

# COLLECTIVE EFFECTS IN STRONG INTERACTION PROCESSES: EXPERIMENTAL HIGHLIGHTS

*V. A. Okorokov*<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> National Research Nuclear University MPhl, Moscow, 115409, Russia

Collective effects are reviewed for collisions of various systems — from proton–proton to heavy ion — in a wide energy range. In proton–proton interactions, studies of hadron jets are devoted to the better understanding of some basic features of strong interaction and search for the physics beyond the Standard Model. First results have been obtained for massive gauge bosons and antitop–top pair production in proton–nuclear and heavy-ion collisions at multi-TeV energies. The collectivity has been observed for various particle and beam species, in particular, in collision of small systems. Experimental results obtained for discrete symmetries of strong interaction at finite temperature confirm indirectly the topologically non-trivial structure of the vacuum. The recent measurements of femtosopic correlations provide, in particular, the indirect estimations for parameters of hyperon–nucleon potentials which are essential for study of inner structure of compact astrophysical objects. Novel mechanism for multiparticle production due to collectivity can be expected in very high-energy nuclear collisions, and it may be helpful for better understanding of the nature of the muon puzzle in ultra-high energy cosmic-ray measurements. Thus, studies of collective effects in strong interaction processes provide new important results for relativistic astrophysics, cosmology and cosmic-ray physics, i.e., have interdisciplinary significance.

Рассматриваются коллективные эффекты для столкновений различных систем — от протон-протонных до тяжелоионных — в широком диапазоне значений энергии. В протон-протонных взаимодействиях исследования адронных струй сфокусированы на лучшем понимании некоторых основных характеристик сильного взаимодействия и поиске физики вне рамок Стандартной модели. Получены первые результаты для образования массивных калибровочных бозонов и пар  $t\bar{t}$  в протон-ядерных взаимодействиях и столкновениях тяжелых ионов при мультиТэВ-ных энергиях. Коллективность была обнаружена для различных типов частиц и пучков, в частности, в столкновениях малых систем. Экспериментальные результаты, полученные для дискретных симметрий сильного взаимодействия при конечной температуре, косвенно подтверждают топологически нетривиальную структуру вакуума. Недавние измерения фемтоскопических корреляций позволили получить, в частности, косвенные оценки для параметров гиперон-нуклонных потенциалов, которые являются существенными для исследования внутренней структуры компактных астрофизических объектов. В ядерных столкновениях при очень высоких энергиях может ожидатьс обусловленный коллективностью новый механизм образования многочастичного состояния, что может

---

\* E-mail: VAOkorokov@mephi.ru

быть полезно для лучшего понимания природы мюонной загадки в столкновениях частиц космических лучей ультравысоких энергий. Таким образом, исследования коллективных эффектов в процессах сильного взаимодействия обеспечивают новые важные результаты для релятивистской астрофизики, космологии и физики космических лучей, т. е. имеют междисциплинарное значение.

PACS: 12.38.Aw; 12.38.Qt; 25.75.-q; 26.60.-c