

# DUALITY BETWEEN CHIRAL SYMMETRY BREAKING AND CHARGED PION CONDENSATION PHENOMENA IN PNJL MODEL

*K. G. Klimenko*<sup>1</sup>, *R. N. Zhokhov*<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Logunov Institute for High Energy Physics, National Research Centre  
“Kurchatov Institute”, Protvino, 142281, Russia

<sup>2</sup> Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation,  
Troitsk, Moscow, 108840, Russia

This paper explores the duality between chiral symmetry breaking and charged pion condensation within the Polyakov extended Nambu–Jona-Lasinio (PNJL) model, which incorporates confinement phenomena absent in the traditional framework of NJL model that describes only chiral dynamics. The PNJL model in addition incorporates the Polyakov loop to include confinement and the confinement–deconfinement transition, enabling a more comprehensive exploration of QCD phase structure under conditions of finite temperature and baryon density. The thermodynamic potential of dense quark matter with isospin and chiral imbalances obtained in PNJL model is analyzed. It is shown analytically that the duality between chiral symmetry breaking and charged pion condensation remains intact in PNJL model across both confined and deconfined phases, i.e., regardless of the value of the Polyakov loop.

Исследуется дуальность между нарушением киральной симметрии и конденсацией заряженных пионов в рамках модели Полякова, расширенной Намбу–Иона-Лазинио (PNJL), которая включает в себя явления конфинмента, отсутствующие в традиционных рамках модели NJL, описывающей только киральную динамику. В модель PNJL дополнительно входит петля Полякова, чтобы включить конфинмент и переход конфинмент–деконфинмент, что позволяет более полно исследовать фазовую структуру КХД в условиях конечной температуры и барионной плотности. Анализируется термодинамический потенциал плотной кварковой материи с изоспиновым и киральным дисбалансами, полученный в модели PNJL. Аналитически показано, что дуальность между нарушением киральной симметрии и конденсацией заряженных пионов сохраняется в PNJL-модели как в ограниченной, так и в деконфинированной фазах, т.е. независимо от величины петли Полякова.

PACS: 11.30.Rd; 12.40.Nn

---

\* E-mail: zhokhovr@gmail.com