

**TEKIS AYLANAYOTGAN SANOQ SISTEMASI. MARKAZDAN
QOCHMA KUCH. KARILIS KUCHI.****O‘rinboyeva Kumushoy Sultonbek qizi***ADPI dotsent v.b***Hamidjonova Ominaxon Oyatillo qizi***ADPI talabasi**ominaxamidjanova@gmail.com*

Annotatsiya: Ushbu maqola fizikadagi aylanuvchi sanoq sistemalari, ularning kinematikasi va dinamikasi, shuningdek, bunday sistemalarda paydo bo'ladigan markazdan qochma va Koriolis kuchlari kabi soxta kuchlarning nazariy asoslari va amaliy ahamiyatini atroflicha ko'rib chiqadi. Unda inertial va no-inertial sanoq sistemalari o'rtasidagi farqlar, soxta kuchlarning matematik ifodalari hamda ularning Yer atmosferasi, okean oqimlari va muhandislik sohasidagi global ta'sirlari tahlil etiladi. Maqola soxta kuchlarning real dunyodagi qo'llanishlari va eksperimental namoyishlariga ham e'tibor qaratadi, bu esa no-inertial dinamika bo'yicha tadqiqotlarning kelajakdagi yo'nalishlarini belgilaydi. Ushbu mavzu fundamental fizika tushunchalarini chuqur anglash uchun muhim bo'lib, geofizika, astrofizika va mexanika sohalarida keng qo'llaniladi.

Kalit so'zlar: aylanuvchi sanoq sistemasi, markazdan qochma kuch, koriolis kuchi, soxta kuchlar, no-inertial sistema, geofizik hodisalar, kinematika, dinamika

**FLAT NUMBER SYSTEM. CENTRIFUGAL FORCE. THE POWER OF
CARILIS.**

Abstract: This article comprehensively examines the theoretical foundations and practical significance of rotating reference frames in physics, their kinematics and dynamics, as well as the fictitious forces such as centrifugal and Coriolis forces that arise in such systems. It analyzes the differences between inertial and non-inertial reference frames, the mathematical expressions of fictitious forces, and their global impacts on Earth's atmosphere, ocean currents, and engineering. The article also focuses on real-world applications and experimental demonstrations of fictitious forces, outlining future research directions in non-inertial dynamics. This topic is crucial for a deep understanding of fundamental physics concepts and is widely applied in geophysics, astrophysics, and mechanics.

Keywords: rotating reference frame, centrifugal force, coriolis force, fictitious forces, non-inertial system, geophysical phenomena, kinematics, dynamics

ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СЧИСЛЕНИЯ. ЦЕНТРОБЕЖНАЯ СИЛА. СИЛА Кориолиса.

Аннотация: В данной статье всесторонне рассматриваются теоретические основы и практическое значение вращающихся систем отсчета в физике, их кинематика и динамика, а также фиктивные силы, такие как центробежная сила и сила Кориолиса, возникающие в таких системах. В ней анализируются различия между инерциальными и неинерциальными системами отсчета, математические выражения фиктивных сил и их глобальное влияние на атмосферу Земли, океанские течения и инженерные приложения. Статья также уделяет внимание реальным применениям и экспериментальным демонстрациям фиктивных сил, определяя будущие направления исследований в неинерциальной динамике. Эта тема важна для глубокого понимания фундаментальных физических концепций и широко применяется в геофизике, астрофизике и механике.

Ключевые слова: вращающаяся система отсчета, центробежная сила, сила кориолиса, фиктивные силы, неинерциальная система, геофизические явления, кинематика, динамика

KIRISH

Fizikada harakatni tahlil qilish uchun turli sanoq sistemalari qo'llaniladi. Ularning ichida aylanuvchi sanoq sistemalari alohida o'rin tutadi, chunki ular sayyoralar harakati, atmosferadagi hodisalar, okean oqimlari va ko'plab muhandislik qurilmalarining ishlashini tushunishda fundamental ahamiyatga ega. Inertial bo'lmagan ushbu sistemalarda Nyutonning harakat qonunlarini qo'llash uchun markazdan qochma kuch va Koriolis kuchi kabi "soxta kuchlar" ni kiritish zarurati tug'iladi. Ushbu soxta kuchlar, garchi o'z tabiatiga ko'ra real fizik o'zaro ta'sirlarning natijasi bo'lmasa-da, kuzatuvchining tezlanish bilan harakatlanuvchi sanoq sistemasida obyektlarning harakatini to'g'ri tasvirlash imkonini beradi. Maqolaning maqsadi aylanuvchi sanoq sistemalari, ularda yuzaga keladigan soxta kuchlar -xususan, markazdan qochma va Koriolis kuchlari - ularning kelib chiqishi, matematik ifodalari, amaliy tatbiqlari hamda fizikadagi ahamiyatini atroflicha yoritishdan iborat. Ushbu tushunchalarni chuqur anglash nafaqat nazariy fizika uchun, balki meteorologiya, okeanografiya, ballistika va kosmik apparatlarni loyihalash kabi amaliy sohalar uchun ham hal qiluvchi ahamiyatga ega. **Asosiy qism.** Fizikada sanoq sistemasi obyektlarning joylashuvi va harakatini aniqlash uchun ishlatiladigan koordinata tizimi va soatni o'z ichiga oladi. Sanoq sistemalari ikki asosiy turga bo'linadi: inertial va no-inertial. Inertial sanoq sistemasi Nyutonning harakat qonunlari o'zgarishsiz o'rinli bo'lgan sistemadir; ya'ni, unga nisbatan tashqi kuchlar ta'sir qilmaydigan jism yoki tinch holatda turadi, yoki

to'g'ri chiziq bo'ylab tekis harakat qiladi. Odatda, uzoq yulduzlarga nisbatan doimiy tezlikda harakatlanuvchi sistema inertial deb hisoblanadi. Aksincha, no-inertial sanoq sistemasini inertial sistemaga nisbatan tezlanish bilan harakatlanadi. Bunday sistemalar aylanuvchi, tezlanuvchi yoki sekinlashuvchi sistemalar bo'lishi mumkin. No-inertial sistemada Nyutonning ikkinchi qonunini ($F = ma$) qo'llash uchun obyektga ta'sir qiluvchi "soxta kuchlar" (inertial yoki psevdokuchlar) ni kiritish zarur. Bu kuchlar real fizik o'zaro ta'sirlardan kelib chiqmaydi, balki kuzatuvchining sanoq sistemasining tezlanishi tufayli paydo bo'ladi. Ular obyektning massasiga mutanosib bo'lib, Nyutonning ikkinchi qonunini tezlanuvchi sistemada ham saqlanishini ta'minlaydi. Soxta kuchlarga markazdan qochma kuch, Koriolis kuchi va Eyler kuchi misol bo'la oladi. Tekis aylanuvchi sanoq sistemasini inertial sistemaga nisbatan doimiy burchak tezligi bilan aylanadi. Bunday sistemalarda harakatni tahlil qilish uchun inertial sistemadagi koordinatalarni aylanuvchi sistemadagi koordinatalarga aylantiruvchi maxsus transformatsiya tenglamalari qo'llaniladi. Bu transformatsiyalar nafaqat obyektning joylashuvini, balki uning tezligi va tezlanishini ham o'zgartiradi. Natijada, aylanuvchi sistemada obyektning harakat tenglamasiga Nyutonning ikkinchi qonuniga qo'shimcha "soxta" yoki "inertial" kuchlar kiritiladi.

$$aI = aR + 2(\omega \times vR) + \omega \times (\omega \times rR) + (d\omega/dt) \times rR.$$

Bu yerda, aI inertial sistemadagi tezlanish, aR aylanuvchi sistemadagi tezlanish, ω burchak tezligi, vR aylanuvchi sistemadagi tezlik va rR aylanuvchi sistemadagi radius-vektor. Nyutonning ikkinchi qonunini aylanuvchi sistemada qo'llash uchun ushbu tenglamani massaga ko'paytiramiz va kuchlarni ajratib olamiz. Natijada soxta kuchlar paydo bo'ladi: Koriolis kuchi ($2m\omega \times vR$), markazdan qochma kuch ($m\omega \times (\omega \times rR)$) va Eyler kuchi ($m(d\omega/dt) \times rR$), oxirgi kuch faqat burchak tezligi o'zgarganda paydo bo'ladi. Markazdan qochma kuch aylanuvchi sanoq sistemasida markazdan tashqariga, radial yo'nalishda ta'sir qiluvchi "soxta" yoki "tasavvur qilingan" psevdokuchdir. Bu kuch jism doiraviy trayektoriya bo'ylab harakat qilganda yuzaga keladi va no-inertial sanoq sistemasidan kuzatilganda obyektning markazdan uzoqlashayotgandek tuyulishini tushuntiradi. Markazdan qochma kuch, markazga intilma kuchidan farqli o'laroq, haqiqiy kuch emas. Markazga intilma kuch jismni doiraviy trayektoriyada ushlab turuvchi real fizik kuch (masalan, tortishish kuchi yoki ipning tortilish kuchi) bo'lib, har doim markazga yo'nalgan bo'ladi.

$$F_c = (mv^2)/r$$

Bu yerda m - obyektning massasi, v - tezligi, r - aylanma harakat radiusi va ω - burchak tezligi. Markazdan qochma kuchning SI birligi Nyuton ($kg \cdot m/s^2$) bo'lib, uning kattaligi tezlik yoki massa oshishi bilan ortadi, radius oshishi bilan esa kamayadi. Markazdan qochma kuchning kuzatiladigan effektlari kundalik hayotda

va astronomik hodisalarda keng uchraydi. Masalan, tez burilayotgan avtomobilda yo'lovchining yon tomonga itarilishi, kir yuvish mashinasining markazdan qochma usulda quritishi yoki sentrifugada moddalarni ajratish jarayoni shu kuch ta'siriga asoslanadi. Astronomik miqyosda esa, Yerning ekvatorida biroz bo'rtiq bo'lishi ham markazdan qochma kuchning uzoq muddatli ta'siri natijasida yuzaga kelgan. **Metodologiya.** Koriolis kuchi ham aylanuvchi sanoq sistemasida harakatlanayotgan obyektlarga ta'sir qiluvchi yana bir "soxta" kuchdir. Bu kuch obyektning aylanuvchi sistemaga nisbatan tezligiga perpendikulyar yo'nalishda ta'sir ko'rsatib, uning trayektoriyasini chetga og'diradi. Markazdan qochma kuchdan farqli o'laroq, Koriolis kuchi obyekt aylanuvchi sistemaga nisbatan harakat qilgandagina yuzaga keladi. Agar obyekt aylanuvchi sistemaga nisbatan tinch holatda bo'lsa, Koriolis kuchi nolga teng bo'ladi. Bu yerda m - obyektning massasi, ω - aylanuvchi sistemaning burchak tezligi vektori va v - obyektning aylanuvchi sistemaga nisbatan tezligi vektori. Vektor ko'paytmasi tufayli Koriolis kuchi har doim burchak tezligi vektori ω ga ham, obyektning tezligi vektori v ga ham perpendikulyar bo'ladi. Shimoliy yarim sharda u harakatlanuvchi obyektlarni o'ngga, Janubiy yarim sharda esa chapga og'diradi. Ekvatorda Koriolis kuchi gorizonttal yo'nalishda nolga teng bo'ladi, qutblarga yaqinlashgan sari uning ta'siri kuchayadi. Koriolis kuchining global ta'siri meteorologiya va okeanografiyada yaqqol namoyon bo'ladi. Masalan, Yerning aylanishi tufayli shamollar va okean oqimlari to'g'ri chiziq bo'ylab emas, balki Koriolis kuchining og'diruvchi ta'siri ostida harakatlanadi. Shimoliy yarim sharda siklonlar (bo'ronlar) soat miliga qarshi yo'nalishda, antisiklonlar esa soat mili yo'nalishida aylanadi. Janubiy yarim sharda bu yo'nalishlar teskari bo'ladi. Uzoq masofalarga uchadigan raketalar va artilleriya snaryadlarining trayektoriyalarini hisoblashda ham Koriolis kuchini hisobga olish muhimdir. Fuko mayatnigi Koriolis kuchining eksperimental isbotlaridan biri bo'lib, Yerning aylanishi tufayli mayatnik tebranish tekisligining sekin-asta burilishini ko'rsatadi. Soxta kuchlar, xususan markazdan qochma va Koriolis kuchlari, fizika, muhandislik va geofizikaning ko'plab sohalarida nazariy tushunchalarni amaliy tatbiq etish imkonini beradi. Ular yordamida quyidagi hodisalar tushuntiriladi va loyihalar amalga oshiriladi:

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Atmosfera fanlari va okeanografiya: Koriolis kuchi havo massalari harakatini, bo'ronlar va siklonlarning shakllanishini, shuningdek, dunyo okeanidagi asosiy oqimlarni tushuntirishda markaziy rol o'ynaydi. Bu kuchsiz ob-havo modellari va iqlim prognozlarini tuzish imkonsiz bo'lar edi. Astrofizika va sayyoralar dinamikasi: Sayyoralarning shakllanishi, yulduzlarning aylanishi va galaktikalar dinamikasida markazdan qochma va Koriolis kuchlari muhim rol o'ynaydi. Sayyoralarning ekvatorial bo'rtig'i markazdan qochma kuch ta'siridan kelib

chiqadi. Muhandislik va texnologiya: Santrifugal tibbiyot, kimyo va sanoatda turli moddalarni ajratish, tezlantirilgan cho'ktirish va materiallarga kuchli mexanik stress qo'llash uchun ishlatiladi. Rotorli mashinalar, turbinalar va giroskoplar dizaynida Koriolis va markazdan qochma kuchlar hisobga olinadi. Sun'iy yo'ldoshlar va kosmik kemalar dinamikasida, ayniqsa ularning barqarorligini ta'minlashda ushbu kuchlarning ta'siri e'tiborga olinadi. Ballistika: Uzun masofalarga uchuvchi snaryadlar va raketalarning trayektoriyalarini hisoblashda Koriolis kuchining og'diruvchi ta'siri katta ahamiyatga ega. Aniqlikni ta'minlash uchun bu og'ishlarni kompensatsiya qilish zarur. Fuko mayatnigi: Bu mayatnik Yerning aylanishini va Koriolis kuchining bevosita ta'sirini namoyish etuvchi klassik eksperimentdir. Mayatnik tebranish tekisligi Yerning aylanishi tufayli sekin-asta buriladi, bu esa Koriolis kuchining mavjudligini tasdiqlaydi. Ushbu amaliyotlar va namoyishlar soxta kuchlarning nafaqat nazariy abstraksiyalar, balki real dunyo hodisalarini tushuntirish va boshqarish uchun zarur bo'lgan kuchli vositalar ekanligini ko'rsatadi.

XULOSA

Aylanuvchi sanoq sistemalari fizik hodisalarni keng doirada, jumladan, sayyoraviy harakatlardan tortib, iqlim dinamikasigacha bo'lgan jarayonlarni tushunish uchun ajralmas vositalardan hisoblanadi. Ushbu no-inertial sistemalarda obyektlar harakatini to'g'ri tasvirlash uchun markazdan qochma va Koriolis kuchlari kabi soxta kuchlarni kiritish zarurati tug'iladi. Markazdan qochma kuch aylanuvchi sistemada markazdan tashqariga yo'nalgan bo'lib, massaning tezlik va aylanma radiusiga bog'liq. U Yerning ekvatorial bo'rtig'i kabi makroskopik hodisalarni tushuntiradi. Koriolis kuchi esa aylanuvchi sistemada harakatlanuvchi obyektlarning trayektoriyasini og'dirib, Yerning aylanishi tufayli havo va suv oqimlarining murakkab harakatini, siklonlarning shakllanishini belgilaydi. Soxta kuchlar real fizik o'zaro ta'sirlardan kelib chiqmaydi, balki kuzatuvchining sanoq sistemasining tezlanishidan kelib chiqadi. Shunga qaramay, ular Nyutonning harakat qonunlarini no-inertial sistemalarda qo'llashga imkon beradigan va kuzatiladigan harakatni aniq bashorat qilish uchun muhim bo'lgan matematik qurilmalardir. Ularning tushunchasi meteorologiya, okeanografiya, astrofizika, ballistika va muhandislik kabi sohalarda muhim amaliy ahamiyatga ega bo'lib, fan va texnikada ko'plab muammolarni hal qilishda asos bo'lib xizmat qiladi. Kelajakda no-inertial dinamika bo'yicha tadqiqotlar yanada murakkab aylanuvchi tizimlarni, masalan, kosmik kemalardagi sun'iy tortishish kuchini yaratish yoki turbulent oqimlardagi o'zaro ta'sirlarni yanada aniq modellashtirish kabi sohalarda yangi imkoniyatlar ochishi mumkin. Ushbu soxta kuchlarni chuqur o'rganish koinotning asosiy qonuniyatlarini tushunishimizni boyitishda davom etadi.



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Goldstein, H. Klassik Mexanika. 3rd ed. San Francisco: Addison-Wesley, 2002.
2. Taylor, J. R. Klassik Mexanika. Sausalito, CA: University Science Books, 2005.
3. Arons, A. B. "Koriolis effekti." Amerika Fizika Jurnal, jild. 42, son. 12, 1974, b. 981-987.
4. Persson, A. "Koriolis kuchini qanday tushunamiz?" Amerika Meteorologiya Jamiyatining Axborotnomasi, vol. 79, no. 7, 1998, pp. 1373-1385.
5. Marion, J. B., and Thornton, S. T. Zarrachalar va Tizimlarning Klassik Dinamikasi. 5-nashr. Belmont, CA: Brooks/Cole, 2004.