borish, yashirin formalarni aniqlash va yangi natijalarni oldindan aytib berish imkoniyatini yaratadi. Jismoniy hodisalarni batafsilroq o’rganish kompyuterlar yordamida to’g’ridan-to’g’ri raqamli usullardan foydalanishni tasvirlayotganlarning yanada murakkablashishiga olib keladi. Matematikaning tipik muammolari uchun sonli usullarning qo’llanilishi uzluksiz argumentning tenglamalarini algebraik tenglamalar bilan almashtirish hisobiga o’rganiladi. Bunda diskret nuqtalar to’plamida (to’rda) berilgan to’r funktsiyalari uchun uzluksiz argumentning tenglamalari almashtiriladi. Boshqacha qilib aytganda, vositaning uzluksiz modeli o’rniga uning diskret analogi joriy etiladi. Sonli usullarning qo’llanilishi ba’zi hollarda murakkab, vaqt talab qiladigan va qimmat fizik tajribani ancha texnik matematik (sonli) tajriba bilan almashtirish imkoniyatini yaratadi. Haqiqiy fizik eksperimentning optimal sharoitlar murakkab fizik qurilmalar parametrlarini tanlash, yangi fizik effektlarning namoyon bo’lishi uchun sharoitlarni aniqlash va boshqalar uchun asos bo’ladi. Shunday qilib, sonli usullar hodisalarning matematik modellaridan samarali foydalanish sohasini kengaytiradi. Hodisaning matematik modeli, har qanday model kabi, hodisaning barcha xususiyatlarini yetkaza olmaydi. Qabul qilingan modelning o’rganilgan hodisada yetarliligini faqat amaliyot mezoni yordamida o’rnatish, qabul qilingan modelning nazariy tadqiqotlari natijalarini tajribalar ma’lumotlari bilan taqqoslash bilan bilish mumkin.

TADQIQOT NATIJALAR

Fizika matematik modellarni qurish bilan xarakterlanadi. Bu modellar nafaqat o’rganilayotgan fenomenlar oralig’ining allaqachon o’rnatilgan fizik qonuniyatlarini tasvirlaydi va tushuntiradi, balki hali kashf etilmagan namunalarni oldindan aytib berishga ham imkon beradi. Bunday modelning klassik namunasi Nyutonning universal tortishish haqidagi ta’limoti bo’lib, u nafaqat yaratilishi vaqtida ma’lum bo’lgan quyosh sistemasi jismlarining harakatini tushuntirish, balki yangi sayyoralar mavjudligini oldindan aytib berish imkoniyatini yaratdi. Boshqa tomondan, yangi paydo bo’lgan yangi eksperimental ma’lumotlarni har doim qabuqilingan modelning ramkasi bilan izohlab bo’lmaydi. Ularni tushuntirish uchun modelning murakkabligi talab qilinadi. (Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики, 4 изд., М., 1972 г., 649 с.) Noma’lum � � � � 1 2 , ,..., n u x u x x x � funksiyaning xususiy hosilalarini va 1 2 , ,..., n x x x erkli o’zgaruvchilarni bog’lovchi quyidagi ifoda 1 1 1 , , ,..., ,..., ,... 0 ... n k k k n n u u u F x u x x x x � � � � � � � � � � � � � � � (1) xususiy hosilali differensial tenglama deyiladi. Bu yerda F(•) – o’z argumentlarining berilgan funksiyasi, 1 2 , 2; ... , 0, ; 1; x D R n k k k k k m m � � � � � � � � � D esa (1) tenglamaning berilish sohasi deyiladi. Differensial tenglamada noma’lum funksiya xususiy hosilasining eng yuqori tartibiga shu tenglamaning tartibi deyiladi. Agar � � � � 1 2 , ,..., n u x u x x x � funksiya biror D sohada aniqlangan, uzluksiy va tenglamada qatnashgan uzluksiz hosilalarga ega bo’lib, shu sohada tenglamani qanoatlantirsa, u holda bu funksiya tenglamaning yechimi deb ataladi. Agar F barcha 1 1 , 0 , ... n k k k n u k m x x � � � � � hosilalarga nisbatan chiziqli bo’lsa, u holda (1) tenglama chiziqli xususiy hosilali differensial tenglama deyiladi. Chiziqli tenglamani quyidagi ko’rinishda yozish mumkin: � � � � 1 1 1 2 ,..., 1 ,..., 1 1 , ... n n m n k k k j k k k k k j n u a x f x k k � � x x � � � � � � � � yoki Lu f � (x) , bu yerda 1 1 1 ... 0 ,...,k 1 1 (x) , ... n n n n n k k k j k k k k j n a k k � � x x � � � � � L � � � , m – tartibli chiziqli differensial operator deb ataladi. Odatda xususiy hosilali chiziqli ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamquyidagicha ifodalanadi � � 2 , 1 1 (x) (x) (x) u n n i j i i j i i j i u u a b c f x � � x x x � � � � � � � � � � � , (2) bu yerda a x b x c x i j i � �, , � � � �

biror chekli yoki cheksiz D sohada berilgan funksiyalar, ular tenglamaning koeffitsiyentlari, f x� � esa tenglamaning ozod hadi deyiladi. Agar chiziqli tenglamada f x� � � 0 bo’lsa, u bir jinsli, aksincha, ya’ni f x� � � 0 bo’lsa, bir jinsli bo’lmagan tenglama deyiladi. Agar (2) tenglamada uning chap tomonini L u�orqali belgilasak, u holda (2) L u a x b x c x u � � x x x � � � � � � � � � � (4) ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial operator deyiladi. (1) tenglamada F faqat yuqori tartibli 1 1 1 , ... n m n k k j n j u k m x x � � � � � � hosilalariga nisbatan chiziqli bo’lsa, u holda (1) kvazichiziqli tenglama deyiladi. Masalan, quyidagi tenglama 2 2 2 2 2 1 , , , , 2 , , , , , , , , , , , , 0 u u u u u u a x y u b x y u x y x x y x y u u u u u c x y u F x y u x y y x y � ikki o’zgaruvchili ikkinchi tartibli kvazichiziqli tenglama deyiladi.

Ushbu maqola uchinchi va to‘rtinchi kurs talabalarining matematik fizika faniga qiziqishlari, uning amaliy ahamiyati haqida doimiy ravishda savollar berishlari asosida tayorlangan. Bundan tashqari, talabalar to‘lqin tenglamasi uchun Dirixle masalasining nokorrekt ekanligiga va unga doir misollar keltirishga va shu yo‘nalishdagi nazariy bilimlar haqida ma'lumotlarga katta qiziqish bilan qaraydilar. Shu munosabat bilan maqolada mavzu bo‘yicha ma'lumotlarni tizimga solishga va o‘quvchilarga tushunishi oson bo‘ladigan usullar qo‘llashga hamda tanlangan misollar keltirishga harakat qilingan. Yana shu narsa ma'lumki, talabalar va magistrlarga xususiy hosilali differensial tenglamalar, shu jumladan giperbolik tipga tegishli tenglamalar yechimining yagonaligi va mavjudligini isbotlashga bag‘ishlangan va ularni o‘qitishda ilg‘or pedagogik texnologiyalar bo‘yicha olib borilgan [1-54] ilmiy izlanishlar bilan tanishishni ham tavsiya qilish ijobiy samaralar bermoqda. Talabalarni o‘z ustlarida ishlashlarini yanada faollashtirish maqsadida mustaqil bajarish uchun bir nechta misollar tavsiya qilingan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Мирсабуров М. Нелокальная краевая задача для вырождающегося эллиптического уравнения, Дифференциальные уравнения, 38:1 (2002), 129–131.

2. Салахитдинов М.С., Мирсабуров М. Нелокальные задачи для уравнений смешанного типа с сингулярными коэффициентами, Ташкент, 2005 г., 343 с. 3. Мирсабуров М., Хуррамов Н. «Задача с условием Бицадзе–Самарского на характеристиках одного семейства и общими условиями сопряжения на линии вырождения для уравнения Геллерстедта с сингулярным коэффициентом», Дифф. уравнения, 56:8 (2020), 1073–1094.

4. Rasulov, R. X. R. (2022). Квази чизиқли гиперболик турдаги тенглама учун Коши масаласи. Центр научных публикаций (buxdu.Uz), 18(18).

5. Rasulov, X. (2021). Краевая задача для одного нелинейного уравнения смешанного типа. Центр научных публикаций (buxdu.Uz), 7(7).