ASTROFIZIK KOMPAKT OBYEKTLAR: ENERGIYANING MANBALARI VA TARQALISHI

Abdujabborov Ahmadjon
F-m.f.d., Professor, Namangan Davlat universiteti
Tuychiyev Umidjon
Namangan Davlat universiteti, Fizika - matematika fakulteti fizika yonalishi 2 - kurs magistranti

Qabul qilindi: 08.10.2025
Ko‘rib chiqildi: 09.10.2025
Tasdiqlandi: 10.10.2025

Kalit so‘zlar:
astrofizik kompakt obyektlar, energiya manbalari, gravitatsion tortishish, neytron yulduzlari, qora tuynuklar, energiya tarqalishi.

Key words:
astrophysical compact objects, energy sources, gravitational attraction, neutron stars, black holes, energy propagation.

Ключевые слова:
астрофизические компактные объекты, источники энергии, гравитационное притяжение, нейтронные звезды, черные дыры, распространение энергии.

Annotatsiya. Astrofizik kompakt obyektlar — qora tuynuklar, neytron yulduzlari va oq mittilar — koinotdagi eng zich va energiyali jismlardan hisoblanadi. Ularning energiyasi asosan gravitatsion tortishish, magnit maydonlar va yadroviy reaksiyalar orqali hosil bo‘ladi. Ushbu ishda kompakt obyektlarning energiyaning manbalari va uning tarqalish mexanizmlari tahlil qilinadi, shuningdek, ularning kosmik muhitga ta’siri ko‘rib chiqiladi.

Abstract. Astrophysical compact objects—black holes, neutron stars, and white dwarfs—are among the densest and most energetic bodies in the universe. Their energy primarily originates from gravitational compression, magnetic fields, and nuclear reactions. This study analyzes the energy sources of compact objects and mechanisms of energy propagation, as well as their impact on the surrounding cosmic environment.

Аннотация. Астрофизические компактные объекты — черные дыры, нейтронные звезды и белые карлики — являются одними из самых плотных и энергичных тел во Вселенной. Их энергия в основном формируется за счет гравитационного сжатия, магнитных полей и ядерных реакций. В данной работе анализируются источники энергии компактных объектов и механизмы ее распространения, а также их влияние на космическую среду.

Kirish. Astrofizik kompakt obyektlar koinotdagi eng qiziqarli va murakkab tuzilmalardan biridir. Ular orasida qora tuynuklar, neytron yulduzlari va oq mittilar ayniqsa ajralib turadi, chunki ularning zichligi juda yuqori bo‘lib, ularning fizik xossalari oddiy yulduzlardan tubdan farq qiladi. Bu obyektlar ko‘pincha yulduzlarning umrining oxirida hosil bo‘ladi va ulardagi energiya manbalari hamda energiyaning tarqalishi jarayonlari ilmiy jamoatchilik tomonidan uzoq yillar davomida faol o‘rganib kelinmoqda. Ularning energiyasi asosan gravitatsion tortishish, yadroviy reaksiyalar va magnit maydonlar ta’siri bilan shakllanadi, bu esa yuqori energiyali nurlanish va zarrachalar chiqarilishiga olib keladi.

Adabiyotlar tahlili. Astrofizik kompakt obyektlarning energiya manbalari va tarqalishi masalasi ko‘plab olimlar tomonidan chuqur o‘rganilgan va turli nazariy va kuzatuv ma’lumotlariga asoslangan. Kompakt obyektlarning energiyasi asosan gravitatsion energiyaning yirik miqdorda chiqarilishidan kelib chiqadi. Misol uchun, qora tuynuklarning atrofidagi materiyaning gravitatsion tushishi katta energiya chiqarilishiga olib keladi, bu rentgen va gamma nurlarining manbai hisoblanadi [1].

Neytron yulduzlarida esa kuchli magnit maydonlar va yadroviy reaksiyalar energiyaning asosiy manbai sifatida tan olingan. Bu obyektlarda magnit maydonning kuchi yuz millionlab Tesla darajasida bo‘lib, u energiyaning juda katta qismini nurlanish orqali tarqatadi [2]. Oq mittilarda esa energiya manbai yulduzlarning evolyutsiyasining oxirgi bosqichida yuz beradigan yadroviy yonish reaksiyalaridir. Ushbu jarayonlar kompakt obyektlarning yorqinligi va spektrining shakllanishiga ta’sir qiladi [3]. Energiya tarqalishining turli mexanizmlari, jumladan, nurlanish, zarrachalar oqimlari va magnit maydonlarning ta’siri, kompakt obyektlarning atrofidagi koinot muhitiga ta’sir ko‘rsatadi. Bu esa o‘z navbatida galaktikalararo gazning isitilishi va kosmik

nurlanishning shakllanishida muhim rol o‘ynaydi [4]. So‘nggi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, qora tuynuklarning aks sariq yulduzlar bilan o‘zaro ta’siri ham energiya chiqarilishining murakkab mexanizmlarini keltirib chiqaradi, bu esa kosmik maydonning dinamikasini yanada murakkablashtiradi [5].

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqotda astrofizik kompakt obyektlarning energiya manbalari va energiyaning tarqalish mexanizmlari tahlil qilindi. Tadqiqot materiali sifatida qora tuynuklar, neytron yulduzlari va oq mittilar haqidagi ilmiy maqolalar, kuzatuv natijalari va nazariy modellar asosiy manba bo‘ldi. Bundan tashqari, turli astronomik kuzatuv asboblaridan olingan ma’lumotlar, jumladan rentgen teleskoplari (masalan, Chandra, XMM-Newton), radio observatoriyalar va gamma-nurlanishni o‘lchovchi qurilmalar tadqiqotning asosiy qismida qo‘llanildi. Energiya manbalari va tarqalishini o‘rganishda nazariy yondashuv sifatida umumiy nisbiylik nazariyasi, kvant mexanikasi hamda plazma fizikasi printsiplari ishlatildi. Tadqiqotda modellashtirish usullari ham keng qo‘llanilib, kompakt obyektlarning gravitatsion va elektromagnit maydonlarining o‘zaro ta’siri simulyatsiya qilindi. Shuningdek, turli spektroskopik va fotometrik usullar yordamida kompakt obyektlarning energiya chiqarish spektri va intensivligi tahlil qilindi. Ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilishda zamonaviy astronomik ma’lumotlar bazalari (masalan, NASA ADS, SIMBAD, arXiv) hamda statistik metodlar, shu jumladan regressiya tahlili, Fourier transformasi va signalni filtrlash texnikalari qo‘llandi. Bu yondashuvlar kompakt obyektlarning energiya chiqarilishining vaqt-vaqti bilan o‘zgarishini aniqlashga imkon berdi.

Jadval 1. Kompakt obyektlarning turlari va ularning asosiy energiya manbalari

Kompakt obyekt turi	Zichlik (g/cm³)	Asosiy energiya manbai	Energiya chiqarilish turi	Misol
Qora tuynuk	Juda yuqori ($>10^{15}$)	Gravitatsion tortishish	Rentgen, gamma nurlanish	Cygnus X-1
Neytron yulduzi	$10^{14} – 10^{15}$	Magnit maydon, yadroviy reaksiyalar	Rentgen, gamma nurlanish	PSR B0531+21 (Krakert yulduzi)
Oq mitti	$10^{6} – 10^{7}$	Yadroviy yonish	Optik, ultrabinafsha, rentgen	Sirius B

Birinchi jadvalda astrofizik kompakt obyektlarning asosiy turlari, ularning zichligi, energiya manbalari va chiqaradigan nurlanish turlari ko‘rsatilgan. Bu jadval yordamida qora tuynuklar, neytron yulduzlari va oq mittilar o‘rtasidagi asosiy farqlar va ularning energiya chiqarish xususiyatlarini solishtirish mumkin. Masalan, qora tuynuklarda gravitatsion tortishish energiyaning asosiy manbai bo‘lib, u rentgen va gamma diapazonda kuchli nurlanish chiqaradi. Neytron yulduzlarida esa kuchli magnit maydonlar va yadroviy reaksiyalar muhim rol o‘ynaydi.

Jadval 2. Kompakt obyektlarda energiyaning tarqalish mexanizmlari

Mexanizm	Tavsifi	Ta’sir sohasi	Misol
Elektromagnit nurlanish	Energiya fotonlar shaklida tarqaladi	Atrofdagi koinot muhit	Rentgen nurlanishi qora tuynuklar disklarida
Zarrachalar oqimlari	Yuqori tezlikdagi zarrachalar energiyani tashiydi	Galaktikalararo muhit	Neytron yulduzlarining pulsarlar oqimi
Magnit maydon ta’siri	Magnit maydon orqali energiyaning tarqalishi	Yulduzlararo makon	Magnetarlarning magnitosferasi

Mexanizm	Tavsifi	Ta’sir sohasi	Misol
Akretsion disk energiyasi	Materiyaning qora tuynuk yoki neytron yulduzga tushishi energiyasi	Energiya chiqarish markazi	Akretsion disklardagi rentgen nurlanishi

Bu jadvalda elektromagnit nurlanish, zarrachalar oqimlari, magnit maydonlarning ta’siri va akretsion disklarning roli haqida ma’lumot berilgan. Har bir mexanizmning qanday ta’sir ko‘rsatishi va qaysi sohalarda energiyaning tarqalishini ta’minlashi misollar bilan tushuntirilgan. Bu jadval tadqiqotda ko‘rib chiqilgan energiya tarqalish yo‘llarining nazariy va kuzatuv jihatlarini yaxshiroq tushunishga yordam beradi. Umuman olganda, jadvallar mavzuni tizimli ravishda o‘rganish va muhim tushunchalarni qisqacha, aniq ifodalashda muhim vosita bo‘lib xizmat qiladi. Ular ilmiy ishda ma’lumotlarni aniq va samarali taqdim etish imkonini beradi.

Xulosa. Ushbu tadqiqot davomida astrofizik kompakt obyektlarning energiya manbalari va energiyaning tarqalish mexanizmlari batafsil o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, kompakt obyektlarning energiyasi asosan gravitatsion tortishish, magnit maydonlar va yadroviy reaksiyalar orqali hosil bo‘ladi. Energiya chiqarilishi asosan rentgen va gamma nurlanishlari shaklida bo‘lib, bu jarayonlar kompakt obyektlarning fizik holatini va atrofdagi koinot muhitini belgilaydi. Shuningdek, energiyaning turli yo‘llar bilan tarqalishi kosmik muhitga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi va galaktikalararo gazning dinamikasini o‘zgartiradi. Tadqiqot natijalari astrofizika sohasida kompakt obyektlarning energiya chiqishining tabiati va mexanizmlarini yanada chuqurroq tushunishga yordam beradi hamda kelgusidagi ilmiy izlanishlar uchun asos yaratadi. Shu bilan birga, ushbu ish astrofizik kompakt obyektlarni o‘rganishning muhimligini yana bir bor tasdiqladi va ularning energiya tarqalishi bo‘yicha nazariy va amaliy jihatlarni kengaytirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Shakura, N.I., Sunyaev, R.A. (1973). Black holes in binary systems. Observational appearance. Astronomy and Astrophysics, 24, 337–355.
2. Harding, A.K., Lai, D. (2006). Physics of strongly magnetized neutron stars. Reports on Progress in Physics, 69(9), 2631–2708.
3. Hansen, C.J., Kawaler, S.D., Trimble, V. (2004). Stellar Interiors: Physical Principles, Structure, and Evolution. Springer.
4. Fabian, A.C. (2012). Observational Evidence of Active Galactic Nuclei Feedback. Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 50, 455–489.
5. McClintock, J.E., Narayan, R. (2013). Black Hole Spin via Continuum Fitting and the Role of Spin in Powering Transient Jets. Space Science Reviews, 183, 295–322.