Форма № 24

НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЯДЕРНАЯ ДИНАМИКА И СВОЙСТВА ЯДЕРНЫХ

ТЕМА: «ТЕОРИЯ ЯДЕРНЫХ СИСТЕМ»

ЛТФ ОИЯИ

ФАМИЛИИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПРОЕКТА: Ершов С.Н., Антоненко Н.В.

ДАТА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТА В ДНОД \_\_\_\_06.04.2023\_\_

ДАТА НТС ЛАБОРАТОРИИ \_\_\_22.12.2022\_\_\_ НОМЕР ДОКУМЕНТА \_\_\_9\_\_\_\_\_

ДАТА НАЧАЛА ПРОЕКТА \_\_\_2024\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(ДЛЯ ПРОДЛЕНИЙ –– ДАТА ПЕРВОГО УТВЕРЖДЕНИЯ ПРОЕКТА)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ   
Директор Института**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /  
“\_\_\_ “\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_ г.**

**Блок Теоретическая физика  
Наименование проекта по теме «Теория ядерных систем»**

Низкоэнергетическая ядерная динамика и свойства ядерных систем **Сроки выполнения проекта: 2024-2028**

**1. Общие сведения о проекте**

**1.1. Шифр темы** **01-3-1136-2019**

**1.2. Лаборатория ЛТФ**

**1.3. Научное направление Теоретическая физика**

**1.4. Наименование проекта**

Низкоэнергетическая ядерная динамика и свойства ядерныхсистем

**1.5. Руководители проекта:** Ершов С.Н., Антоненко Н.В.

**2. Научное обоснование и организационная структура**

**2.1. Аннотация**

Цель проекта - изучение важных динамических ядерных процессов, таких как слияние, квазиделение, многонуклонные передачи, захват и развал. Исследования околопороговых эффектов требуют единого описания ядерной структуры и реакций. Приоритетом будет разработка кластерных моделей, которые позволят понять особенности структуры ядер в крайних точках нейтронно-протонной карты. Планируется дальнейшее развитие полностью квантовой модели распада слабосвязанных ядер. Изучение ядерных свойств в зависимости от энергии возбуждения необходимо для выявления эффектов, выходящих за рамки описания среднего поля. В нагретых ядрах поверхность потенциальной энергии изменяется таким образом, что высота барьера деления для сверхтяжелых ядер уменьшается. Изучение образования сверхтяжелых ядер с *Z*=119 и 120 в реакциях слияния должно быть продолжено на основе микроскопического подхода. Рассчитанные микроскопически транспортные коэффициенты и ядро-ядерный потенциал будут использованы в модели двойной ядерной системы для описания слияния ядер.

**2.2. Научное обоснование**

Наше понимание ядерных свойств основано на результатах экспериментов по изучению ядерных реакций. Следует рассмотреть важные динамические процессы, такие как слияние, квазиделение, многонуклонные передачи, захват и развал. Описание реакций передач можно улучшить, учитывая нелокальные взаимодействия и парные или кластерные передачи. Улучшение функционала плотности энергии требуется для описания ядро-ядерного взаимодействия, а не только свойств ядра.

Каждый из участников проекта будет работать по одному из следующих направлений.

Следует детально изучить влияние окружающей среды на скорость астрофизических реакций. Это требует дальнейшего развития теории открытых квантовых систем. Необходимо рассмотреть низкоэнергетические дипольные возбуждения, предположительно играющие заметную роль в звездном нуклеосинтезе.

С ростом энергии возбуждения поверхность потенциальной энергии изменяется таким образом, что высота барьера деления для сверхтяжелых ядер уменьшается. Поэтому изучение затухания оболочечных эффектов с ростом энергии возбуждения важно для оценки стабильности возбужденных тяжелых ядер. Для оценки выживаемости возбужденных тяжелых ядер требуется вычислять плотности уровней в основном состоянии и на барьере деления.

Изучение образования сверхтяжелых соединений с *Z*=119 и 120 в реакциях слияния должно быть продолжено на основе микроскопического рассмотрения. Рассчитанные микроскопически транспортные коэффициенты и ядро-ядерный потенциал будут использованы в модели двойной ядерной системы для описания слияния ядер. Будут также рассмотрены особенности квазиделения, конкурирующего с полным слиянием. Рассчитанные распределения по массе и TKE продуктов квазиделения планируется сравнить с распределениями продуктов деления. Задача состоит в том, чтобы найти надежные критерии для отделения продуктов деления от продуктов квазиделения. Новые изотопы тяжелых ядер, которые невозможно получить в реакциях полного слияния, могут быть получены в реакциях передачи. Поэтому требуется улучшение теоретического анализа этих реакций, включение передачи.кластеров при описании механизма реакций. Должно быть продолжено изучение образования новых изотопов сверхтяжелых ядер в каналах испарения заряженных частиц, чтобы найти наиболее подходящие реакции для будущих экспериментов.

Преимуществом кластерного подхода является одновременное описание α-распада и спонтанного деления из основного состояния как четно-четных, так и четно-нечетных ядер с одним и тем же набором параметров. Основное допущение модели состоит в том, что за эти процессы ответственна зарядовая асимметрия в качестве коллективной координаты. В этом же подходе следует изучить деление из изомерных состояний и вынужденное деление. Успех в описании экспериментальных данных приведет к новому взгляду на процесс деления.

Имеется много примеров, демонстрирующих фазовые переходы в ядрах с увеличением энергии возбуждения, углового момента и с изменением числа нуклонов. Эти фазовые переходы связаны с изменением симметрии. Мы собираемся рассмотреть особенности нарушения симметрии и преобразования симметрии, а также связанные с ними физические эффекты в конечных квантовых системах.

Теория ядра применяется во многих областях исследований, играет важную роль в объяснении экспериментальных данных и реализации экспериментальных программ, а также в поиске новых приложений. Крупномасштабные ядерно-физические установки в мире поддерживают программу теоретических исследований в области ядерной динамики и ядерной астрофизики. Наши теоретические усилия направлены на ответы на следующие вопросы:

- Каковы пределы ядерной стабильности? Где находятся границы протонной и нейтронной стабильности? Как мы можем обнаружить замкнутую протонную оболочку за Pb? Каков наилучший способ получения определенного изотопа?

- Как происходит динамика слияния и деления? Можем ли мы определить наблюдаемые для подтверждения определенных каналов слияния и деления?

- Как происходят астрофизические процессы? Каково влияние окружающей среды на астрофизические реакции?

- Как изменяется структура ядра в зависимости от температуры и углового момента? Какова роль кластерных степеней свободы в ядерных возбуждениях? Какими свойствами обладают сверхтяжелые элементы?

- Свойства ядерных систем за пределами нуклонной стабильности? Возможность многонейтронного радиоактивного распада?

Эксперименты по реакциям полного слияния ядер 48Ca и различных актинидов были успешно проведены в ЛЯР (Дубна), GSI (Дармштадт) и LBNL (Беркли) [1–16] с целью синтеза сверхтяжелых ядер (СТЯ) с *Z* = 112–118.

Измерение и предсказание сечений реакций является важной задачей при изучении сверхтяжелых ядер (СТЯ). Сечения слияния и структурные свойства СТЯ определяются конкуренцией между массовыми свойствами и микроскопической динамикой. Проблема состоит в том, чтобы выбрать оптимальный способ получения СТЯ с *Z* = 119, 120 и, возможно, 121 в реакциях полного слияния. Если есть только несколько возможностей для производства СТЯ с *Z* = 119 – 121, то для синтеза новых изотопов есть много возможных подходов. Таким образом, также необходимо выбрать наиболее эффективные реакции для получения новых изотопов СТЯ с *Z* < 119. Количество доступных актинидных мишеней невелико. Возможно, наибольший *Z* для ядер-мишени равен 99. Для получения СТЯ с *Z* = 119 – 121 следует использовать пучки с *Z* > 20, т. е. Ti или Cr. В то время как для реакций с 48Ca уже имеется много данных и измерено несколько функций возбуждения, реакции с Ti и Cr требуют теоретического анализа для определения оптимальных энергий столкновения и каналов испарения.

Что касается получения новых изотопов, то здесь могут быть использованы либо реакции полного слияния, либо реакции передач. Теория направлена на поиск наиболее эффективной реакции для получения максимального выхода интересующего изотопа. Помимо выбора сталкивающихся ядер для реакций полного слияния, можно изменять энергию столкновения и использовать как подбарьерные энергии, приводящие к (0−2)*n* каналам испарения и испарительным остаткам с большим числом нейтронов, так и более высокие энергии, что приводит к (5−8)*n* испарительным каналам и, как следствие, к нейтронодефицитным изотопам.

В реакциях полного слияния-испарения на основе актинидов, индуцированных 48Ca, большая часть СТЯ была получена в 3- и 4*n* каналах испарения. Испарительные остатки в канале испарения 2*n* обнаружены только в реакциях 48Ca + 242Pu, 48Ca + 243Am и 48Ca + 245Cm. Ядра 285,287Fl и 292Ts были получены также в канале испарения 5*n*. В настоящее время актуально расширение области СТЯ в направлении магического числа нейтронов *N* = 184. Для этого необходимо исследовать различные каналы реакций. Новые изотопы наиболее тяжелых ядер с *Z* = 112–117 могут быть синтезированы в реакциях полного слияния-испарения с 48Ca с испусканием заряженных частиц (протон «*p*» или альфа «*α*» частица) и нейтрона(ов) из возбужденного компаунд-ядра (КЯ). Отметим, что возможность получения новых наиболее тяжелых изотопов СТЯ с *Z* = 113, 115 и 117 в каналах испарения протонов с достаточно высокой эффективностью была впервые проверена в работах [17] и [18]. Также можно ожидать появления новых изотопов в каналах испарения 1*n* и 2*n*. Следует выявить, насколько быстро уменьшается сечение испарительного остатка с ростом энергии пучка в подбарьерной области.

Динамика слияния сильно различается при описании адиабатическим или диабатическим потенциалами. Адиабатические потенциалы предпочтительно приводят к описанию динамики слияния по координате межъядерного расстояния *R*, тогда как диабатические потенциалы описывают слияние при движении по координате массовой асимметрии η. Возникает вопрос, какой из этих реакционных механизмов, описывающих образование СТЯ, реализуется в природе. Возможный ответ может дать, например, детальное изучение процесса квазиделения, сопровождающего процессы слияния.

Известно, что адиабатическое описание со многими коллективными координатами в итоге сводится к диабатическому описанию, поскольку кинетическая энергия относительного движения кластеров, изначально имеющаяся в системе, затем переходит в другие степени свободы, и ядерная система будет останавливаться вблизи точки касания. Это является отправной точкой концепции двойной ядерной системы (ДЯС) для описания слияния ядер.

Помимо вероятности образования КЯ, решающее значение для сечения испарительного остатка имеет его выживаемость. Действительно, возбужденное составное ядро должно выжить в конкуренции между охлаждающим его испарением и делением. Чтобы оценить вероятность выживания, мы должны иметь информацию о свойствах ядра, таких как энергия отделения испаряющихся частиц, барьер деления и энергия связи. Эти значения для СТЯ могут быть взяты только из расчетов, основанных на моделях ядерной структуры. Обычно эти модели делятся на микроскопически-макроскопические (ММ) и самосогласованные. Микроскопически-макроскопические модели основаны на параметризациях формы ядра и одночастичного потенциала. Самосогласованные модели или модели среднего поля основаны на функционалах плотности энергии, которые построены или частично построены на основе *ab initio* вычислений. Разные модели дают разные предсказания. Цель теории – установить взаимосвязь между всеми этими моделями, чтобы понять разницу и выбрать лучшую для дальнейшего расчета в области СТЯ.

Стабильность СТЯ связана с оболочечными эффектами, которые определяются средним полем и спин-орбитальным взаимодействием. В реакциях полного слияния, индуцированных 48Ca, экспериментальные сечения испарительных остатков σ*xn* слабо зависят от атомного номера *Z* СТЯ и принимают значения порядка пикобарн. Поскольку сечение образования КЯ сильно уменьшается с увеличением *Z*1 × *Z*2, а абсолютная величина сечения остатков испарения определяется произведением сечения полного слияния и вероятности выживания, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что существует замкнутая нейтронная оболочка при *Z* ≥ 120 [19, 20].

Экспериментальные зависимости свойств ядер (значений *Qα* и периодов полураспада) и сечений образования СТЯ свидетельствуют о возрастающей стабильности ядер при приближении к сферической замкнутой нейтронной оболочке *N* = 184, а также указывают на относительно небольшое влияние протонной оболочки при *Z* = 114. В ММ моделях [21–24] «остров стабильности» СТЯ предсказывается при зарядовом числе *Z* = 114 и числе нейтронов *N* = 184. Однако скачка в *Qα* не наблюдается при пересечении протонного числа 114 при числе нейтронов от 172 до 176. Это экспериментальное наблюдение согласуется с предсказаниями релятивистской и нерелятивистской моделей среднего поля [25–28], в которой ожидается большая стабильность вблизи ядра с *Z* = 120–126 и *N*= 184. Если оболочечный эффект при *Z* = 120–126 настолько же сильный, как при *Z* = 114, то есть надежда на синтез новых СТЯ с *Z* ≥ 120 с использованием существующих экспериментальных установок. Таким образом, структура СТЯ существенно влияет на сечения испарительных остатков в реакциях полного слияния и должна быть детально изучена.

В настоящее время ядерные возбуждения выше различных порогов, когда несколько ядерных фрагментов находятся в непрерывном спектре атомных ядер, привлекают широкий интерес в ядерном сообществе и активно исследуются во многих лабораториях, включая ЛЯР ОИЯИ. Примерами могут быть изучение свойств тяжелых водородов 5-7H [29-30], 10He [31], поиски 2-х и 4-х нейтронной радиоактивности [32] и т.д. Эти исследования относятся к области спектроскопии континуума с несколькими фрагментами в непрерывном спектре, что требует проведения экспериментов на совпадение и разработки методов их теоретического анализа.

1. Yu.Ts.Oganessian, J.Phys.G34,R165(2007)

2. Yu.Ts.Oganessian et al.,Phys.Rev.C69,054607(2004)

3. Yu.Ts.Oganessian et al.,Phys.Rev.C72,034611(2005)

4. Yu.Ts.Oganessian et al.,Phys.Rev.C76,011611(2007)

5. Yu.Ts.Oganessian et al.,Phys.Rev.Lett.104,142502(2010)

6. Yu.Ts.Oganessian et al.,Phys.Rev.C87,014302(2013)

7. Yu.Ts.Oganessian et al.,Phys.Rev.C87,034605(2013)

8. Yu.Ts.Oganessian et al.,Phys.Rev.C87,054621(2013)

9. Yu.Ts. Oganessian, V.K. Utyonkov, Nucl. Phys. A 944, 62 (2015)

10. V.K.Utyonkov et al.,Phys.Rev.C92,034609(2015)

11. S.Hofmann et al.,Eur.Phys.J.A32,251(2007)

12. S.Hofmann, Radiochim.Acta99,405(2011)

13. S.Hofmann et al.,Eur.Phys.J.A48,62(2012)

14. S.Hofmann, J.Phys.G42,114001(2015)

15. S. Hofmann et al., Eur. Phys. J. A 52, 180 (2016)

16. L. Stavsetra, K.E. Gregorich, J. Dvorak, P.A. Ellison, I. Dragojevic ́, M.A. Garcia, H. Nitsche, Phys. Rev. Lett. 103, 132502 (2009)

17. J. Hong, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, Phys. Lett. B 764, 42 (2017)

18. K.Siwek-Wilczyn ́ska,T.Cap,M.Kowal, Phys.Rev.C99,054603 (2019)

19. G.G. Adamian, N.V. Antonenko, V.V. Sargsyan, Phys. Rev. C 79, 054608 (2009)

20. G.G. Adamian, N.V. Antonenko, V.V. Sargsyan, W. Scheid, Nucl. Phys. A 834, 345c (2010)

21. P. Möller, A.J. Sierk, T. Ichikawa, H. Sagawa, At. Data Nucl. Data Tables 109–110, 1 (2016)

22. I. Muntian, S. Hofmann, Z. Patyk, A. Sobiczewski, Acta. Phys. Pol. B 34, 2073 (2003)

23. A. Parkhomenko, I. Muntian, Z. Patyk, A. Sobiczewski, Acta. Phys. Pol. B 34, 2153 (2003)

24. P. Jachimowicz, M. Kowal, J. Skalski Phys. Rev. C 101, 014311 (2020)

25. P.G. Reinhard, Rep. Prog. Phys. 52, 439 (1989)

26. P. Ring, Prog. Part. Nucl. Phys. 37, 193 (1996)

27. M. Bender, P.H. Heenen, P.G. Reinhard, Rev. Mod. Phys. 75, 121 (2003)

28. J. Meng, H. Toki, S.G. Zhou, S.Q. Zhang, W.H. Long, L.S. Geng, Prog. Part. Nucl. Phys. 57, 470 (2006)

28. A.A. Bezbakh et al., Phys. Rev. Lett. 124, 022502 (2020)

29. I.A. Muzalevskii et al., Phys. Rev. C103, 044313 (2021)

30. E.Yu. Nikolskii, Phys. Rev. C105, 064605 (2022)

31. S.I. Sidorchuk et al., Phys. Rev. Lett. 108, 202502 (2012)

32. L. V. Grigorenko et al., Phys. Rev. C84, 021303(R) (2011)

Будут изучены ядерные реакции, участвующие в нуклеосинтезе в различных астрофизических объектах. Наблюдения показывают, что изначальное содержание 7Li составляет лишь одну треть от того, что предсказывает модель Большого взрыва. Следует детально изучить влияние окружающей среды на скорость астрофизических реакций. Это требует дальнейшего развития теории открытых квантовых систем. Необходимо исследовать низкоэнергетические дипольные возбуждения, предположительно играющие заметную роль в звездном нуклеосинтезе. Это исследование будет связано с экспериментами, проводимыми в ELI-NP.

Изучение ядерных свойств в зависимости от энергии возбуждения имеет решающее значение для выявления эффектов, выходящих за рамки описания среднего поля. С ростом энергии возбуждения поверхность потенциальной энергии изменяется таким образом, что высота барьера деления для сверхтяжелых ядер уменьшается. Поэтому изучение затухания оболочечных эффектов при возбуждении важно для оценки стабильности возбужденных тяжелых ядер.

При исследовании столкновений со слабосвязанными ядрами можно применять модели, основанные на описании механизма реакций в рамках малочастичных подходов, уравнений Фаддеева, континуальных методов связанных каналов. Описание реакций передачи можно улучшить, включив в рассмотрение нелокальные взаимодействия и парные или кластерные передачи. Необходимо улучшить функционал плотности энергии, чтобы сделать его пригодным и для описания ядро-ядерного взаимодействия.

Слияние ядер включает столкновение двух квантовых систем многих тел, которые образуют горячее составное ядро ​​после диссипации их относительной кинетической энергии. Задача теории состоит в том, чтобы включить диссипацию и диффузию в модель и сохранить сущность квантовой многочастичной природы сталкивающихся ядер. Поскольку многие каналы реакции связаны и перекрываются друг с другом, модель слияния должна учитывать эволюцию от конфигурации двойной ядерной системы к составному ядру и описывать вклад каждого канала реакции. Для этого полезны методы теории открытых квантовых систем. Квантовый диффузионный подход, разработанный для рассмотрения захвата сталкивающихся ядер, должен быть расширен для учета других степеней свободы помимо межъядерного расстояния.

Изучение образования сверхтяжелых соединений с *Z*=119 и 120 в реакциях слияния должно быть продолжено на микроскопической основе. Рассчитанные микроскопически транспортные коэффициенты и ядро-ядерный потенциал будут использованы в модели двойной ядерной системы для описания слияния двух ядер. Особенности квазиделения, конкурирующего с полным слиянием, будут также рассмотрены. Распределения по массе и TKE продуктов квазиделения будут изучены и сравнены с распределениями продуктов деления. Задача состоит в том, чтобы найти надежные критерии для отделения продуктов деления от продуктов квазиделения. Новые изотопы тяжелых ядер, недостижимые в реакциях полного слияния, могут быть получены в реакциях передачи, что требует дальнейшего теоретического анализа. Кластерные передачи должны быть включены в модель. Должно быть продолжено изучение образования новых изотопов сверхтяжелых соединений в каналах испарения заряженных частиц, чтобы найти наиболее подходящие реакции для будущих экспериментов.

Преимуществом кластерного подхода является одновременное описание α-распада и спонтанного деления из основного состояния как четно-четных, так и четно-нечетных ядер с одним и тем же набором параметров. Основное допущение модели состоит в том, что за эти процессы ответственна зарядовая асимметрия как соответствующая коллективная переменная. Следует изучить деление из изомерных состояний и вынужденное деление. Успех в описании экспериментальных данных приведет к новому взгляду на процесс деления.

Имеется много примеров, демонстрирующих фазовые переходы в ядрах с увеличением энергии возбуждения, углового момента и с изменением числа нуклонов. Эти фазовые переходы связаны с изменением симметрии. Мы собираемся рассмотреть особенности нарушения симметрии и преобразования симметрии, а также связанные с ними физические эффекты в конечных квантовых системах. Особым видом преобразования симметрии, характерным только для конечных систем, является изменение симметрии формы. Все вышеперечисленные явления имеют место в мезоскопических системах, таких как атомы в ловушках, квантовые точки, атомные ядра. Анализ этих систем также сочетает в себе классические и квантовые идеи и методы. На самом деле роль симметрии становится очевидной во взаимодействии между порядком и хаосом в классическом пределе, что предполагает наиболее вероятные реализации конфигураций квантового равновесия конечных систем. Поэтому одним из направлений исследований является использование развитой в ядерной физике теории случайных матриц для анализа роли статистических (случайных) составляющих в свойствах различных многочастичных мезоскопических систем при различных энергиях возбуждения. Применение методов ядерной физики для развития нанотехнологий является еще одним важным аспектом наших исследований.

Сотрудники сектора № 2 НОТАЯ ЛТФ имеют многолетний опыт успешной работы по изучению ядерной динамики, ежегодно публикуют около 20 статей в высокорейтинговых международных журналах.

Как следует из приведенного списка публикаций за последние 4 года, участники проекта успешно решают проблемы описания ядерной динамики и структуры ядра.

Избранные публикации сотрудников сектора № 2 НОТАЯ ЛТФ (2019-2022)

1. Sh.A. Kalandarov, I.B. Abdurakhmanov, Z.Kanokov, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Angular momentum of open quantum systems in external magnetic field”, *Phys. Rev. A* **99**, 062109 [6 pages] (2019)
2. H. Pasca, A.V. Andreev, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Change of the shape of mass and charge distributions in fission of Cf isotopes with excitation energy”, *Phys. Rev. C* **99**, 064611 [10 pages] (2019)
3. V.V. Sargsyan, H. Lenske, G. G. Adamian, N. V. Antonenko, “Close Binary Galaxies: Application to Source of Energy and Expansion in Universe*”, Int. J. Mod. Phys. E* **28**, 1950031 [14 pages] (2019)
4. B. A. Urazbekov, A. S. Denikin, S. M. Lukyanov, N. Itaco, D. M. Janseitov, K. Mendibayev, V. Burjan, V. Kroha, J. Mrazek, W. H. Trzaska, M. N. Harakeh, D. Etasse, I. Stefan, D. Verney, T. Issatayev, Yu. E. Penionzhkevich, K. A. Kuterbekov,T. Zholdybayev, “Clusterization and strong coupled-channels effects in deuteron interaction with 9Be nuclei”, *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* **46**, 105110 [17 pages] (2019)
5. G. Nikoghosyan, E.A. Kolganova, D.A. Sazonov and R.V. Jolos, “Collective treatment of the isovector pair correlations: Boson representation”, *Eur. Phys. J. A* **55**, 189 [10 pages] (2019)
6. D.A. Sazonov, E.A. Kolganova, T.M. Shneidman, R.V. Jolos, N. Pietralla, W. Witt, “Description of shape coexistence in 96Zr based on the quadrupole-collective Bohr Hamiltonian”, *Phys. Rev. C* **99**, 031304 [6 pages] (2019)
7. A. Heusler, R.V.Jolos, P. von Brentano, “Description of the one particle-one hole configurations coupled to the 3-- yrast state in the double magic nucleus 208Pb”, *Phys. Rev. C* **99**, 034323 [10 pages] (2019)
8. N. Hernandez-Haro, J.Ortega-Castro, Ya.B.Martynov, R.G.Nazmitdinov, A. Frontera, “DFT prediction of band gap in organic-inorganic metal halide perovskites: An exchange-correlation functional benchmark study*”, Chem. Phys.* **516**, 225-231 (2019)
9. I. S. Rogov, G. G. Adamian, N. V. Antonenko, “Dynamics of a dinuclear system in charge-asymmetry coordinates: alpha decay, cluster radioactivity, and spontaneous fission”, *Phys. Rev. C*, **100**, 024606 [8 pages] (2019)
10. N.S. Simonovic, R.G. Nazmitdinov, “Effect of the magnetic field on electron density distributions in two-electron quantum dots*”, J. Phys. A: Math. Theor.* **52**, 435303 [21 pages] (2019)
11. N.Yu. Shirikova, A.V. Sushkov, R.V. Jolos, N. Pietralla, T. Beck, “Excitation energy dependence of the moments of inertia of well deformed nuclei”, *Phys. Rev. C* **99**, 044319 [6 pages] (2019)
12. Sargsyan, V.V., Lenske, H., Adamian, G.G., Antonenko, N.V., “From dinuclear systems to close binary stars: Application to mass transfer”, *Acta Phys. Pol. B* **50**, 507-516 (2019)
13. S. Pirrone, G. Politi, B. Gnoffo, M. La Commara, E. De Filippo, P. Russotto, M. Trimarchi, M. Vigilante, M. Colonna, Sh. A. Kalandarov, F. Amorini, L. Auditore, C. Beck, “Isospin influence on fragments production in 78Kr + 40Ca and 86Kr + 48Ca collisions at 10 MeV/nucleon”, *Eur. Phys. J. A* **55**, 22[13 pages] (2019)
14. S. A. Rakityansky, S. N. Ershov, “Jost-matrix analysis of the resonance 5He\*(3/2+) near the dt-threshold”, *Int. J. Mod. Phys. E* **28**,1950064 [37 pages] (2019)
15. M. Pudlak, R.G. Nazmitdinov, “Klein collimation by rippled graphene superlattice”, *J. Phys.: Cond. Matt.* **31**, 495301 [8 pages] (2019)
16. I.B. Abdurakhmanov, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, Z. Kanokov, “Open quantum system in external magnetic field within non-Markovian quantum Langevin approach”, *Physica A: Stat. Mech. Appl*. **514**, 957–973 (2019)
17. V.V. Sargsyan, H. Lenske, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Origin of the orbital period change in contact binary stars”, *Int. J. Mod. Phys*. E **28**, 1950044 [11 pages] (2019)
18. Myeong-Hwan Mun, Kyujin Kwak, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Possible production of neutron-rich Md isotopes in multinucleon transfer reactions with Cf and Es targets”, *Phys. Rev. C* **99**, 054627 [8 pages] (2019)
19. S. A. Rakityansky, S. N. Ershov, and T. J. Tshipi, “Resonant states 0+ of the Boron isotope 8B from the Jost-matrix analysis of the partial cross-sections”, *Int. J. Mod. Phys. E* **28**, 1950083 [21 pages] (2019)
20. F. Bonnin-Ripoll, Y.B. Martynov, G. Cardona, R.G. Nazmitdinov, R.Pujol-Nadal, “Synergy of the ray tracing+carrier transport approach: On efficiency of perovskite solar cells with a back reflector”, *Solar Energy Materials and Solar Cells* **200**, 110050 [10 pages] (2019)
21. A. K. Nasirov, B. M. Kayumov, G. Mandaglio, G. Giardina, K. Kim, Y. Kim, “The effect of the neutron and proton numbers ratio in colliding nuclei on the formation of the evaporation residues in the 34S + 208Pb and 36S + 206Pb reactions”, *Eur. Phys. J. A* **55**, 29 [14 pages] (2019)
22. Butler, P.A., Gaffney, L.P., Spagnoletti, P., Konki, J., Scheck, M., Smith, J.F., Abrahams, K., Bowry, M., Cederkall, J., Chupp, T., de Angelis, G., De Witte, H., Garrett, P.E., Goldkuhle, A., Henrich, C., Illana, A., Johnston, K., Joss, D.T., Keatings, J.M., Kelly, N.A., Komorowska, M., Krell, T., Lozano, M., Nara Singh, B.S., O’Donnell, D., Ojala, J., Page, R.D., Pedersen, L.G., Raison, C., Reiter, P., Rodriguez, J.A., Rosiak, D., Rothe, S., Shneidman, T.M., Siebeck, B., Seidlitz, M., Sinclair, J., Stryjczyk, M., Van Duppen, P., Vinals, S., Virtanen, V., Warr, N., Wrzosek-Lipska, K., Zielinska, M. “The observation of vibrating pear-shapes in radon nuclei”, *Nature Communications* **10**, 2473 [5 pages] (2019)
23. S. N. Ershov, “B-Splines and Bernstein Basis Polynomials”, *Phys. Part. Nucl. Lett.* **16**, 593-601 (2019)
24. R. G. Nazmitdinov, “From Chaos to Order in Mesoscopic Systems”, *Phys. Part. Nucl. Lett.* **16**, 159-169 (2019)
25. J. Busa, M. Pudlak, R. G. Nazmitdinov, “On Electron Scattering through a Single Corrugated Graphene Sructure”, *Phys. Part. Nucl. Lett.* **16**, 729–733 (2019)
26. A.I. Svirikhin, A.V. Andreev, A.V. Yeremin, Н.И. Zamyatin, I.N. Izosimov, A.V. Isaev, A.N. Kuznetsov, A.A. Kuznetsova, O.N. Malyshev, A.G. Popeko, Y.A. Popov, E.A. Sokol, M.S. Tezekbayeva, M.L. Chelnokov, V.I. Chepigin, T.M. Schneidman, B. Andel, S. Antalic, A. Bronis, P. Mosat, B. Gall, O. Dorvaux, B. M. Retailleau, K. Hauschild, A. Lopez-Martenz, P. Chauveau, E. Stefanova, D. Tonev , “Prompt neutrons of 254Rf spontaneous fission”, *Phys. Part. Nucl. Lett.* **16**, 768–771 (2019)
27. Худоба В., Григоренко Л.В., Фомичев А.С., Безбах А.А., Егорова И.А., Ершов С.Н., Горшков А.В., Горшков В.А., Каминьски Г., Крупко С.А., Муха И., Никольский Е.Ю., Парфенова Ю.Л., “Детальное изучение внешних корреляций в низкоэнергетическом спектре бериллия-6”, *Известия РАН, сер. Физ.* **83**, 443-450 (2019)
28. Р.В.Джолос, Е.А.Колганова, Д.А.Сазонов, “Параметр развязывания для ротационных полос, основанных на состояниях со смешанной симметрией”, *Ядерная Физика* **82**, 129-131 (2019)
29. T. Beck, V. Werner, N. Pietralla, M. Bhike, N. Cooper, U. Friman-Gayer, J. Isaak, R.V. Jolos, J. Kleemann, Krishichayan, O. Papst, W. Tornow, C. Bernards, B.P. Crider, “*∆K*=0 M1 Excitation Strength of the Well-Deformed Nucleus 164Dy from K Mixing”, *Phys. Rev. Lett.* **125**, 092501 [6 pages] (2020)
30. W. von Oertzen, A. K. Nasirov, “A new radioactive decay mode, true ternary fission, the decay of heavy nuclei into three comparable fragments”, *Eur. Phys. J. A* **56**, 299 [24 pages] (2020)
31. A.A.Hovhannisyan, V.V.Sargsyan, G.G.Adamian, N.V.Antonenko, D.Lacroix, “Asymptotic equilibrium in quantum system fully coupled simultaneously to mixed fermionic–bosonic heat baths”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* **545**, 123653 [9 pages] (2020)
32. L.V.Grigorenko, Yu.L. Parfenova, N.B.Shulgina, M.V.Zhukov, “Asymptotic normalization coefficient method for two-proton radiative capture”, *Phys. Lett. B* **811**, 135852 [8 pages] (2020)
33. A. Rahmatinejad, T. M. Shneidman, N. V. Antonenko, A. N. Bezbakh, G. G. Adamian, L. A. Malov, “Collective enhancements in the level densities of Dy and Mo isotopes”, Phys. Rev. C 101, 054315 (2020)
34. O. K. Ganiev and A. K. Nasirov, “Comparative analysis of the Coulomb barrier in heavy-ion collisions by the double-folding method*”, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys*. **47**, 045115 [26 pages] (2020)
35. Shilpi Gupta, K.Mahata, A.Shrivastava, K.Ramachandran, S.K.Pandit, P.C.Rout, V.V.Parkar, R.Tripathi, Shilpi Gupta, K.Mahata, A.Shrivastava, K.Ramachandran, S.K.Pandit, P.C.Rout, V.V.Parkar, R.Tripathi, A.Kumar, B.K.Nayak, E.T.Mirgule, A.Saxena, S.Kailas, A.Jhingan, A.K.Nasirov, G.A.Yuldasheva, P.N.Nadtochy, C.Schmitt, “Competing asymmetric fusion-fission and quasifission in neutron-deficient sub-lead nuclei”, *Phys. Lett. B* **803**, 135297 [5 pages] (2020)
36. Juhee Hong, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Could new isotopes of superheavies with Z=112–118 be produced in 48Ca-induced cold fusion reactions?”, *Phys. Lett. B* **805**, 135438 [5 pages] (2020)
37. E. V. Mardyban, E. A. Kolganova, T. M. Shneidman, R. V. Jolos, and N. Pietralla, “Description of the low-lying collective states of 96Zr based on the collective Bohr Hamiltonian including the triaxiality degree of freedom”, *Phys. Rev. C* **102**, 034308 [10 pages] (2020)
38. Butler, P.A., Gaffney, L.P., Spagnoletti, P., Konki, J., Scheck, M., Smith, J.F., Abrahams, K., Bowry, M., Cederkall, J., Chupp, T., de Angelis, G., De Witte, H., Garrett, P.E., Goldkuhle, A., Henrich, C., Illana, A., Johnston, K., Joss, D.T., Keatings, J.M., Kelly, N.A., Komorowska, M., Krell, T., Lozano, M., Nara Singh, B.S., O’Donnell, D., Ojala, J., Page, R.D., Pedersen, L.G., Raison, C., Reiter, P., Rodriguez, J.A., Rosiak, D., Rothe, S., Shneidman, T.M., Siebeck, B., Seidlitz, M., Sinclair, J., Stryjczyk, M., Van Duppen, P., Vinals, S., Virtanen, V., Warr, N., Wrzosek-Lipska, K., Zielinska, M. “Evolution of Octupole Deformation in Radium Nuclei from Coulomb Excitation of Radioactive 222Ra and 228Ra Beams”, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 042503 [6 pages] (2020)
39. H. Pasca, A. V. Andreev, G. G. Adamian, N. V. Antonenko, “Examination of coexistence of symmetric mass and asymmetric charge distributions of fission fragments*”, Phys. Rev. C* **101**, 064604 [11 pages] (2020)
40. V. V. Sargsyan, G.G.Adamian, N. V. Antonenko, H. Lenske, “Extended quantum diffusion approach to reactions of astrophysical interests”, *Eur. Phys. J. A* **56**, 19 [9 pages] (2020)
41. P. V. Laveen, E. Prasad, N. Madhavan, A. K. Nasirov, J. Gehlot, S. Nath, G. Mandaglio, G. Giardina, A. M. Vinodkumar, M. Shareef, A. Shamlath, S. K. Duggi, P. Sandya Devi, Tathagata Banerjee, M. M. Hosamani, Khushboo, P. Jisha, Neeraj Kumar, Priya Sharma, and T. Varughese, “Fusion studies in 35,37Cl+181Ta reactions via evaporation residue cross section measurements”, *Phys. Rev. C* **102**, 034613 [11 pages] (2020)
42. L.V. Grigorenko, N.B. Shulgina , M.V. Zhukov, “High-precision studies of the soft dipole mode in two-neutron halo nuclei: The 6He case”, *Phys. Rev. C* **102**, 014611 [15 pages] (2020)
43. G. Adamian, N. Antonenko, A. Diaz-Torres, S. Heinz, “How Does One Extend the Chart of Nuclides?”, *Nuclear Physics News* **30**, 22-26 (2020)
44. G. G. Adamian, N. V. Antonenko, A. Diaz-Torres, S. Heinz, “How to extend the chart of nuclides?”, *Eur. Phys. J. A* **56**, 47 [51 pages] (2020)
45. G. Nikoghosyan, A. Balabekyan, E.A. Kolganova, R.V. Jolos, D. A. Sazonov, “Isovector pair correlations in analytically solvable models”, *Int. J. Mod. Phys. E* **29**, 2050091 [13 pages] (2020)
46. K. Pichugin, A. Puente, R. Nazmitdinov, “Kramers Degeneracy and Spin Inversion in a Lateral Quantum Dot”, *Symmetry* **12,** 2043 (2020)
47. P.W. Wen, A.K. Nasirov, C.J. Lin and H.M. Jia, “Multinucleon transfer reaction from view point of dynamical dinuclear system method”, *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* **47**, 075106 [12 pages] (2020)
48. P. W. Wen, O. Chuluunbaatar, A. A. Gusev, R. G. Nazmitdinov, A. K. Nasirov, S. I. Vinitsky, C. J. Lin, and H. M. Jia, “Near-barrier heavy-ion fusion: Role of boundary conditions in coupling of channels”, *Phys. Rev. C* **101**, 014618 [10 pages] (2020)
49. A.A. Hovhannisyan, V.V. Sargsyan, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, D. Lacroix, “Non-Markovian dynamics of quantum systems coupled with several mixed fermionic-bosonic heat baths”, *Phys. Rev. E* **101**, 062115 [13 pages] (2020)
50. D. Lacroix, V.V. Sargsyan, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, A.A. Hovhannisyan, “Non-Markovian modeling of Fermi-Bose systems coupled to one or several Fermi-Bose thermal baths”, *Phys. Rev. A* **102**, 022209 [12 pages] (2020)
51. I.S.Rogov, G.G.Adamian, N.V.Antonenko, T.M.Shneidman, H.Lenske, “Nucleon density distribution in description of nuclear decays”, *Nucl. Phys. A* **1002**, 121995 [15 pages] (2020)
52. M. Pudlak, J. Smotlacha, R. Nazmitdinov, “On Symmetry Properties of The Corrugated Graphene System”, *Symmetry* **12**, 533 (2020)
53. G. G. Adamian, N. V. Antonenko, H. Lenske, V. V. Sargsyan, “On the evolution of compact binary black holes”, *Int. J. Mod. Phys. E* **29**, 2050094 [7 pages] (2020)
54. J. Hong, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, P. Jachimowicz, M. Kowal, “Possibilities of direct production of superheavy nuclei with Z=112–118 in different evaporation channels*”, Phys. Lett. B* **809**, 135760 [8 pages] (2020)
55. Mun Myeong-Hwan, Kyujin Kwak, Adamian G.G., Antonenko N.V., “Possible production of neutron-rich No isotopes”, *Phys. Rev. C* **101**, 044602 [8 pages] (2020)
56. G. G. Adamian, N. V. Antonenko, H. Lenske, L. A. Malov,”Predictions of identification and production of new superheavy nuclei with Z=119 and 120”, Phys. Rev. C 101, 034301 (2020)
57. Sh.A. Kalandarov, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, H.M. Devaraja, S. Heinz, “Production of neutron deficient isotopes in the multinucleon transfer reaction 48Ca (Elab=5.63 MeV/nucleon) +248Cm”, *Phys. Rev. C* **102**, 024612 [6 pages] (2020)
58. M.Pudlak, R.G. Nazmitdinov, “Spin-dependent electron transmission across the corrugated graphene”, *Physica E* **118**, 113846 [6 pages] (2020)
59. L.V.Grigorenko, N.B.Shulgina, M.V.Zhukov, “Three-body vs. dineutron approach to two-neutron radiative capture in 6He”, *Phys. Lett. B* **807**, 135557 [6 pages] (2020)
60. Рогов И.С., Антоненко Н.В., Адамян Г.Г., Шнейдман Т.М., “Влияние распределения нуклонной плотности на описание распада ядра”, *Ядерная Физика* **83**, 16-24 (2020)
61. Е. В. Мардыбан, Т. М. Шнейдман, Е. А. Колганова, Р. В. Джолос, “Описание стабилизации октупольной деформации в полосах переменной четности тяжелых ядер”, *Ядерная Физика* **83**, 53-59 (2020)
62. В. В. Саргсян, Х. Ленске, Г. Г. Адамян, Н. В. Антоненко, “От двойной ядерной системы к тесным двойным звездам и галактикам”, *Ядерная физика* **83**, 61-69 (2020)
63. Безбах А. Н., Неджад А. Рахмати, Шнейдман Т. М., Антоненко Н. В., “Плотность уровней ядер с Z = 112–120”, *Изв. РАН. Сер. Физ*. **84**, 1147-1151 (2020)
64. V.V. Sargsyan, A.A. Hovhannisyan, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, D. Lacroix, “Applicability of the absence of equilibrium in quantum system fully coupled to several fermionic and bosonic heat baths”, *Phys. Rev. E* **103**, 012137 [7 pages] (2021)
65. G. G. Adamian, N. V. Antonenko, H. Lenske, V. V. Sargsyan, “Application of Regge Theory to Astronomical Objects”, *Physics* **3**, 669–677 (2021)
66. I.S. Rogov, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Cluster approach to spontaneous fission of even-even isotopes of U, Pu, Cm, Cf, Fm, No, Rf, Sg, and Hs”, *Phys. Rev. C* **104**,034618 [9 pages] (2021)
67. R. V. Jolos, E. A. Kolganova, D. A. Sazonov, “Collective model with isovector pair and alpha-particle type correlations”, *Int. J. Mod. Phys. E* **30**, 2150083 [16 pages] (2021)
68. A. V. Isaev, A. V. Andreev, M. L. Chelnokov, V. I. Chepigin, I. N. Izosimov, A. A. Kuznetsova, O. N. Malyshev, R. S. Mukhin, A. G. Popeko, Y. A. Popov, T. M. Shneidman, E. A. Sokol, A. I. Svirikhin, M. S. Tezekbayeva, A. V. Yeremin, N. I. Zamyatin, P. Brionnet, O. Dorvaux, B. Gall, K. Kessaci, A. Sellam, K. Hauschild, A. Lopez-Martens, S. Antalic, P. Mosat, “Comparative Study of Spontaneous-Fission Characteristics of 252No and 254No Isotopes”, *Physics of Particles and Nuclei Letters* **18**, 449–456 (2021)
69. W.M. Seif, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, A.S. Hashem, “Correlations of alpha-decay properties and isospin-asymmetry”, Phys. Rev. C 104, 014317 (2021)
70. R.V.Jolos, E.A.Kolganova, “Derivation of the Grodzins relation in collective nuclear model”, *Phys. Lett. B* **820**, 136581 [4 pages] (2021)
71. A. Rahmatinejad, R. Razavi, and L. Elahizadeh, “First-order phase transition in 97,98Mo isotopes”, *Mod. Phys. Lett. A* **36**, 2150133 [8 pages] (2021)
72. S. N. Ershov, S. A. Rakityansky, “Jost matrices for some analytically solvable potential models”, *Phys. Rev. C* **103**, 024612 [16 pages] (2021)
73. L. A. Malov, G. G. Adamian, N. V. Antonenko, H. Lenske, “Landscape of the island of stability with self-consistent mean-field potentials”, *Phys. Rev. C* **104**, 064303 [12 pages] (2021)
74. A. Rahmatinejad, T. Shneidman, G. Adamian, N.V. Antonenko, P. Jachimowicz, M. Kowal, “Level Densities of Heavy Nuclei and Fission Dynamics”, *Bulg. J. Phys*. **48**, 485-494 (2021)
75. Rahmatinejad A., Bezbakh A.N., Shneidman T.M., Adamian G.G., Antonenko N.V., Jachimowicz P., Kowal M., “Level-density parameters in superheavy nuclei”, *Phys. Rev. C* **103**, 034309 [10 pages] (2021)
76. Ma.von Tresckow, M.Rudigier, T.M.Shneidman, Th.Kroll *et al*, “New evidence for alpha clustering structure in the ground state band of 212Po”, *Phys. Lett B* **821**, 136624 [7 pages] (2021)
77. F. Bonnin-Ripoll, Ya. B. Martynov, R. G. Nazmitdinov, G. Cardona, R. Pujol-Nadal, “On the efficiency of perovskite solar cells with a back reflector: effect of a hole transport material”, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **23**, 26250-26262 (2021)
78. E.Kh. Alpomishev, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Orbital diamagnetism of two-dimensional quantum systems in a dissipative environment: Non-Markovian effect and application to graphene”, *Phys. Rev. E* **104**, 054120 [13 pages] (2021)
79. P. W. Wen, C. J. Lin, R. G. Nazmitdinov, S. I. Vinitsky, O. Chuluunbaatar, A. A. Gusev, A. K. Nasirov, H. M. Jia, A. Gozdz, “Potential roots of the deep sub-barrier heavy-ion fusion hindrance phenomenon within the sudden approximation approach”, *Phys. Rev. C* **103**, 054601 [6 pages] (2021)
80. J. Hong, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, P. Jachimowicz, M. Kowal, “Rate of decline of the production cross section of superheavy nuclei with Z=114--117 at high excitation energies”, *Phys. Rev. C* **103**, L041601 [5 pages] (2021)
81. I. A. Muzalevskii, A. A. Bezbakh, E. Yu. Nikolskii, V. Chudoba, S. A. Krupko, S. G. Belogurov, D. Biare, A. S. Fomichev, E. M. Gazeeva, A. V. Gorshkov, L. V. Grigorenko, G. Kaminski, O. Kiselev, D. A. Kostyleva, M. Yu. Kozlov, B. Mauyey, I. Mukha, Yu. L. Parfenova, W. Piatek, A. M. Quynh, V. N. Schetinin, A. Serikov, S. I. Sidorchuk, P. G. Sharov, N. B. Shulgina, R. S. Slepnev, S. V. Stepantsov, A. Swiercz, P. Szymkiewicz, G. M. Ter-Akopian, R. Wolski, B. Zalewski, M.V. Zhukov, “Resonant states in 7H: Experimental studies of the 2H(8He,3He) reaction”, Phys. Rev. C **103**, 044313 (2021)
82. Adamian G.G., Antonenko N.V., Lenske H., Malov L.A., Zhou S.-G., “Self-consistent methods for structure and production of heavy and superheavy Nuclei”, *Eur. Phys. J. A* **57**, 89 [62 pages] (2021)
83. L.A. Malov, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, H. Lenske, “Shaping the archipelago of stability by the competition of proton and neutron shell closures”, *Phys. Rev. C* **104**, L011304 [5 pages] (2021)
84. H. Pasca, A. V. Andreev, G. G. Adamian, N. V. Antonenko, “Simultaneous description of charge, mass, total kinetic energy, and neutron multiplicity distributions in fission of Th and U isotopes”, *Phys. Rev. C* **104**, 014604 [8 pages] (2021)
85. Б.А. Уразбеков, А.С. Деникин, Н. Итако, Д. Джансейтов, “Применение 2a+n трехтельной кластерной модели ядра 9Be в реакции 9Be(3He, 3He)9Be”, *Ядерная Физика* **84**, 200-207 (2021)
86. А.В. Исаев, А.В. Андреев, А.В. Ерёмин, Н.И. Замятин, И.Н. Изосимов, А.А. Кузнецова, О.Н. Малышев, Р.С. Мухин, А.Г. Попеко, Ю.А. Попов, А.И. Свирихин, Е.А. Сокол, М.С. Тезекбаева, М.Л. Челноков, В.И. Чепигин, Т.М. Шнейдман, П. Брионе, Б. Галл, К. Кессаси, А. Селлам, О. Дорво, А. Лопез-Мартенс, К. Хошилд, С. Анталик, П. Мошать, “Сравнение характеристик спонтанного деления изотопов 252,254No”, *Письма в ЭЧАЯ* **18**, 362–372 (2021)
87. Р.В.Джолос, Е.А.Колганова, “Фазовые переходы в атомных ядрах”, *Успехи физических наук* **191**, 337-357 (2021)
88. B. M. Kayumov, O. K. Ganiev, A. K. Nasirov, and G. A. Yuldasheva, “Analysis of the fusion mechanism in the synthesis of superheavy element 119 via the 54Cr + 243Am reaction”, *Phys. Rev. C* **105**, 014618 [15 pages] (2022)
89. M. R. Piatek, R. G. Nazmitdinov, A. Puente, A. R. Pietrykowski, “Classical conformal blocks, Coulomb gas integrals and Richardson–Gaudin models”, *J. High Energy Physics* **2022**, 098 [48 pages] (2022)
90. V.V. Sargsyan, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, H. Lenske, “Constraints on the appearance of a maximum in astrophysical S -factor”, *Phys. Lett. B* **824**, 136792 [5 pages] (2022)
91. P. Spagnoletti, P. A. Butler, L. P. Gaffney, K. Abrahams, M. Bowry, J. Cederkӓll, T. Chupp, G. de Angelis, H. De Witte, P. E. Garrett, A. Goldkuhle, C. Henrich, A. Illana, K. Johnston, D. T. Joss, J. M. Keatings, N. A. Kelly, M. Komorowska, J. Konki, T. Kroll, M. Lozano, B. S. Nara Singh, D. O’Donnell, J. Ojala, R. D. Page, L. G. Pedersen, C. Raison, P. Reiter, J. A. Rodriguez, D. Rosiak, S. Rothe, M. Scheck, M. Seidlitz, T. M. Shneidman *et al*, “Coulomb excitation of 222Rn”, *Phys. Rev. C* **105**, 024323 [10 pages] (2022)
92. N. V. Antonenko, G. G. Adamian, V. V. Sargsyan, H. Lenske, “Double-folding nucleus–nucleus interaction potential based on the self-consistent calculations”, *Eur. Phys. J. A* **58**, 211 [10 pages] (2022)
93. T. M. Shneidman, N. Minkov , G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Effect of Coriolis mixing on lifetime of isomeric states in heavy nuclei”, *Phys. Rev. C* **106**, 014310 [8 pages] (2022)
94. L.A. Malov, A.N. Bezbach, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, R.V. Jolos, “Electromagnetic transitions between low-lying nonrotational states of odd-neutron nuclei in alpha-decay chains starting from 265,267,269Hs”, *Phys. Rev. C* **106**, 034302 [9 pages] (2022)
95. A. Rahmatinejad, T.M. Shneidman, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, P. Jachimowicz, M. Kowal, “Energy dependent ratios of level-density parameters in superheavy nuclei”, *Phys. Rev. C* **105**, 044328 [9 pages] (2022)
96. E.V. Mardyban, E.A. Kolganova, T.M. Shneidman, and R.V. Jolos, “Evolution of the phenomenologically determined collective potential along the chain of Zr isotopes”, *Phys. Rev. C* **105**, 024321 [10 pages] (2022)
97. C.G. Wang, R. Han, C. Xu, H. Hua, R.A. Bark, S.Q. Zhang, S.Y. Wang, T.M. Shneidman, S.G. Zhou et al, “First evidence of an octupole rotational band in Ge isotopes”, *Phys. Rev. C* **106**, L011303 [6 pages] (2022)
98. Juhee Hong, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, M. Kowal, P. Jachimowicz, “Hot and cold fusion reactions leading to the same superheavy evaporation residue”, *Eur. Phys. J. A* **58**, 180 [4 pages] (2022)
99. Juhee Hong, G.G. Adamian, N.V. Antonenko, P. Jachimowicz, M. Kowal, “Isthmus connecting mainland and island of stability of superheavy nuclei”, *Phys. Rev. C* **106**, 014614 [5 pages] (2022)
100. G.G. Adamian, N.V. Antonenko, H. Lenske, V.V. Sargsyan, “On the possibility of formation of binary cosmic systems from the single cosmic objects”, *Int. J. Mod. Phys. E* **31**, 2250071 [14 pages] (2022)
101. G.G. Adamian, N.V. Antonenko, “Optimal ways to produce heavy and superheavy nuclei”, *Eur. Phys. J. A* **58**, 111 [34 pages] (2022)
102. A. V. Isaev, R. S. Mukhin, A. V. Andreev, M. A. Bychkov, M. L. Chelnokov, V. I. Chepigin, H. M. Devaraja, O. Dorvaux, M. Forge, B. Gall, K. Hauschild, I. N. Izosimov, K. Kessaci, A. A. Kuznetsova, A. Lopez-Martens, O. N. Malyshev, A. G. Popeko, Yu. A. Popov, A. Rahmatinejad, B. Sailaubekov, T. M. Shneidman, E. A. Sokol, A. I. Svirikhin, D. A. Testov, M. S. Tezekbayeva, A. V. Yeremin, N. I. Zamyatin, K. Sh. Zhumadilov, “Prompt neutron emission in the spontaneous fission of 246Fm”, *Eur. Phys. J. A* **58**, 108 [7 pages] (2022)
103. E.V. Mardyban, T.M. Shneidman, N.V. Antonenko, G.G. Adamian, “Reflection Asymmetry in Ra Isotopes”, *Bulgarian Journal of Physics* **49**, 78-88 (2022)
104. T. J. Tshipi, S. A. Rakityansky, S. N. Ershov, “Resonant states 3+ and 2- of the Boron isotope 8B”, *Int. J. Mod. Phys. E* **31**, 2250067 [11 pages] (2022)
105. A. N. Bezbakh, G. G. Adamian, and N. V. Antonenko, “Role of spin-orbit strength in the prediction of closed shells in superheavy nuclei”, *Phys. Rev. C* **105**, 054305 [6 pages] (2022)
106. B. A. Urazbekov, B. K. Karakozov, N. T. Burtebayev, D. M. Janseitov, M. Nasrulla, D. Alimov, D. S. Valiolda, S. H. Kazhykenov, A. S. Denikin, A. S. Demyanova, A. N. Danilov and V. A. Starastcin, “Single-particle and cluster modes of 13C excited states of 3.09, 8.86 and 9.89Mev”, *Int. J. Mod. Phys. E* **31**, 2250031 [11 pages] (2022)
107. M. Pudlak, R. Nazmitdinov, “Spin Interference Effects in a Ring with Rashba Spin-Orbit Interaction Subject to Strong Light–Matter Coupling in Magnetic Field”, *Symmetry* **14,** 1194 [11 pages] (2022)
108. I. S. Rogov, G. G. Adamian, N. V. Antonenko, “Spontaneous fission hindrance in even-odd nuclei within a cluster approach”, *Phys. Rev. C* **105**, 034619 [7 pages] (2022)
109. E. V. Mardyban, T. M. Shneidman, E. A. Kolganova, R. V. Jolos, “Influence of Triaxiality on the Description of Low-Energy Excitation Spectrum of 96Zr*”, Physics of Particles and Nuclei Letters* **19**, 463-466 (2022)
110. A. Rahmatinejad, T. M. Shneidman, “Kinetic Energy Distribution in Multi-Step Neutron Emission from Superheavy Nuclei”, *Physics Particles and Nuclei Letters* **19**, 470-472 (2022)

**2.3. Предполагаемый срок выполнения 2024-2028**

**2.4. Участвующие лаборатории ОИЯИ**

**ЛТФ в сотрудничестве с ЛЯР, ЛИТ, ЛЯП, ЛНФ**

**2.5. Участвующие страны, научные и научно-образовательные организации**

**Приведено в предложении по продлению темы**

**3. Кадровое обеспечение**

**3.1. Кадровые потребности в течение первого года реализации**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№№**  **п/п** | **Категория**  **работника** | **Основной персонал, сумма FTE** | **Ассоциированный персонал, сумма FTE** |
| 1. | научные работники | 16 | 1 |
| 2. | инженеры | 0 | 0 |
| 3. | специалисты | 5 | 0 |
| 4. | служащие | 0 | 0 |
| 5. | рабочие | 0 | 0 |
|  |  | **Итого: 16** | **1** |

**3.2. Доступные кадровые ресурсы**

**3.2.1. Основной персонал ОИЯИ, ЛТФ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**№ **п/п** | **Категория работников** | **ФИО** | **Должность** | **FTE** |
| 1. | научные работники | Мардыбан Евгений Васильевич | м.н.с. | 100% |
| 2. |  | Рогов Иван Сергеевич | м.н.с. | 100% |
| 3. |  | Безбах Анна Николаевна | н.с. | 100% |
| 4. |  | Уразбеков Бакытжан | н.с. | 100% |
| 5. |  | Каландаров Шухрат Атажанович | с.н.с. | 100% |
| 6. |  | Картавенко Владимир Григорьевич | с.н.с. | 100% |
| 7. |  | Пашка Хория | с.н.с. | 100% |
| 8. |  | Рахмати Неджад Азам Мохаммад Али | с.н.с. | 100% |
| 9. |  | Саргсян Вазген Валерикович | с.н.с. | 100% |
| 10. |  | Шнейдман Тимур Маркович | с.н.с. | 100% |
| 11. |  | Шульгина Наталья Борисовна | с.н.с. | 50% |
| 12. |  | Адамян Гурген Григорьевич | в.н.с. | 100% |
| 13. |  | Назмитдинов Рашид Гиясович | в.н.с. | 100% |
| 14. |  | Насиров Авазбек Каримович | в.н.с. | 100% |
| 15. |  | Джолос Ростислав Владимирович | г.н.с | 100% |
| 16. |  | Ершов Сергей Николаевич | нач.сектора | 100% |
|  | **Итого:** | **15 чел. – основное место работы**  **1 чел. - совместитель** |  |  |

**4. Финансовое обеспечение**

Проект будет финансироваться в рамках темы «Теория ядерных систем».



**Руководитель проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/**

Форма № 25

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ ПРОЕКТА

НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЯДЕРНАЯ ДИНАМИКА И СВОЙСТВА ЯДЕРНЫХ

ТЕМА: «ТЕОРИЯ ЯДЕРНЫХ СИСТЕМ»

ФАМИЛИИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПРОЕКТА: Ершов С.Н., Антоненко Н.В.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УТВЕРЖДЕН ДИРЕКТОРОМ ОИЯИ | ПОДПИСЬ | ДАТА |
|  |  |  |
|  |  |  |
| СОГЛАСОВАНО |  |  |
|  |  |  |
| ВИЦЕ-ДИРЕКТОР ОИЯИ | ПОДПИСЬ | ДАТА |
|  |  |  |
| ГЛАВНЫЙ УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ | ПОДПИСЬ | ДАТА |
|  |  |  |
| ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР | ПОДПИСЬ | ДАТА |
|  |  |  |
| ДИРЕКТОР ЛАБОРАТОРИИ | ПОДПИСЬ | ДАТА |
|  |  |  |
| ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ЛАБОРАТОРИИ | ПОДПИСЬ | ДАТА |
|  |  |  |
| РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА | ПОДПИСЬ | ДАТА |
|  |  |  |
| ЗАМ. РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА | ПОДПИСЬ | ДАТА |
|  |  |  |
| ОДОБРЕН |  |  |
|  |  |  |
| ПКК ПО НАПРАВЛЕНИЮ | ПОДПИСЬ | ДАТА |