УТВЕРЖДАЮ

Директор ЛЯР ОИЯИ

С.И. Сидорчук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

"15" апреля 2022 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**Научно-технического совета**

**Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ**

по диссертации **Новикова Кирилла Владимировича** «Образование и распад ядерных систем с *Z*=114, 120 в реакциях с тяжелыми ионами», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Диссертационная работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова Объединенного института ядерных исследований (ЛЯР ОИЯИ). В период подготовки диссертации Новиков К.В. являлся сотрудником ОИЯИ и работал в должности младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа была представлена Новиковым К.В. на Общелабораторном семинаре ЛЯР 7 апреля 2022 г. В работе семинара приняли участие 47 сотрудников Лаборатории ядерных реакций и Лаборатории теоретической физики ОИЯИ. По результатам обсуждения было подготовлено **следующее заключение**:

**Актуальность работы.**

Получение и исследование свойств ядер вблизи «острова стабильности» является одной из основных задач современной физики сверхтяжелых элементов. Имеющиеся экспериментальные данные подтверждают существование «острова стабильности», но не позволяют сделать окончательного вывода о положении замкнутой протонной и нейтронной оболочек (*N* = 184 и *Z* = 114 или *Z* = 120–126), определяющих его центр. В связи с этим особо важное значение приобретает постановка экспериментов по синтезу элементов с *Z*>118, что требует использования реакций с ионами более тяжелыми, чем 48Ca. В настоящей работе проведено экспериментальное исследование процессов слияния-деления и квазиделения в реакциях с тяжелыми ионами, ведущими к образованию сверхтяжелых составных систем с *Z*=114, 120, при энергии взаимодействия вблизи кулоновского барьера. Особое внимание уделяется изучению изменения вкладов различных каналов реакции при увеличении массы налетающего иона.

**Научная новизна работы.**

Проведен цикл работ по изучению характеристик массово-энергетических распределений бинарных фрагментов, получаемых в реакциях 48Ti+238U, 52Cr + 232Th, 52,54Cr + 248Cm, 86Kr + 198Pt и 68Zn + 232Th, ведущих к образованию сверхтяжелых систем с *Z* = 114 и 120. Проведен анализ конкуренции процессов слияния-деления и квазиделения в реакциях, приводящих к образованию сверхтяжелых составных систем с *Z* = 114, 120, при энергиях вблизи кулоновского барьера. Получена оценка выхода фрагментов в процессе слияния-деления при образовании и распаде составных систем с *Z*=114, 120 в зависимости от кулоновского фактора (*Z1Z2*) и среднего параметра делимости.

**Личный вклад автора.**

Автор принимал активное участие в разработке, подготовке и проведении экспериментов, посвященных исследованию образования и распада сверхтяжелых составных систем с *Z*=114 и 120, а также в подготовке публикаций. Автор внес определяющий вклад в создание детекторных систем, позволивших значительно увеличить эффективность регистрации бинарных фрагментов, образующихся в исследуемых реакциях. Он также внес весомый вклад в создание новой системы сбора данных, позволяющей увеличить скорость набора данных, надежность и достоверность получаемой информации. При анализе и обсуждении полученных экспериментальных данных автор показал высокий профессионализм и глубокое понимание изучаемой проблемы, посвященной оценке вкладов процессов слияния-деления и квазиделения, наблюдаемых в исследуемых реакциях.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов подтверждается их качественным согласием с уже имеющимися экспериментальными данными, полученными другими научными группами, по изучению вкладов процессов слияния-деления и квазиделения в ходе протекания ядерной реакции. Методика, предложенная для разложения массово-энергетических распределений и позволяющая оценить вклад процессов слияния-деления и квазиделения в общее число фрагментов реакции, является одним из преимуществ данного исследования.

**Практическая значимость работы.**

Полученные в работе экспериментальные данные могут быть использованы для построения и проверки теоретических моделей, которые используются для описания взаимодействия ядер. Полученные верхние экспериментальные оценки вероятности образования составных ядер могут быть использованы при планировании, подготовке и проведении экспериментов, посвященных как исследованию свойств тяжелых и сверхтяжелых нейтроноизбыточных ядер, так и синтезу новых сверхтяжелых ядер.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.** По материалам диссертации опубликовано 4 работы, все они включены в перечень ВАК и в системы цитирования Scopus и/или Web of Science.

Основные результаты работы представлены в следующих публикациях:

1. E.M. Kozulin, G.N. Knyazheva, K.V. Novikov, I.M. Itkis, M.G. Itkis, S.N. Dmitriev, Yu.Ts. Oganessian, A.A. Bogachev, N.I. Kozulina, I. Harca, W.H. Trzaska, T.K. Ghosh. Fission and quasifission of composite systems with Z=108-120: transition from the reactions with S and Ca ions to Ti and Ni. Phys. Rev. C 94, 054613 (2016).

2. E. M. Kozulin, G. N. Knyazheva, T. K. Ghosh, A. Sen, I. M. Itkis, M. G. Itkis, K. V. Novikov, I. N. Diatlov, I. V. Pchelintsev, C. Bhattacharya, S. Bhattacharya, K. Banerjee, E. O. Saveleva, I. V. Vorobiev. Fission and quasifission of the composite system Z = 114 formed in heavy-ion reactions at energies near the Coulomb barrier. Phys. Rev. C 99, 014616 (2019).

3. K. V. Novikov, E. M. Kozulin, G. N. Knyazheva, I. M. Itkis, A. V. Karpov, M. G. Itkis, I. N. Diatlov, M. Cheralu, B. Gall, Z. Asfari, N. I. Kozulina, D. Kumar, I. V. Pchelintsev, V. N. Loginov, A. E. Bondarchenko, P. P. Singh, I. V. Vorobiev, S. Heinz, W. H. Trzaska, E. Vardaci, N. Tortorelli, C. Borcea & I. Harca. Formation and Decay of the Composite System Z = 120 in Reactions with Heavy Ions at Energies Near the Coulomb Barrier. Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. 84, 495–499 (2020). https://doi.org/10.3103/S1062873820040206.

4. K. V. Novikov, E. M. Kozulin, G. N. Knyazheva, I. M. Itkis, M. G. Itkis, A. A. Bogachev, I. N. Diatlov, M. Cheralu, D. Kumar, N. I. Kozulina, A. N. Pan, I. V. Pchelintsev, I. V. Vorobiev, W. H. Trzaska, S. Heinz, H. M. Devaraja, B. Lommel, E. Vardaci, S. Spinosa, A. Di Nitto, A. Pulcini, S. V. Khlebnikov, Pushpendra P. Singh, Rudra N. Sahoo, B. Gall, Z. Asfari, C. Borcea, I. Harca, and D. M. Filipescu. Investigation of fusion probabilities in the reactions with 52,54Cr, 64Ni, and 68Zn ions leading to the formation of Z = 120 superheavy composite systems. Phys. Rev. C 102, 044605. (2020)

Диссертация «Образование и распад ядерных систем с *Z*=114, 120 в реакциях с тяжелыми ионами» Новикова Кирилла Владимировича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности: 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

г. Дубна, 15 апреля 2022 г

В.К. Утенков

председатель НТС ЛЯР