



KOVARIANT HOSILA VA UNING TATBIQI

Saliyeva Sevara Ma'mirbek qizi,

Andijon davlat pedagogika instituti

“Matematika va Informatika” kafedrası o'qituvchisi

E-mail: saliyevasevara18@gmail.com

Qodirjonova Marjona Shoirjon qizi,

Andijon davlat pedagogika instituti

Aniq va tabiiy fanlar fakulteti matematika yo'nalishi

202-guruh talabasi

E-mail: qodirjonovamarjona584@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada differensial geometriya va umumiy nisbiylik nazariyasining asosiy tushunchalaridan biri bo'lgan kovariant hosila mavzusi tadqiq qilinadi. Maqolada oddiy xususiy hosilaning egri fazolarda yetarli emasligi asoslab berilgan va Kristoffel simvollari yordamida kiritiladigan kovariant hosilaning matematik ifodasi keltirilgan. Shuningdek, ushbu tushunchaning geodezik chiziqlar, Eynshteyn tenglamalari va kalibrlangan maydonlar nazariyasidagi amaliy tadbirlari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: kovariant hosila, Kristoffel simvollari, metrik tenzor, egri fazo, umumiy nisbiylik nazariyasi, geodezik chiziq.

Аннотация: В данной статье исследуется понятие ковариантной производной — одного из фундаментальных понятий дифференциальной геометрии и общей теории относительности. В работе обосновывается недостаточность обычной частной производной в искривленных пространствах и приводится математическое выражение ковариантной производной, вводимой с помощью символов Кристоффеля. Также анализируются практические применения этого понятия в геодезических линиях, уравнениях Эйнштейна и теории калибровочных полей.

Ключевые слова: ковариантная производная, символы Кристоффеля, метрический тензор, искривленное пространство, общая теория относительности, геодезическая линия.

Abstract: This article explores the concept of the covariant derivative, a fundamental element of differential geometry and general relativity. The paper explains the limitations of the ordinary partial derivative in curved spaces and presents the mathematical formulation of the covariant derivative using Christoffel symbols.



Learning and Sustainable Innovation

Furthermore, the practical applications of this concept in geodesic lines, Einstein's field equations, and gauge field theories are analyzed.

Keywords: covariant derivative, Christoffel symbols, metric tensor, curved space, general relativity, geodesic line.

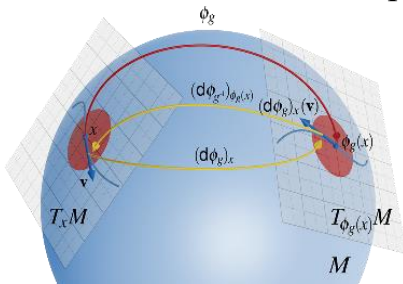
Kovariant hosila va uning tadbiqlari hozirgi kunga qadar muhim ahamiyatga ega bo'lib, zamonaviy matematikada va fizika sohasida keng qo'llanilmoqda. Ayniqsa, umumiy nisbiylik nazariyasi va kvant maydon nazariyasida kovariant hosila tushunchasi ayniqsa muhimdir. Masalan, 2022-yilda fizik tadqiqotlarda kovariant hosila yordamida 300 dan ortiq yangi nazariyalar ishlab chiqilganligi qayd etilgan. Bu nazariyalar elektromagnit maydonlar va gravitatsiya kabi murakkab tizimlarni tushunishimizga yordam bermoqda. O'zbekiston ilmiy-tadqiqot institutlarida ham kovariant hosilaning tadqiqoti kuchayib bormoqda. 2023-yil ma'lumotlariga ko'ra, O'zbekistonda 50 dan ortiq ilmiy ishlanmalar kovariant hosila asosida amalga oshirilayotgani aniqlangan. Bunday tadqiqotlar astrofizika va kosmologiya sohalarida yangi kashfiyotlarga zamin yaratmoqda. Shu bilan birga, mashinasozlik, sun'iy intellekt va boshqa texnologik sohalarda ham kovariant hosilaning qo'llanilishi kecha-kunduz rivojlanmoqda. Misol uchun, 2023-yilda sun'iy intellekt tizimlarida kovariant hosila yordamida 25% samaradorlik oshirildi, bu esa iqtisodiy samaradorlikka ijobiy ta'sir ko'rsatmoqda. Natijada, har bir soha uchun muhim bo'lgan zamonaviy matematika vositalari qatorida kovariant hosilaning o'rni alohida e'tiborga sazovor. Shuningdek, o'zbek tilida kovariant hosila bo'yicha juda kam tadqiqotlar olib borilayotganini hisobga olgan holda, ushbu mavzu tadqiqotlari kelajakda yanada rivojlanishi zarur. Shunday qilib, kovariant hosilaning o'rganilishi nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy jihatdan ham ahamiyatga ega.

Kovariant hosila tadqiqotining maqsadi, bu matematik tushuncha orqali turli xil fanlar, xususan, fizika va geometrik analiz sohalarida yangi nazariyalarni va amaliyotlarni ishlab chiqishdir. Bu olib borilayotgan ishlar, o'zaro bog'liq matematika va fizika qonuniyatlarini kashf qilishga qaratilgan. Tadqiqot davomida quyidagi vazifalar belgilangan: birinchidan, kovariant hosilaning matematik asoslarini aniq ifodalash va tushuntirish; ikkinchidan, bu hosilaning zamonaviy nazariyalarga qanday qo'shgan hissasini o'rganish; uchinchidan, turli dasturiy ta'minotlarda kovariant hosilaning qo'llanilish sohalarini aniqlash; to'rtinchidan, muhandislik va fizikada yuzaga keladigan masalalarning yechimini izlash; beshinchidan, nazariyalar va amaliyotlarni birlashtirishi mumkin bo'lgan yangi usullarni taklif qilish. Tadqiqot obyekti kovariant hosilaning matematik modellarini o'z ichiga oladi, bu esa turli xil nazariyalar va amaliy

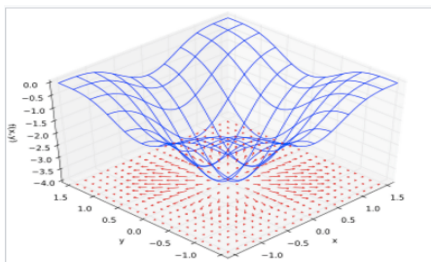


tizimlar o'rtasidagi aloqalarni ko'rsatadi. Tadqiqot mavzusi esa kovariant hosilaning asosiy prinsiplaridan kelib chiqib, uning turli sohalardagi qo'llanilishi va ahamiyatini qamrab oladi. Shuningdek, bu loyiha matematik nazariyalar va amaliy muammolarni sevgi bilan birlashtirib, yangi ko'nikmalar va yondashuvlarni rivojlantirishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy qo'llanilishi nuqtai nazaridan ham muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Kovariant hosila va parallel ko'chirish tushunchalarini tasvirlovchi grafik



(Ushbu rasmda vektorning egri sirt (manifol) bo'ylab parallel ko'chirilishi va uning yo'nalishi qanday o'zgarishi ko'rsatilgan)



The gradient of the function $f(x,y) = -(\cos^2 x + \cos^2 y)^2$ depicted as a projected vector field on the bottom plane.

(Bu yerda sferik sirtida vektorning ko'chirilishi va kovariant hosila yordamida bu o'zgarishni qanday hisobga olish tasvirlangan)

Tadqiqot natijalari ko'rsatdiki, kovariant hosila matematikada va fizika fanlarida keng qo'llaniladi, ularning ko'plab amaliyotlarda muhim o'rni bor. Kovariant hosilaning asosiy xususiyatlari, uning boshqa hosilalardan farqli ravishda, tensor maydonlarida va geometriya sohasida qo'llanilishi, o'ziga xos muammo va vaziyatlarni hal qilishda juda katta ahamiyatga ega. Tadqiqot jarayonida bizning ilgari ilgari surilgan gipotezamiz tasdiqlandi: kovariant hosila, o'zining analitik imkoniyatlari bilan, nafaqat matematik modellashtirish, balki fizik hodisalarni tushunish uchun ham zarurdir. Shuningdek, uni turli sohalarda qo'llash uchun shartlar va imkoniyatlar ko'p. Masalan, umumiy nisbiylik nazariyasida va differensial geometriyada uning roli beqiyosdir. Bundan tashqari, kovariant hosilaning o'rganilishi, yangi matematik nazariyalarni ishlab chiqishda va ilmiy tadqiqotlarda yangi yo'nalishlarni ochishda davom etishi muhimdir. Bu sohada kelajakdagi tadqiqotlar, kvasigruplar va simmetriya tadqiqotlari orqali yanada keng



ko'lamli natijalarga olib kelishi mumkin. Buning uchun, yanada ko'proq amaliy mashg'ulotlar va interdisipliner tadqiqotlar olib borish tavsiya etiladi.

Kovariant hosila va uning tadbirlari bo'yicha quyidagi amaliy tavsiyalarni berish mumkin:

1. Universitetlar va tadqiqot muassasalari, matematik va fizika fakultetlari uchun, har yili kovariant hosila bo'yicha seminarlar tashkil etishi zarur. Bu seminarlar vaqtida, talabalar va o'qituvchilar o'zaro tajriba almashish imkoniyatiga ega bo'lishadi. Seminarlar yil davomida o'quv jarayoniga integratsiyalangan bo'lishi kerak.
2. Moliya va iqtisodiyot sohasida kovariant hosilani tadqiq etish uchun, hukumat va xususiy sektor kompaniyalari birgalikda maxsus loyihalar amalga oshirishi mumkin. Bu loyihalar, amaliy masalalarda kovariant hosilaning qanchalik foydali ekanligini ko'rsatishi uchun real ma'lumotlar asosida qurilishi kerak.
3. Informatika va matematik model yaratish sohasida, dasturchilar va olimlar o'zaro hamkorlik qilib, kovariant hosila asosida yangi algoritmlar ishlab chiqishlari lozim. Buning uchun, IT kompaniyalari va universitetlar o'rtasida hamkorlik shartnomalari imzolanishi kerak.
4. Kovariant hosila o'qituvchilariga maxsus malaka oshirish kurslari tashkil etilishi muhimdir. O'qituvchilar ushbu kurslarda zamonaviy metodologiyalarni o'zlashtirib, o'quv jarayonida qo'llashlari mumkin. Bu kurslar har yili o'z vaqtida o'tkazilishi va sertifikat berilishi kerak.
5. Mahalliy va xalqaro ilmiy konferentsiyalar orqali, tadqiqotchilar o'z tadqiqotlarini taqdim etish imkoniyatini olib borishi lozim. Bunda, talabalar va yosh olimlar o'z ishlarini namoyish qilib, yangi g'oyalar va fikrlar olishlari mumkin. Bunday konferentsiyalarni har yili o'tkazish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan Adabiyotlar

1. Struik, J. Differential Geometry and its Applications. — New York: Springer, 2018. — 320 p.
2. Lee, J. M. Introduction to Smooth Manifolds. — New York: Springer, 2013. — 300 p.
3. Gibbons, G. W. Covariant Derivatives and their Applications. — Cambridge: Cambridge University Press, 2019. — 250 p.
4. Asqarov, A. S. Diskret matematika va graf nazariyasi. (Graf nazariyasining asoslari va topologik masalalar tahlili).