

## Исследование бинарных смесей ДПФХ и ПОФХ методами измерения плотности и МУР вблизи точки фазового перехода

Рудев М.И.<sup>1,2\*</sup>, Соловьев Д.В.<sup>1,3,4</sup>, Иванов А.И.<sup>1,3,4</sup>, Рижиков Ю.Л.<sup>3</sup>, Рогачев А.В.<sup>1,3</sup>,  
Ковалев Ю.С.<sup>1,3</sup>, Горделий В.И.<sup>5,6</sup>, Куклин А.И.<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва

<sup>3</sup>Московский физико-технический институт, Долгопрудный

<sup>4</sup>Институт проблем безопасности АЭС, Киев, Украина

<sup>5</sup>Institute of Structural Biology, Grenoble, France

<sup>6</sup>ICS-6, Forschungszentrum Juelich, Germany

[rulevmaksim@jinr.ru](mailto:rulevmaksim@jinr.ru), [kuklin@nf.jinr.ru](mailto:kuklin@nf.jinr.ru)

Актуальность исследования фазового перехода в необычных состояниях вещества (двумерные структуры) в этом году была подтверждена Нобелевской премией по физике [1]. Исследование свойств липидных мембран вблизи фазового перехода имеет важное значение не только с физической, но и с биологической точек зрения, так как клеточная мембрана играет ключевую роль в биологических процессах [2]. Поэтому липидные мембраны являются хорошей моделью для биофизических исследований. Биологическая клеточная мембрана состоит большого количества липидов, различных по своим свойствам, в т.ч. и температурам ФП.

В настоящей работе представлены результаты исследования многослойных мембран липидных смесей в тяжелой воде двумя методами: малоуглового рассеяния нейтронов (МУРН) (рис.1) и измерением зависимости плотности от температуры. Использовались 2 различных липида: ДПФХ (1,2-dipalmitoyl-sn-glycero-3-phosphocholine) с температурой точки главного фазового перехода  $T_1=41.6^\circ\text{C}$  и ПОФХ (1-palmitoyl-2-oleoyl-sn-glycero-3-phosphocholine) с температурой точки главного фазового перехода  $T_2=-4^\circ\text{C}$ . Измерения МУРН были выполнены на малоугловом спектрометре ЮМО (ИБР-2, ОИЯИ, Дубна, Россия)[3]. Данные измерения плотности были получены на плотнометре Anton Paar DMA5000M с точностью по температуре  $0.001^\circ\text{C}$  и точностью по плотности  $5 \times 10^{-6} \text{ г/см}^3$ [4]. Мы обнаружили, что период повторяемости *ripple* фазы этой смеси уменьшается при увеличении отношения массы ДПФХ:ПОФХ (гр. % / гр.%). Важно отметить, что для точки главного фазового перехода не обнаружено каких-либо существенных изменений. Полученные результаты сравниваются с приведенными в литературе особенностями поведения мембран при исследовании структуры [5,6].

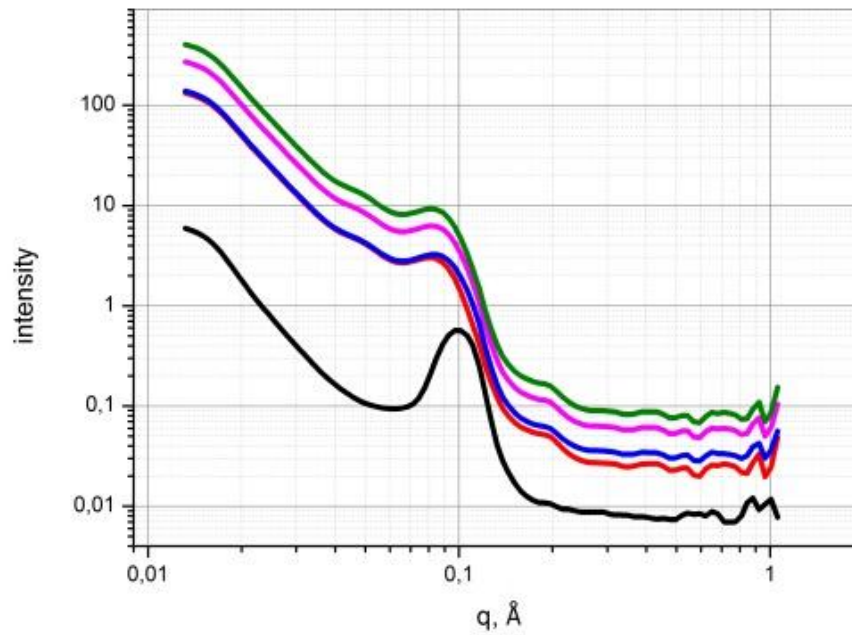


Рис.1 Кривые малоуглового рассеяния нейтронов для липидных смесей при температуре 39°C. Черная кривая – ПОФХ, зеленая – ДПФХ, розовая, синяя и красная – смеси ДПФХ и ПОФХ в отношениях 3:1, 2:1, 1:1 по массе соответственно.

#### Литература

- [1] Kosterlitz, J. Michael. "Kosterlitz–Thouless physics: a review of key issues." *Reports on Progress in Physics* 79.2 (2016): 026001.
- [2] Kharakoz, D. P. "On a possible biological role of the phase transition liquid-solid in biological membranes." *Usp. Biol. Khim* 41 (2001): 333-364.
- [3] Kuklin, A. I., A. Kh Islamov, and V. I. Gordeliy. "Scientific reviews: Two-detector system for small-angle neutron scattering instrument." *Neutron News* 16.3 (2005): 16-18.
- [4] <http://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/density-and-sound-velocity-meter-dsa-5000-m/>
- [5] Soloviov, D. V., et al. "Ripple phase behavior in mixtures of DPPC/POPC lipids: SAXS and SANS studies." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 351. No. 1. IOP Publishing, 2012.
- [6] Zhernenkov, Mikhail, et al. "Revealing the mechanism of passive transport in lipid bilayers via phonon-mediated nanometre-scale density fluctuations." *Nature communications* 7 (2016).