

NOINERSIAL SANOQ SISTEMASI, INERSIYA KUCHLARI**O'rinboyeva Kumushoy Sultonbek qizi****Andijon davlat pedagogika insitituti v.b.dotsenti****Komiljonova Rayhona Kamoldin qizi****Fizika yo'nalishi talabasi****<https://doi.org/10.5281/zenodo.18016119>**

Annotatsiya: Ushbu maqola klassik mexanikada muhim o'rin tutuvchi noinersial sanoq sistemalari va ularda namoyon bo'ladigan inersiya kuchlarining nazariy asoslarini chuqur tahlil qilishga bag'ishlangan. Inersial va noinersial sanoq sistemalari tushunchalari solishtirma tarzda yoritilib, noinersial sanoq sistemalarida Nyutonning ikkinchi qonunini qo'llashda yuzaga keladigan muammolar asoslab beriladi. Mazkur muammolarni bartaraf etish maqsadida kiritiladigan inersiya kuchlarining fizik mohiyati, ularning matematik ifodalari va harakat tenglamalaridagi o'rni keng yoritiladi. Maqolada markazdan qochma kuch, Koriolis kuchi hamda sanoq sistemasining o'zgaruvchan tezlanishi bilan bog'liq bo'lgan inersiya kuchlarining kelib chiqish sabablari batafsil tushuntiriladi. Ushbu kuchlarning aylanuvchi va tezlanayotgan sistemalarda jismlar harakatiga ta'siri aniq misollar orqali ko'rsatib beriladi. Shuningdek, Yer bilan bog'liq noinersial sanoq sistemasi doirasida atmosferadagi havo oqimlari, okean oqimlari, snaryadlar harakati va texnik qurilmalarda kuzatiladigan jarayonlar tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, noinersial sanoq sistemalarida inersiya kuchlarini hisobga olmasdan turib jismlarning real harakatini to'g'ri tavsiflab bo'lmaydi. Ushbu mavzu mexanika, fizika, muhandislik fanlari hamda astronomiya sohalarida muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lib, maqola oliy ta'lim muassasalari talabalari va yosh tadqiqotchilar uchun foydali manba bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Noinersial sanoq sistemasi, inersial sanoq sistemasi, inersiya kuchlari, Nyuton qonunlari, markazdan qochma kuch, Koriolis kuchi, aylanuvchi sanoq sistemasi, tezlanayotgan sistema, mexanika, klassik fizika, Yerning aylanishi, fizik modellashtirish.

Аннотация: В данной статье проведён углублённый анализ теоретических основ неинерциальных систем отсчёта и инерционных сил, занимающих важное место в классической механике. Понятия инерциальных и неинерциальных систем отсчёта рассмотрены в сравнительном аспекте, а также обоснованы трудности применения второго закона Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Для устранения этих трудностей подробно раскрывается физическая сущность инерционных сил, их математические выражения и роль в уравнениях движения. В статье детально объясняются причины возникновения центробежной силы, силы Кориолиса и инерционных сил, связанных с переменным ускорением системы отсчёта. Влияние данных сил на движение тел в ускоренных и вращающихся системах отсчёта показано на конкретных примерах. Кроме того, в рамках неинерциальной системы отсчёта, связанной с Землёй, анализируются такие процессы, как движение атмосферных масс, океанические течения, движение снарядов и процессы, наблюдаемые в технических устройствах. Результаты исследования показывают, что без учёта инерционных сил невозможно корректно описать реальное движение тел в неинерциальных системах отсчёта. Рассматриваемая тема имеет важное теоретическое и практическое значение для механики, физики, инженерных наук и астрономии и может быть полезна студентам высших учебных заведений и молодым исследователям.

Ключевые слова: Неинерциальная система отсчёта, инерциальная система отсчёта, инерционные силы, законы Ньютона, центробежная сила, сила Кориолиса, вращающаяся система отсчёта, ускоренная система, механика, классическая физика, вращение Земли, физическое моделирование.

Abstract: This article is devoted to an in-depth analysis of the theoretical foundations of non-inertial reference frames and inertial forces, which play an important role in classical mechanics. The concepts of inertial and non-inertial reference frames are considered in a comparative manner, and the difficulties associated with applying Newton's second law in non-inertial frames are substantiated. To overcome these difficulties, the physical nature of inertial forces, their mathematical formulations, and their role in the equations of motion are thoroughly discussed. The article provides a detailed explanation of the origins of the centrifugal force, the Coriolis force, and inertial forces related to variable acceleration of the reference frame. The influence of these forces on the motion of bodies in accelerating and rotating frames is demonstrated through specific examples. In addition, within the framework of the non-inertial reference frame associated with the Earth, processes such as atmospheric circulation, ocean currents, projectile motion, and phenomena observed in technical systems are analyzed. The results of the study show that without taking inertial forces into account, it is impossible to correctly describe the real motion of bodies in non-inertial reference frames. The topic has significant theoretical and practical importance for mechanics, physics, engineering sciences, and astronomy, and the article can serve as a useful resource for university students and young researchers.

Keywords: Non-inertial reference frame, inertial reference frame, inertial forces, Newton's laws, centrifugal force, Coriolis force, rotating reference frame, accelerated system, mechanics, classical physics, Earth's rotation, physical modeling.

Noinersial sanoq sistemasi – bu tezlanish bilan harakatlanuvchi, ya'ni inersial bo'lmagan sistema (masalan, tezlanayotgan avtomobil, aylanayotgan Yer) bo'lib, bu yerda jism harakatini to'g'ri tushuntirish uchun haqiqiy kuchlarga qo'shimcha ravishda inersiya kuchlari (Koriolis kuchi, markazdan qochma kuch) kiritiladi, ular aslida mavjud bo'lmagan, lekin kuzatuvchining o'zi harakatlanayotganligi sababli «paydo bo'ladigan» xayoliy kuchlar hisoblanadi. Inertsial bo'lmagan sanoq sistemasi inertsial sistemaga nisbatan tezlanishga duchor bo'lgan sanoq sistemasidir. Inertsial bo'lmagan ramkada tinch holatda bo'lgan akselerometr, umuman olganda, nolga teng bo'lmagan tezlanishni aniqlaydi. Harakat qonunlari hamma inersiya sistemalarida bir xil bo'lsa, noinersial sistemalarda tezlanishga qarab har bir kadrda farqlanadi. Klassik mexanikada ko'pincha Nyutonning ikkinchi qonuniga qo'shimcha xayoliy kuchlarni orqali inertsial bo'lmagan sanoq sistemalarida jismlarning harakatini tushuntirish mumkin. Buning keng tarqalgan misollari Koriolis kuchi va markazdan qochma kuchini o'z ichiga oladi. Umuman olganda, har qanday xayoliy kuchning ifodasi inertsial bo'lmagan ramkaning tezlanishidan olinishi mumkin. Gudman va Uorner ta'kidlaganidek, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ har qanday koordinata tizimida mavjud deb aytish mumkin, agar " kuch " atamasi „teskari ta'sirchan kuchlar“ yoki „inersiya kuchlari“ deb ataladigan narsalarni o'z ichiga olgan holda qayta ta'riflangan bo'lsa, umumiy nisbiylik nazariyasida fazo-vaqtning egriligi ramkalarni mahalliy inertsial, lekin global inertsial bo'lishiga olib keladi. Egri fazo-vaqtning Evklid bo'lmagan geometriyasi tufayli umumiy nisbiylik nazariyasida global inertsial sanoq sistemalari mavjud emas. Aniqroq aytganda, umumiy nisbiylik

nazariyasida paydo bo'ladigan xayoliy kuch tortishish kuchidir. Yassi fazoda inertsiyal bo'lmagan ramkalaridan foydalanishdan qochish mumkin. Inertsiyal bo'lmagan sanoq sistemalari bo'yicha o'lchovlar har doim inertsiyal tizimdan ko'rinib turganidek, inertsiyal bo'lmagan tizimning tezlanishini bevosita o'z ichiga olgan inertsiyal tizimga aylantirilishi mumkin. Ushbu yondashuv xayoliy kuchlardan foydalanishdan qochadi (u ta'rifi bo'yicha xayoliy kuchlar mavjud bo'lmagan inertsiyal tizimga asoslanadi), lekin intuitiv, kuzatish va hatto hisoblash nuqtai nazaridan unchalik qulay bo'lmasligi mumkin Rayder meteorologiyada qo'llanadigan aylanadigan ramkalar holati uchun ta'kidlaganidek: Ushbu muammoni hal qilishning oddiy usuli, albatta, barcha koordinatalarni inertsiyal tizimga aylantirishdir. Biroq, bu ba'zida noqulay. Aytaylik, biz havo massalarining bosim gradienti tufayli er atmosferasidagi harakatini hisoblamoqchimiz. Bizga aylanadigan ramkaga, erga nisbatan natijalar kerak, shuning uchun iloji bo'lsa, ushbu koordinatalar tizimi ichida qolish yaxshiroqdir. Bunga Nyutonning harakat qonunlarini inertsiyal tizimdagi kabi qo'llash imkonini beradigan "hayoliy" (yoki "mavjud bo'lmagan") kuchlarni kiritish orqali erishish mumkin.

Inersiya kuchi. Harakatdagi moddiy nuqta tezlanishiga qarama qarshi yo'nalgan va shu moddiy nuqta massasi bilan tezlanishining ko'paytmasi ($G' = \gamma u$) inersiya kuchi deyiladi. Bu yerda tezlanish inertsiyal koordinatalar sistemasiga nisbatan olingan. Mas, matematik mayatnikda markazdan ko'chma inersiya kuchi moddiy nuqta harakatini cheklovchi ipga qo'yilgan bo'lib, $m \gamma$ ga teng; bu yerda v — moddiy nuqta tezligi, g — mayatnik uzunligi. Inersiya kuchi tushunchasidan foydalanib, dinamika tenglamalari tuziladi, statika qonunlaridan dinamikada foydalanish mumkin. Moddiy nuqtaning nisbiy harakati ko'rilayotganda ham inersiya kuchi tushunchasidan foydalaniladi. Inersiya markazi yoki massa markazi. Jismda yoki mexanik sistemada massa taqsimotini ifodalovchi nuqta koordinatalari inersiya markazi deyiladi. Inersiya markazi, ko'pincha, massa markazi ham deyiladi. Inersiya markazi mexanik sistema dinamikasida katta rol o'ynaydi. Sistemaga tegishli moddiy nuqtalar harakat miqdorlarining geometrik yig'indisi sistema massasi bilan inersiya markazi tezligi ko'paytmasiga teng. Inersiya massasi sistema massasiga teng moddiy nuqtadek harakatlanadi. Inersiya markaziga qo'yilgan kuch sifatida tashqi kuchlar bosh vektori olinadi. Inersiya radiusi — jismning biror o'qqa nisbatan hisoblangan inersiya momentini jism massasiga bo'lgan kvadrat ildizdan chiqarishdan hosil bo'ladigan uzunlik. Inertsiya radiusi inersiya yelkasi ham deyiladi. Massasi jism massasiga teng bo'lgan kovak silindr radiusini inersiya radiusi deyish mumkin. Shar markazidan o'tgan o'qqa nisbatan inersiya radiusi $R = \frac{h_0}{4L}$; R — shar radiusi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Goldstein, H., Poole, C., Safko, J. Classical Mechanics. 3rd ed. — Addison-Wesley, 2002.
2. Landau, L. D., Lifshitz, E. M. Mechanics (Course of Theoretical Physics, Vol. 1).— Pergamon Press, 1976.
3. Taylor, J. R. Classical Mechanics. — University Science Books, 2005.
4. Marion, J. B., Thornton, S. T. Classical Dynamics of Particles and Systems. — Brooks/Cole, 2004.
5. Symon, K. R. Mechanics. — Addison-Wesley, 1971
6. Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. Fundamentals of Physics. — Wiley, 2014.
7. Serway, R. A., Jewett, J. W. Physics for Scientists and Engineers.— Cengage Learning, 2018.

8. Tipler, P. A., Mosca, G. Physics for Scientists and Engineers.— W.H. Freeman, 2007.
9. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Механика. — М.: Наука, 1988.
10. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. — М.: Наука, 1977.

