

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГУП «Российский
Федеральный Ядерный Центр-
Всероссийский научно-исследовательский
институт экспериментальной физики»,

доктор технических наук, профессор

В. Е. Костюков

2017 г.



ведущей организации на диссертацию Сидорчука Сергея Ивановича
«Исследование структуры тяжелых изотопов гелия в реакциях передачи и выбивания»,
представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.16 «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Работа выполнена в Лаборатории Ядерных Реакций (ЛЯР) им. Г.Н. Флерова ОИЯИ (г. Дубна, Россия) и посвящена экспериментальному исследованию структуры тяжелых изотопов гелия $^{6,8,10}\text{He}$ и изучению механизмов их образования в реакциях передачи и выбивания. От экспериментальной части исследований неотделима теоретическая обработка и интерпретация полученных результатов.

Изучение свойств легчайших ядер, расположенных вблизи линии нуклонной стабильности, относится к категории постоянных и фундаментальных проблем ядерной физики, поэтому исследования, представленные в диссертации, выполнены по актуальной теме. Первые экспериментальные исследования в этой области начались еще в 60-е годы прошлого века. Однако надежные и воспроизводимые результаты появились только с развитием техники вторичных пучков радиоактивных ядер.

В частности, детальное исследование структуры дважды магического ядра ^{10}He , которое среди известных ядер имеет максимальное отношение чисел нейтронов и протонов, стало возможным только с появлением пучков ядер ^{11}Li и ^{14}Be , на которых ^{10}He образуется в реакциях выбивания протона или α -частицы, имеющих относительно простой механизм протекания, что важно для интерпретации экспериментальных данных.

Экспериментальные данные, представленные в диссертации, были получены в ЛЯР на масс-сепараторе АКУЛИНА с использованием радиоактивных пучков $^{6,8}\text{He}$. Нам особенно приятно отметить, что криогенная тритиевая мишень, не имеющая аналогов в

мире, созданная совместно ВНИИЭФ и ЛЯР, впервые позволила выполнить исследование структуры ^{10}He и на пучке ^8He в простой реакции передачи двух нейтронов $^3\text{H}(^8\text{He},\text{p})^{10}\text{He}^*$ (звездочка обозначает основное и возбужденные состояния ядра).

Исследования выполнены методом недостающей массы по регистрации протонов отдачи кремниевым кольцевым детектором (задние углы регистрации в лабораторной системе координат) в совпадении с регистрацией кремниевым телескопом ^8He из распада $^{10}\text{He}^* \rightarrow 2n + ^8\text{He}$ (передние углы регистрации в лабораторной системе координат). Важным методическим приемом исследований было то, что они проведены в таких кинематических условиях, когда сечения выбранных реакций максимальны при минимальном вкладе конкурирующих фоновых процессов. Это позволило получить надежные угловые (впервые) и энергетические распределения ядер ^8He , образующихся в результате распада ^{10}He . По этим данным в результате теоретического анализа определены спины и четности основного и двух возбужденных состояний ^{10}He . В диссертации обоснованно сделан вывод, что при приближении к границе нейтронной стабильности полученная последовательность уровней ^{10}He свидетельствует о нарушении основных закономерностей традиционной оболочечной модели. Также отмечается, что данные для основного состояния ^{10}He , имеющего энергию 2.1 МэВ и ширину 2 МэВ, находятся в заметном противоречии с результатами известных экспериментов по выбиванию частиц из ядер ^{11}Li и ^{14}Be .

При исследовании состояний $^8\text{He}^*$ с помощью реакции $^3\text{H}(^6\text{He},\text{p})^8\text{He}^*$ схема эксперимента практически полностью совпадала с той, что была при изучении состояний ^{10}He : протоны регистрировались в совпадении с регистрацией ядер ^6He , образующихся при распаде $^8\text{He}^* \rightarrow 2n + ^6\text{He}$. При этом дополнительно регистрировались нейтроны в совпадении с регистрацией ^6He . Здесь наиболее важным результатом, полученным автором, является то, что в спектре возбуждения ^8He вблизи порога $2n + ^6\text{He}$ сечение реакции имеет необычное поведение, которое можно интерпретировать как возбуждение мягкой дипольной моды в ядре ^8He .

Структура ядра ^8He исследована с помощью реакции квазисвободного рассеяния $^4\text{He}(^6\text{He}, 2\alpha)2n$ на гелиевой мишени, находившейся под давлением 860 кбар и охлажденной до 16 К. Образующиеся α -частицы регистрировались в совпадении двумя одинаковыми кремниевыми ΔE - E -телескопами, расположенными симметрично под фиксированными передними углами относительно направления движения пучка ^6He . Регистрация нейтронов не проводилась. Методом недостающей массы по измеренным энергиям этих α -частиц и их углам регистрации, изменявшимся в диапазоне $\pm(15^\circ - 55^\circ)$, определились вектор импульса ненаблюдаемых нейтронов и энергия их относительного

движения. Такие экспериментальные исследования с их теоретической обработкой выполнены впервые. Здесь также впервые получена очень важная и значимая информация: о трехтельной импульсной корреляции основного состояния ${}^6\text{He}$; что в ядре ${}^6\text{He}$ присутствует значительный вклад конфигурации с разрушенной α -частицей, трехтельная кластерная конфигурация $t+d+n$ более вероятна, чем структура $t+t$.

В диссертации можно отметить ряд недостатков.

1. Акцентируется не указаны источники погрешностей экспериментальных результатов, не указана процедура их определения.
2. Не очень четко и подробно изложены кинематические и энергетические соотношения для реакции ${}^3\text{H}({}^8\text{He}, p){}^{10}\text{He}$.
3. Имеются повторения в изложении материала (стр.31 и 34; 31 и 36).
4. Встречаются очевидные недосказанности, например, на рис. 2.2.3 приведена энергетическая зависимость эффективности регистрации p - ${}^8\text{He}$ совпадений; однако, об её очевидном использовании при обработке результатов измерения не сказано.
5. Присутствуют опечатки и грамматические ошибки.

Однако отмеченные замечания ни в коей мере не умаляют научную и практическую значимость диссертационной работы.

Материалы диссертационной работы широко были представлены научному сообществу: они опубликованы в 19 авторитетных отечественных и иностранных научных журналах, доложены на 18 конференциях и совещаниях. Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации.

Диссертация является значимым вкладом в изучение малонуклонных ядер вблизи границы нейтронной стабильности, носит характер законченной научно-исследовательской работы на актуальную тему, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а Сидорчук Сергей Иванович заслуживает присвоения ему научного звания доктор физико-математических наук.

Отзыв и диссертация рассмотрены на заседании НТС ИЯРФ, протокол №3 от 20.07.2017 г.

Директор ИЯРФ,

доктор физико-математических наук

Н.В. Завьялов

Ведущий научный сотрудник,

кандидат физико-математических наук

Л.Н. Генералов