

ОТЗЫВ

научного руководителя
о диссертационной работе Игоря Александровича МАЗУРА

«ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ В МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ПОДХОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСЦИЛЛЯТОРНОГО БАЗИСА»,

представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц

Одним из основных направлений современной теории атомного ядра является развитие методов *ab initio*, т. е. безмодельных подходов, в которых осуществляется моделирование, как правило, на суперкомпьютерах структуры ядра и ядерных реакций на основе реалистических NN -, а при необходимости, и трехнуклонных взаимодействий. В описании структуры ядра методами *ab initio* достигнуты большие успехи: сейчас в различных подходах *ab initio* можно рассчитать статические характеристики ядер с числом нуклонов A до примерно 20, а также некоторых более тяжелых изотопов вблизи замкнутых оболочек. Однако описание состояний в континууме в ядерных системах с числом частиц $A > 4$ – энергий и ширин резонансов, фаз и сечений упругого и неупругого рассеяния и т. д. – методами *ab initio* развито гораздо хуже. Наибольшие успехи здесь достигнуты в комбинации модели оболочек без инертного кора (No-core Shell Model, NCSM) и метода резонирующих групп (МРГ). Отметим при этом, что МРГ предполагает существенное ограничение базиса, что фактически не позволяет отнести этот подход к методам *ab initio*, хотя учет в некоторых современных работах большого числа связанных каналов в рамках МРГ приближает этот метод к идеологии *ab initio*.

Диссертация И. А. Мазура посвящена этой актуальной проблеме – описанию энергий и ширин резонансов в ядрах, а также фаз упругого рассеяния в низкоэнергетической области на основе расчетов в одном из наиболее перспективных современных методов *ab initio* в теории ядра – NCSM. Им получены важные и интересные научные результаты. В частности, им разработано обобщение NCSM на основе алгоритма Ланцоша и формализма HORSE, являющегося частным случаем формализма J -матрицы в теории рассеяния, расширяющее возможности NCSM для описания упругого рассеяния в рамках *ab initio*, описанное в третьей главе диссертации. Практическая реализация этого обобщения в расчетах выглядит весьма перспективной, но требует серьезной переработки существующих программ расчетов в NCSM и доступа к самым мощным современным суперкомпьютерам, что намечено в плане работ на ближайшее будущее. Однако И. А. Мазуром было развито существенно упрощение этого подхода SS-HORSE, в котором фазы рассеяния рассчитываются для собственных

энергий гамильтониана ядерные модели оболочек, в частности, NCSM, что многократно упрощает его практическую реализацию. Метод SS-HORSE был тщательно проверен в расчетах модельной задачи и использован для расчета параметров резонансов и фаз упругого рассеяния в системе $n\alpha$ на основе расчетов в NCSM ядра ${}^5\text{He}$ с реалистическим NN -взаимодействием JISP16. После этого метод SS-HORSE был развит на случай демократических распадов и использован в комбинации с NCSM для изучения резонансного состояния в системе четырех нейтронов (тетранейтрон). Впервые в теоретической работе был получен сравнительно узкий низкоэнергетический резонанс в этой системе с энергией 0.8 МэВ и шириной 1.4 МэВ, что согласуется с результатами эксперимента RIKEN, опубликованного в 2016 г., который, впрочем, характеризуется низкой статистикой и, соответственно, большими погрешностями. Наше исследование тетранейтрона вызвало очень большой интерес как у экспериментаторов, так и у теоретиков, занимающихся исследованием легких экзотических ядерных систем.

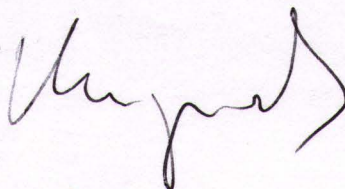
И. А. Мазур принимал активное участие во всех фазах наших теоретических исследований: в разработке формализма и выводе соответствующих формул, подготовке программ на ФОРТРАНе и проведении расчетов, наконец, в подготовке публикаций результатов. За годы аспирантуры ему пришлось освоить большой объем знаний по ядерной физике, научиться готовить и отлаживать программы расчетов. Поначалу он лишь следовал моим указаниям в работе, но постепенно стал принимать активное участие и в постановке задач. Мы ведем работу в рамках большой коллаборации, включающей коллег И. А. Мазура из Тихоокеанского государственного университета (г. Хабаровск), а также наших коллег из Университета штата Айова (Iowa State University, Ames, IA, USA). Работа в таких коллективах требует определенных навыков, умения плодотворно взаимодействовать со своими коллегами, четко в срок проводить часть совместного исследования, когда другая часть проводится другими членами коллаборации. Эти навыки были успешно освоены И. А. Мазуром. Отмечу, что я нечасто бываю в Хабаровске, а Игорю Мазуру лишь изредка удавалось приехать в командировку в Москву. Таким образом, он проводил плодотворную научную работу, общаясь со мной в основном по электронной почте и скайпу. Все это свидетельствует о том, что И. А. Мазур созрел как квалифицированный физик-теоретик, способный вести самостоятельную научную работу.

И. А. Мазур неоднократно докладывал результаты своих исследований на различных конференциях, в список которых входят и серьезные международные конференции. Основные результаты диссертации полностью представлены в публикациях, среди которых есть статьи в ведущих научных журналах Phys. Rev. Lett. и Phys. Rev. C. Развитые в диссертации теоретические подходы основаны на хорошо развитом формализме теории рассеяния и прошли тщательную проверку на модельных задачах, а полученные на их основе результаты находятся в хорошем согласии с экспериментом. Таким образом, достоверность результатов диссертации не вызывает сомнений. Полученные в диссертации параметры резонансного состояния тетранейтрона являются не только совершенно новым, но и в определенной степени неожиданным результатом, очень важным для дальнейших как экспериментальных, так и теоретических исследований в данной области.

В целом, полученные в диссертации результаты соответствуют современному уровню исследований в теории атомного ядра и всем требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а сам И. А. Мазур имеет хорошую научную квалификацию и безусловно заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель,
кандидат физ.- мат. наук,
доцент

30 января 2017 г.



А. М. ШИРОКОВ

Подпись руки Широкова А. М. заверяю:

Заместитель директора НИИЯФ МГУ,
Доктор физ.- мат. наук,
профессор



В. И. САВРИН