









## Краткая информация о проекте

Наименование	AP09258757 «Исследование резонансных механизмов образования кластеров в нуклонной среде»
Актуальность	<p>Эксперименты по взаимодействию легких ядер с ядрами, кластерные распады, включая и <math>\alpha</math>-распады тяжелых ядер, указывают на существования 2, 3 и более нуклонных ассоциаций в атомных ядрах. Как правило, эти ассоциации называют ядерными кластерами, связывая их с существующими легкими ядрами. В некоторых подходах кластерного описания их связывают с легкими ядрами, сжатыми во внешнем поле остальных нуклонов. При этом теоретическое описание ядерной материи на основе заданных в модели ядерных кластеров, как правило, дает очень посредственное согласие с экспериментом. Более того, наиболее точные расчеты, которые очень хорошо описывают спектры ядер до <math>A=10</math>, не дают никакого обоснования для кластерной модели атомных ядер и в настоящее время не существует никаких теоретических моделей, объясняющих причину возникновения кластеров. С другой стороны, известны эффекты трехчастичной динамики для взаимодействий, порождающих близкий к нулю полюс парной <math>t</math>-матрицы, такие как эффект Ефимова (сгущение спектра трех частиц при стремлении длин рассеяния парного взаимодействия к нулю) и теорема Томаса (коллапсирование трех частиц при стремлении радиуса действия парных сил к нулю).</p> <p>Рассмотрение проявления эффектов Ефимова и теоремы Томаса в многонуклонной среде ограничивается технически неразрешенной задачей выделения спектра подсистем в уравнениях типа Фаддеева—Якубовского. Тем не менее, успехи обобщенной модели атомных ядер, в которой каждый нуклон находится во внешнем поле, созданного оставшимися нуклонами, позволяют надеяться на адекватное описание двух- и трех-нуклонных ассоциаций атомных ядер, помещая эти ассоциации во внешнее поле.</p> <p>Таким образом, основная идея настоящего проекта заключается в предположении, что двух и трех нуклонные системы во внешнем поле оставшихся нуклонов ядра создадут устойчивые образования (кластеры) с энергией связи на нуклон, большей энергии связи на нуклон исходного ядра. При этом ожидаемые механизмы образования таких кластеров будут трехчастичные эффекты типа теоремы Томаса и эффекта Ефимова во внешнем поле. Эти эффекты определяются близким к нулю полюсом <math>t</math>-матрицы и в теории низкоэнергетического рассеяния традиционно называются резонансными эффектами, что и определяет название проекта.</p>
Цель	Целью Проекта является исследование изменений спектров ядерных систем за счет парных и трехчастичных нуклонных ассоциаций в реалистическом случае, когда длина парного рассеяния значительно превышает радиус действия парных сил.
Задачи	<p>По сути цели Проекта для ее достижения решалось четыре задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Исследование спектра двух частиц во внешнем поле осцилляторного вида</li> <li>• Исследование динуклонных ассоциаций в атомных ядрах</li> <li>• Исследование спектров трех частиц во внешнем поле осцилляторного вида</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оценка влияние спектров двух и трех частиц во внешнем поле на структуру атомных ядер</li> </ul>				
<p>Ожидаемые и достигнутые результаты</p>	<p>Все работы, запланированные в Заявке на грант, выполнены согласно календарному плану.</p> <p>Наиболее важным положительным результатом исследований по гранту является возможность описания энергии спаривания нуклонов с удовлетворительным согласием с опытными данными на базе простой идеи о взаимодействии валентных нуклонов через реалистический парный потенциал <math>NN</math>-потенциал без использования каких-либо подгоночных параметров. Это тем более удивительно, что принятая модель спаривания нуклонов опирается на коллективные модели типа БКШ или Н.Н. Боголюбова с подгоночными параметрами для остаточного взаимодействия. При этом выбранные параметры никогда не описывают спектр всех известных атомных четно-четных ядер</p> <p>Вторым по значимости результатом мы считаем наблюдение о разной энергии спаривания для четно-четно и четно нечетных ядер. Это наблюдение появилось при анализе более 600 известных ядер. По сути зависимость энергии спаривания нейтронов от нечетного протона и энергии спаривания протонов от нечетного нейтрона ставит под сомнение утверждение о независимости нейтронной и протонной компонент ядерной материи, принятой в моделях ядерных оболочек. Напрашивается вывод о существенном влиянии трехчастичного спектра на динамику ядра.</p> <p>Третьим значимым, хоть и отрицательным, результатом исследования является утверждение о невозможности проявления эффекта Ефимова в спектре атомных ядер.</p>				
<p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="483 1211 1252 1541"> <p>Пеньков Федор Михайлович, руководитель ScopusAuthor ID: 6701854086 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701854086">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701854086</a> Researcher ID: M-7870-2015 <a href="https://publons.com/researcher/2351456/feodor-penkov/">https://publons.com/researcher/2351456/feodor-penkov/</a> ORCID: 0000-0002-7001-6134 <a href="https://orcid.org/0000-0002-7001-6134">https://orcid.org/0000-0002-7001-6134</a></p> </td> <td data-bbox="1252 1211 1477 1541">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 1541 1252 1912"> <p>Жолдыбаев Тимур Кадырович, исполнитель ScopusAuthor ID: 8433851200 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8433851200">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8433851200</a> Researcher ID: M-7435-2015 <a href="https://publons.com/researcher/2351832/timur-zholdybayev/">https://publons.com/researcher/2351832/timur-zholdybayev/</a> ORCID: 0000-0003-3534-1000 <a href="https://orcid.org/0000-0003-3534-1000">https://orcid.org/0000-0003-3534-1000</a></p> </td> <td data-bbox="1252 1541 1477 1912">  </td> </tr> </table>	<p>Пеньков Федор Михайлович, руководитель ScopusAuthor ID: 6701854086 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701854086">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701854086</a> Researcher ID: M-7870-2015 <a href="https://publons.com/researcher/2351456/feodor-penkov/">https://publons.com/researcher/2351456/feodor-penkov/</a> ORCID: 0000-0002-7001-6134 <a href="https://orcid.org/0000-0002-7001-6134">https://orcid.org/0000-0002-7001-6134</a></p>		<p>Жолдыбаев Тимур Кадырович, исполнитель ScopusAuthor ID: 8433851200 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8433851200">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8433851200</a> Researcher ID: M-7435-2015 <a href="https://publons.com/researcher/2351832/timur-zholdybayev/">https://publons.com/researcher/2351832/timur-zholdybayev/</a> ORCID: 0000-0003-3534-1000 <a href="https://orcid.org/0000-0003-3534-1000">https://orcid.org/0000-0003-3534-1000</a></p>	
<p>Пеньков Федор Михайлович, руководитель ScopusAuthor ID: 6701854086 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701854086">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701854086</a> Researcher ID: M-7870-2015 <a href="https://publons.com/researcher/2351456/feodor-penkov/">https://publons.com/researcher/2351456/feodor-penkov/</a> ORCID: 0000-0002-7001-6134 <a href="https://orcid.org/0000-0002-7001-6134">https://orcid.org/0000-0002-7001-6134</a></p>					
<p>Жолдыбаев Тимур Кадырович, исполнитель ScopusAuthor ID: 8433851200 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8433851200">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8433851200</a> Researcher ID: M-7435-2015 <a href="https://publons.com/researcher/2351832/timur-zholdybayev/">https://publons.com/researcher/2351832/timur-zholdybayev/</a> ORCID: 0000-0003-3534-1000 <a href="https://orcid.org/0000-0003-3534-1000">https://orcid.org/0000-0003-3534-1000</a></p>					

	<p>Красовицкий Павел Михайлович, исполнитель  ScopusAuthor ID: 2642307380  <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=2642307380">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=2642307380</a>  Researcher ID: ABA-7012-2021  <a href="https://publons.com/researcher/4710845/krassovitskiy-pavel/">https://publons.com/researcher/4710845/krassovitskiy-pavel/</a>  ORCID: 0000-0001-8145-7974 <a href="https://orcid.org/0000-0001-8145-7974">https://orcid.org/0000-0001-8145-7974</a></p>	
	<p>Курмангалиева Венера Оразхановна исполнитель  Scopus Author ID: 57200796046  <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57200796046">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57200796046</a>  Researcher ID: O-3346-2014  <a href="https://publons.com/researcher/2464070/venera-vko-kurmangalieva/">https://publons.com/researcher/2464070/venera-vko-kurmangalieva/</a>  ORCID: 0000-0001-8046-8508 <a href="https://orcid.org/0000-0001-8046-8508">https://orcid.org/0000-0001-8046-8508</a></p>	
	<p>Тутебаева Айсулу Сәкенқызы, исполнитель  ORCID: 0000-0002-0345-0395 <a href="https://orcid.org/0000-0002-0345-0395">https://orcid.org/0000-0002-0345-0395</a></p>	
<p>Список публикаций со ссылками на них</p>	<p>По результатам исследования опубликованы три статьи, индексируемые в базах данных Scopus и Web of Science. При этом одна из работ опубликована в журнале с Q1 по Web of Science.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pen'kov F.M., Kurmangalieva V.O., Zholdybayev T.K., Krassovitskiy P.M. Residual interaction and nucleon pairing energy // Acta Physica Polonica B, Proceedings Supplement. – 2023. –V.16. – 2-A15. <a href="https://doi.org/10.5506/APhysPolBSupp.16.2-A15">https://doi.org/10.5506/APhysPolBSupp.16.2-A15</a> (Q4).</li> <li>2. Pen'kov F.M., Zholdybayev T.K., Krassovitskiy P.M., Kurmangalieva V.O. Isotriplet pairing energy of nucleons in nuclei // Results in Physics. – 2023. – V.52. – 106856. <a href="https://doi.org/10.1016/j.rinp.2023.106856">https://doi.org/10.1016/j.rinp.2023.106856</a> (Q1)</li> <li>3. Mukhametkaliuly A., Pen'kov F.M. Resonant scattering of <math>\mu</math>-mesons by atomic nuclei // Recent Contributions to Physics. – 2023. – V.85, is. 2. – P. 4-11. <a href="https://doi.org/10.26577/RCPH.2023.v85.i2.01">https://doi.org/10.26577/RCPH.2023.v85.i2.01</a> (КОКОН).</li> </ol>	
<p>Информация о патентах</p>	<p>-</p>	