STATIK SFERIK SIMMETRIK METRIKALARDA SKALYAR-TENZOR GRAVITATSIYA NAZARIYASINING QORA TUYNUK YECHIMLARI

Toshpulatova Dilorom Ziyodullo qizi
Shaxrisabz davlat pedagogika instituti Pedagogika fakulteti tyutori

Qabul qilindi: 29.10.2025
Ko'rib chiqildi: 30.10.2025
Tasdiqlandi: 31.10.2025

Kalit so'zlar:
skalyar-tenzor gravitatsiya, qora tuynuk, Brans–Dik nazariyasi, sferik simmetriya, Eynshteyn tenglamalari.

Annotatsiya: Ushbu maqolada skalyar-tenzor gravitatsiya nazariyasi doirasida statik sferik simmetrik metrikalarning qora tuynuk yechimlari o'rganilgan. Brans–Dik kabi skalyar-tenzor modellarda skalyar maydonning gravitatsion potentsialga ta'siri tahlil qilinadi. Asosiy e'tibor qora tuynuk yechimlarining metrik funksiyalarini topishga va ularning Eynshteyn nazariyasi bilan taqqoslanishiga qaratilgan.

Zamonaviy astrofizika va kosmologiyada qora tuynuklar koinotdagi eng muhim obyektlardan biri hisoblanadi. Ularning xususiyatlarini tushuntirishda umumiy nisbiylik nazariyasi asosiy rol o'ynaydi. Biroq, bu nazariya kvant darajadagi effektlarni to'liq ifodalay olmaydi. Shu sababli gravitatsiyani skalyar maydon orqali kengaytiruvchi skalyar-tenzor nazariyalar muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu nazariyalar Brans–Dik modeli ko'rinishida ifodalangan bo'lib, unda gravitatsion o'zgaruvchan doimiylik kiritiladi.

Skalyar – tenzor gravitatsiya nazariyasi Eynshteyn tenglamalarini umumlashtiradi. Umumiy holda, Lagrangian quyidagicha yoziladi:

$$L = \phi R - \omega(\phi)/\phi * (\partial_\mu\phi\, \partial\hat{}\mu\phi) - V(\phi) + L_m,$$

bu yerda ϕ — skalyar maydon, R — Rikchi skalyar, $\omega(\phi)$ — ulanish funksiyasi, $V(\phi)$ — potensial energiya funksiyasi, L_m esa materiyaning Lagrangiani. Statik sferik simmetriyaga ega bo'lgan metrika odatda quyidagicha ifodalanadi:

$$ds^2 = -f(r)dt^2 + f(r)^{-1}dr^2 + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta\, d\varphi^2).$$

Skalyar-tenzor nazariyasida bu metrikadan kelib chiqadigan tenglamalar nisbatan murakkab bo'lib, ular f(r) va $\phi(r)$ funksiyalariga bog'liq differensial tenglamalar sistemasini tashkil qiladi.

Qora tuynuk yechimlari uchun asosiy shart — gorizontning mavjudligi, ya'ni $f(r_h) = 0$ bo'lishidir. Skalyar maydon mavjudligida, f(r) va $\phi(r)$ funksiyalar

o‘zaro bog‘langan holda aniqlanadi. Agar skalyar maydon statik bo‘lsa va potensial $V(\phi) = 0$ deb olinsa, Brans–Dik nazariyasining qora tuynuk yechimlari Janis–Nyuman–Vinikour (JNW) yechimi shaklida yoziladi:

$$f(r) = (1 - b/r)^{\gamma}, \quad \phi(r) = \phi_0 (1 - b/r)^{\delta},$$

bu yerda γ va δ — parametrlar bo‘lib, ular ω — Brans–Dik parametriga bog‘liq. Agar $\omega \to \infty$ bo‘lsa, yechim Eynshteynning Shvartschild yechimi holatiga o‘tadi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, skalyar-tenzor gravitatsiya nazariyasida qora tuynuklar strukturasida skalyar maydonning mavjudligi gorizont yaqinidagi metrikani o‘zgartiradi. Shuningdek, bu yechimlar koinotdagi gravitatsion to‘lqinlarning shakliga va tezligiga ham ta’sir qiladi. Katta ω qiymatlari uchun Eynshteyn nazariyasining klassik natijalariga yaqinlashish kuzatiladi.

Skalyar – tenzor gravitatsiya nazariyasining statik sferik simmetrik metrikalari qora tuynuklarning yangi, modifikatsiyalangan yechimlarini beradi. Bu nazariyalar Eynshteyn modeli uchun umumlashma bo‘lib, kelajakda kvant gravitatsiya effektlarini o‘rganishda muhim o‘rin tutadi. Tadqiqot natijalari astrofizik kuzatuvlar bilan taqqoslanib, skalyar maydonning fizik tabiati haqida yangi ma’lumotlar olish imkonini beradi.