

#### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Петра Валерьевича Конарева «**Развитие и применение методов анализа данных малоуглового рентгеновского рассеяния многокомпонентными биологическими системами**», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния»

Важность и актуальность структурных исследований веществ, особенно в биологии, определяются их возможностями извлечения информации на различных масштабных уровнях, вплоть до отдельных молекул. Одним из эффективных методов диагностики является метод малоуглового рентгеновского рассеяния, который позволяет изучать объекты в их естественных физиологических условиях и при этом не требует специальной подготовки образцов, например, кристаллизации, зачастую недостижимой для многих объектов. В ряде случаев это является ключевым фактором к последующему объяснению функциональных свойств исследуемых объектов.

Необходимо отметить, что многие растворы белков, рибонуклеиновых кислот и различных липидных систем, изучение которых представляет в настоящее время интерес как для решения биомедицинских задач, так и в вопросах создания новых биоматериалов. В этой связи развитие метода малоуглового рентгеновского рассеяния и возможности его применения в структурных исследованиях полиморфных, полидисперсных и взаимодействующих соединений, которые были выбраны целями работы П.В. Конарева, приобретают высокую научную значимость. Разработанные автором методы и подходы для решения поставленной задачи позволили существенно продвинуться в понимании структурных особенностей широкого класса объектов, от самоорганизующихся вирусоподобных систем до макромолекулярных комплексов белков и липидных везикул, что подтверждается приведенными в автореферате результатами и значительным количеством публикаций по теме диссертации.

Упаковка и расположение различных молекул в липидном бислое являются неотъемлемой частью почти всех биологически значимых процессов, связанных с транспортными свойствами мембран, к которым относятся адаптация к экстремальным условиям, развитие болезней и взаимодействие с лекарственными препаратами. Понимание относительного расположения и ориентации компонентов мембраны является ключевым вопросом при изучении мембран, так как он может прояснить механизм функционирования этого важного химико-биологического барьера. При анализе биологических объектов большое внимание в работе П.В. Конарева было уделено белок-липидным взаимодействиям, подобные взаимодействия играют важную роль для широкого класса белковых молекул. В частности, изучено влияние различных компонентов вирусной оболочки на структурную перестройку липидной мембраны в ответ на взаимодействие с матричным белком М1 вируса гриппа А, а также оценена роль якорных сегментов вирусного белка гемагглютинаина на формирование липопротеиновых нанодоменов в липидном бислое.

В автореферате есть отдельные неточности формулировок. Например, на стр. 4 автор пишет: "Восстановление 3D модели по одномерной кривой малоуглового рассеяния в общем случае является неоднородной процедурой". Следует писать: "Восстановление 3D модели в прямом пространстве по одномерной кривой малоуглового рассеяния в обратном пространстве векторов рассеяния является некорректно поставленной задачей и требует использования корректных приближений".

Указанные замечания ни в коей мере не ставят под сомнение достоверность основных результатов диссертационной работы. В целом автореферат написан очень логично и дает полное представление о результатах диссертационной работы.

В заключение с уверенностью могу сказать, что диссертационная работа П.В. Конарева выполнена на высоком современном научном уровне, представляет собой завершённый научно-квалификационный труд и вносит заметный вклад в развитие методов структурной диагностики биологических многокомпонентных систем, к которым относится малоугловое рентгеновское рассеяние. Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость, считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Конарев Петр Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 - «Физика конденсированного состояния».

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«23» апреля 2024 г.

Киселев Михаил Алексеевич

Доктор физико-математических наук,  
специальность 01.04.07 - Физика конденсированного состояния,  
ведущий научный сотрудник Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка  
Объединенного института ядерных исследований (ЛНФ ОИЯИ)

Адрес: 141980, г. Дубна, Московская область, ул. Жолио-Кюри, д. 6  
Тел.: 8(496) 216-69-77  
e-mail: kiselev@jinr.ru

Подпись Киселева М.А. удостоверяю,

ученый секретарь ЛНФ ОИЯИ



Д.Худоба