**Смешанные монослои Ленгмюра как модели ниосом**

***Крылов Д.И. 1,2***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*1Московский физико-технический институт,   
физтех-школа электроники, фотоники и молекулярной физики, Долгопрудный, Россия*

*2Институт физической химии и электрохимии имени А. Н. Фрумкина РАН, Москва, Россия*

*E-mail: da.krylov228*[*@yandex.ru*](mailto:ivanov@yandex.ru)

Клеточная мембрана является важным биологическим объектом, структура которого определяет функциональные возможности рецепторных групп и регулирует процессы клеточного обмена, включая эндоцитоз. Сложность её морфологии и структурной организации способствовала появлению большого числа модельных систем, как планарных, например, монослоёв Ленгмюра и липидных бислоёв на твердых подложках, так и везикулярных (липосомы). Среди моделей клеточных мембран монослои липидов на поверхности радела воздух/вода являются наиболее популярными, благодаря способности имитировать процессы как на поверхности, так и в плоскости мембраны. Более того, монослой липида при сжатии может формировать в водной субфазе бислойные структуры, схлопывание которых даёт замкнутые везикулярные частицы, что прямо указывает на взаимосвязь свойств монослоёв Ленгмюра и везикул [1]. С другой стороны, синтетические везикулы, созданные также по образу и подобию клеток, уже зарекомендовали себя в качестве систем адресной доставки лекарственных веществ, поскольку они способны инкапсулировать в свою структуру и гидрофильные, и гидрофобные вещества. Одними из таких везикул являются ниосомы, частицы, состоящие из неионогенных поверхностно-активных веществ, которые, наряду с высокой химической и физической стабильностью, обладают биосовместимостью и низкой себестоимостью.

В рамках данной работы были рассмотрены подходы, устанавливающие взаимосвязь термодинамических и реологических свойств мембран ниосом и их модельных систем – смешанных монослоёв Ленгмюра неионогенных поверхностно-активных веществ. Термодинамический подход обеспечивает предсказание стабильности ниосом путём расчёта избыточных термодинамических параметров смешанных монослоев. В свою очередь динамический подход устанавливает взаимосвязи реологических свойств монослоёв и мембран везикул. Благодаря представлениям о взаимосвязи свойств везикул и монослоёв удалось выявить важную роль холестерина в обеспечении устойчивости частиц, а также описать пересборку ниосом после их разрушения в механических полях [2]. Комплексный анализ статических и динамических механических свойств ленгмюровских монослоёв позволил установить двунаправленное влияние холестерина на механические свойства монослоёв неионогенных ПАВ, которое, в зависимости от условий, может приводить как к повышению текучести монослоя, так и к увеличению его жесткости.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект 23-73-00037).*

**Литература**

1. Arslanov V. V., Ermakova E. V., Krylov D. I., Popova O. O. On the relationship between the properties of planar structures of non-ionic surfactants and their vesicular analogues–niosomes // Journal of Colloid and Interface Science. 2023. Vol. 640. P. 281-295.

2. Arslanov V. V., Krylov D. I. Reassembly of the vesicular structure of niosomes after their destruction in a mechanical field // Journal of Colloid and Interface Science. 2024. Vol. 662. P. 342-356.