

NEUTRON STARS AND BLACK HOLES AS NATURAL LABORATORIES OF FUNDAMENTAL PHYSICS

*A. F. Zakharov**

National Research Center “Kurchatov Institute”, Moscow
Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

The statistics of particles with half-integer spin was constructed in 1926 in the works of E. Fermi and P. A. M. Dirac. Soon after, it was realized that these statistics are extremely important for building a theory of such compact objects as white dwarfs. In this case, there is a limit to the mass of such objects, which is called the Chandrasekhar limit. The neutron was discovered by Chadwick in 1932, and already in 1933 Baade and Zwicky suggested that there are neutron stars that arise as a result of supernova explosions and the collapse of a massive core. Pulsars were discovered in 1968, and it was soon realized that pulsars are neutron stars with giant magnetic fields. Binary neutron stars (both in the binary pulsar system and in the kilonova explosion event GW170817) played a key role in the detection of gravitational radiation predicted by general relativity. In 1963, quasars — fairly compact objects with a gigantic energy release located at a cosmological distance — were discovered. It was soon realized that the most natural model of quasars involved a supermassive black hole. Observations of the movement of bright stars in the vicinity of the Galactic center and reconstruction of shadows in the center of the M87 galaxy and the center of our Galaxy based on observations of synchrotron radiation at a wavelength of 1.3 mm provide additional confirmation of the presence of supermassive black holes in the centers of these galaxies.

Статистика частиц с полуцелым спином была построена в 1926 г. в работах Э. Ферми и П. А. М. Дирака. Вскоре после этого стало понятно, что эта статистика крайне важна для построения теории таких компактных объектов, как белые карлики. В этом случае существует предельная масса таких объектов, которую называют пределом Чандрасекара. Нейтрон был открыт Чедвиком в 1932 г., и уже в 1933 г. Бааде и Цвикки высказали предположение, что существуют нейтронные звезды, которые возникают в результате взрывов сверхновых и коллапса массивного ядра. В 1968 г. были открыты пульсары, и вскоре выяснилось, что пульсары — это нейтронные звезды с гигантскими магнитными полями. Двойные нейтронные звезды (как в системе двойного пульсара, так и в событии взрыва килоновой GW170817) сыграли ключевую роль в обнаружении гравитационного излучения, предсказываемого общей теорией относительности. В 1963 г. были обнаружены квазары — достаточно компактные объекты с гигантским энерговы-

* E-mail: alex.fed.zakharov@gmail.com

делением, находящиеся на космологическом расстоянии. Вскоре стало ясно, что наиболее естественная модель квазаров включает в себя сверхмассивную черную дыру. Наблюдения движения ярких звезд в окрестности галактического центра и реконструкция теней в центре галактики M87 и центре нашей Галактики по данным наблюдений синхротронного излучения на длине волны 1,3 мм дают дополнительные подтверждения наличия сверхмассивных черных дыр в центрах этих галактик.

PACS: 04.80.Cc; 04.20.-q; 04.25.Nx; 04.50.+h; 95.30.Sf; 96.12.Fe;
04.70.Bw; 98.35.Jk