

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Уфимский

университет науки и технологий»

д.ф.-м.н., доцент

И.Ф. Шарафуллин



» 09 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»

Диссертация «Границы раздела в нанокристаллических материалах: молекулярно-динамическое моделирование» выполнена в научно-исследовательской лаборатории "Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях" ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки докторской диссертации соискатель Бабичева Рита Исмагиловна работала и в настоящее время работает в ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» в научно-исследовательской лаборатории «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях» в должности старшего научного сотрудника.

В 2008 г. окончила ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» по специальности «Физика металлов», с присуждением квалификации «Инженер-физик».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния на тему «Фазовые переходы и дилатация сплава Ti-49,8ат.%Ni в различных структурных состояниях» защитила в 2016 г. в диссертационном

совете Д 002.080.03 при ФГБУН «Институт проблем сверхпластичности металлов» РАН.

Научный консультант – Дмитриев Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией «Моделирования в физике твердого тела» обособленного структурного подразделения ФГБНУ УФИЦ РАН «Институт физики молекул и кристаллов».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Диссертация Бабичевой Риты Исмагиловны является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с последующими изменениями), в которой разработаны теоретические положения по улучшению свойств различных нанокристаллических (НК) материалов с использованием концепции инженерии границ зерен, включающей также их химическую модификацию.

2. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Постановка научных задач и целей диссертационной работы, определение подходов к их решению, проведение исследований методом атомистического моделирования, интерпретация и анализ полученных результатов, а также формулировка выводов были выполнены лично автором, либо при ее непосредственном участии. Соискатель принимала активное участие в подготовке всех статей по теме диссертации и представляла доклады на научных конференциях. Опубликованные труды в полной мере отражают содержание диссертационной работы.

3. Достоверность результатов

Достоверность результатов проведённых исследований основана на использовании апробированных методов атомистического моделирования, аттестованных подходов анализа численных данных, а также обеспечивается внутренней непротиворечивостью полученных результатов моделирования и их согласием с имеющимися в литературе теоретическими и экспериментальными

данными. Результаты компьютерного моделирования, представленные в работе, прошли независимое рецензирование в ведущих мировых научных журналах.

4. Научная новизна работы

– Впервые, на основе вычисления потенциалов охрупчивания, для атомов замещения (Fe, Co, Ti, Mg или Pb) в границах зерен (ГЗ) Al показано, что примеси с меньшим или почти таким же атомным радиусом, как у матричного элемента, упрочняют, а примеси большего размера охрупчивают ГЗ. Определено, что среди рассмотренных элементов Co является лучшим для упрочнения ГЗ НК бинарных Al сплавов.

– Впервые, с использованием молекулярной динамики (МД), проведен систематический анализ влияния зернограницных (ЗГ) сегрегаций различных элементов (Fe, Co, Ti, Mg или Pb) на деформационное поведение НК Al сплавов, и обнаружено, что сегрегации тормозят миграцию ГЗ и зернограницное проскальзывание (ЗГП), способствуя упрочнению Al. Среди рассмотренных элементов Co является наиболее перспективным для упрочнения НК структуры.

– Методом МД впервые доказано, что дислокационное скольжение при интенсивной пластической деформации (ИПД) вносит больший вклад в механическое растворение атомов ЗГ сегрегаций, чем ЗГП.

– МД моделирование впервые использовано для выявления элементов, формирующих ЗГ сегрегации и кластеры с упорядоченной структурой в высокоэнтропийных сплавах (ВЭСх) CoCrFeNi и Al(8ат.%)–CoCrFeNi, а также для изучения влияния этих структурных элементов на прочность сплавов. Показано, что сегрегация атомов Al и Cr в ГЗ и присутствие кластеров Fe₃Al способствует увеличению предела текучести.

– Впервые с использованием метода МД показано, что снижение содержания Fe и Cr в НК сплавах системы Cr–Fe–Co–Ni приводит к увеличению энергии дефекта упаковки (ЭДУ) и, как следствие, предела текучести. Кроме того доказано, что стабильность дислокационной структуры, в частности дефектов упаковки (ДУ), определяется энергией их образования.

– С использованием сочетания методов МД и Монте-Карло (МК) впервые удалось установить корреляцию между химическим составом и упорядочением в НК сплавах системы Cr-Co-Ni; увеличение содержания атомов, участвующих в кластеризации, в частности атомов Cr и Co для пары Cr-Co и атомов Ni для пары Ni-Ni, подавляет тенденцию к формированию соответствующих упорядоченных кластеров.

– Впервые, анализ влияния упорядочения в бикристаллах ВЭСов TiNbVZr, TaTiNbZr и HfNbTiZr на их деформационное поведение выявил упрочняющее действие кластеров, обогащённых атомами Nb, которые тормозят дислокационное скольжение. В отличие от двух других сплавов, в TaTiNbZr такие кластеры не формируются; в данном случае, атомы Nb сегрегируют вдоль границ крупных кластеров атомов Ta.

– Методом МД впервые установлено, что температуры мартенситных превращений (МП) в НК сплавах на основе NiTi сильно зависят от химического состава и геометрии ГЗ; впервые обнаружено, что присутствие в структуре 3Г сегрегаций атомов Ti, и особенно Ni, существенно подавляют МП, при этом в отсутствии сегрегаций, фазовый переход в NiTi с ГЗ кручения наступает значительно позднее, чем в образце с ГЗ наклона.

– Впервые показано, что деформация бислойной нанопленки «кремний/аморфный нитрид кремния» при растяжении перпендикулярно границе раздела фаз зависит от температуры; при температуре 300 К наблюдается хрупкое разрушение вдоль межфазной границы, а при повышении температуры до 600 К прочность на разрыв снижается на 20 %, при этом происходит вязкое разрушение в аморфном слое.

– Впервые установлено, что при сдвиговом нагружении бислойной нанопленки «кремний/аморфный нитрид кремния» пластическое течение осуществляется за счет перестроения атомов в аморфном слое нитрида кремния и межфазного проскальзывания. Наличие пор в границе и повышение температуры снижают критические напряжения, необходимые для межфазного проскальзывания.

5. Научная и практическая значимость работы

Научная ценность работы состоит в систематическом исследовании влияния структурных особенностей некоторых типичных представителей НК материалов на их механические и физические свойства. Например, закономерности, полученные при исследовании связи между структурой ГЗ и свойствами НК металлов и сплавов, дают возможность раскрыть потенциал инженерии ГЗ для повышения свойств таких материалов. Помимо этого, в работе затрагиваются вопросы влияния дислокационной структуры, фазовых превращений и упорядочения на свойства металлов и сплавов. Например, была показана возможность упрочнения НК ВЭСов путем модификации их химического состава и, как следствие, формирования упорядоченных кластеров, тормозящих дислокационное скольжение. Показано влияние температуры и наличия пор на механизмы деформации и разрушения слоистых наноструктур на основе кремния и аморфного нитрида кремния. Полученные методом МД результаты представляют не только научный интерес, но обладают и практической ценностью, поскольку они могут быть полезны при разработке новых перспективных НК материалов, используемых в различных отраслях, например, в авиационной и автомобильной промышленности, медицине и наноэлектронике.

6. Обоснование выбранной специальности и отрасли науки диссертации

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.6 – Нанотехнологии и наноматериалы, в частности, работа соответствует следующим направлениям исследований в паспорте специальности:

П. 1. Методы получения наноматериалов, композитных структур, структур пониженной размерности, приборов и интегральных устройств на их основе.

П. 2. Структурные, морфологические и механические свойства наноматериалов и композитных структур на их основе.

П. 3. Атомно-молекулярное конструирование, самоорганизация, топологически-ориентированные, биомиметические,

биофункционализированные, энергособирующие и адаптивные (самоприспосабливающиеся) наноструктуры и наноматериалы.

П. 4. Атомные кластеры и наноструктуры на поверхности. Границы раздела в наноматериалах и композитных структурах.

П. 9. Моделирование свойств, физических явлений и технологических процессов в наноматериалах и композитных структурах.

П. 11. Диагностика наноматериалов и наноструктур.

П. 12. Методы исследования наноматериалов и композитных структур.

Отрасль науки – физико-математические науки, поскольку наноматериалы и связанные с ними явления в диссертационной работе изучаются на основе точных знаний в области физики и механики с использованием математических вычислений и применением методов компьютерного моделирования.

7. Полнота изложения материалов диссертации

Результаты, представленные в диссертационной работе, изложены в 47 работах автора, опубликованных в рецензируемых журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ и/или индексируемых в Web of Science и/или Scopus. Общий объем публикаций – 25 п.л., авторский вклад - 20 п.л.

Результаты исследований были представлены соискателем на ведущих всероссийских и международных конференциях, таких как ICSAM-2015 (Япония), International Conference on Fatigue Damage of Structural Materials XI (США), УМЗНМ-2018 (Россия), International Conference on Advances in Structural Alloys and Their Manufacturing (Сингапур).

Публикации в журналах из перечня изданий ВАК по специальности

2.6.6 – Нанотехнологии и наноматериалы

1. Сугоняко, И.С., **Бабичева, Р.И.**, Моркина, А.Ю., Таров, Д.В., Дмитриев, С.В. Моделирование движения краевых дислокаций в алюминии при высоких сдвигающих напряжениях методом молекулярной динамики (2025) *Физика твердого тела*, 67 (8), 1411-1418 [K1].

2. **Бабичева, Р.И.,** Семенов, А.С., Дмитриев, С.В., Жоу, К. Влияние зернограницных сегрегаций на температуры мартенситного превращения в бикристаллах NiTi (2019) *Письма о материалах*, 9 (2), 162-167 [**K1, Q3**].

3. Dmitriev, S.V., **Babicheva, R.I.**, Gunderov, D.V., Stolyarov, V.V., Zhou, K. Martensitic phase transformation in NiTi bi-crystals with symmetric $\Sigma 25$ twist and tilt grain boundaries (2018) *Letters on Materials*, 8(2), 225-230 [**K1, Q3**].

4. Dmitriev, S.V., Kashchenko, M.P., Baimova, J.A., **Babicheva, R.I.**, Gunderov, D.V., Pushin, V.G. Molecular dynamics simulation of the effect of dislocations on the martensitic transformations in a two-dimensional model (2017) *Letters on Materials*, 7(4), 442-446 [**K1, Q3**].

5. **Babicheva, R.I.**, Dmitriev, S.V., Stolyarov, V.V., Zhou, K. Plastic and fracture behaviour of nanocrystalline binary Al alloys with grain boundary segregation (2017) *Letters on Materials*, 7(4), 428-432 [**K1, Q3**].

6. Мулюков, Х.Я., **Бабичева, Р.И.** Стабильность дилатации сплава Ti-49,8ат.\% Ni при термоциклировании после его прокатки при различных температурах (2012) *Письма о материалах*, 2 (4) 186-190 [**K1, Q3**].

7. **Бабичева, Р.И.**, Мулюков, Х.Я., Шарипов, И.З., Сафаров, И.М. Влияние структуры сплава Ti-49.8 at.\% Ni на его термическое расширение при фазовом превращении мартенситного типа (2012) *Физика твердого тела*, 54 (7), 1392-1397 [**K1, Q2**].

8. **Бабичева, Р.И.**, Шарипов, И.З., Мулюков, Х.Я. Анизотропия дилатации при фазовом переходе в прокатанном сплаве Ti-49.8\% Ni (2011) *Физика твердого тела*, 53 (9), 1845-1849 [**K1, Q3**].

9. **Бабичева, Р.И.**, Мулюков, Х.Я. Влияние термоциклирования на электрические свойства деформированного сплава Ti-49,8\%Ni (2011) *Письма о материалах*, 1 (1), 55-58 [**K1, Q3**].

*Публикации в других журналах из перечня изданий ВАК,
включенных в базу данных RSCI*

1. Бабичева, Р.И., Дмитриев, С.В., Корзникова, Е.А., Жоу, К. Механические свойства двумерных sp^2 -углеродных наноматериалов (2019) *Журнал экспериментальной и теоретической физики*, 156, 1 (7), 79–86 [K1].
2. Зиновьев, А.В., Бапанина, М.Г., Бабичева, Р.И., Еникеев, Н.А., Дмитриев, С.В. Деформация нанокристаллических алюминиевых бинарных сплавов с сегрегацией Mg, Co и Ti по границам зерен (2017) *Физика металлов и металловедение*, 118 (1), 69-78 [K1, Q2].
3. Ситдииков, О.Ш., Автократова, Е.В., Бабичева, Р.И. Влияние температуры на формирование микроструктуры в процессе равноканального углового прессования Al-Mg-Sc сплава 1570 (2010) *Физика металлов и металловедение*, 110 (2), 161-170 [K1, Q2].

*Публикации в журналах из перечня изданий ВАК, включенных в
международные базы Web of Science и/или Scopus*

1. Казаков, А.М., Шарапова, Ю.Р., Бабичева, Р.И., Зиновьев, А.В., Терентьев, Д.А., Семенов, А.С. Моделирование преодоления препятствий в виде пор дислокациями в вольфраме (2022) *Frontier Materials and Technologies*, 3-1, 76-84 [K2, Q4].
2. Krylova, K.A., Babicheva, R.I., Zhou, K., Bubenchikov, A.M., Ekomasov, E.G., Dmitriev, S.V. The effect of crystallographic orientation on the deformation mechanisms of NiAl nanofilms under tension (2018) *Reviews on Advanced Materials Science*, 57 (1), 26-34 [Q2].
3. Baimova, J.A., Babicheva, R.I., Lukyanov, A.V., Pushin, V.G., Gunderov, D.V., Dmitriev, S.V. Molecular dynamics for investigation of martensitic transformations (2016) *Reviews on Advanced Materials Science*, 47(1-2), 86-94 [Q2].

*Публикации в зарубежных изданиях, включенных в международные базы
Web of Science и/или Scopus*

1. **Babicheva, R.I.**, Semenov, A.S., Izosimov, A.A., Korznikova, E.A. Analysis of Short-Range Ordering Effect on Tensile Deformation Behavior of Equiatomic High-Entropy Alloys TiNbZrV, TiNbZrTa and TiNbZrHf Based on Atomistic Simulations (2024) *Modelling*, 5 (4), 1853 [Q2].
2. Sharapova, Yu.R., Kazakov A.M., **Babicheva, R.I.**, Semenov A.S., Izosimov A.A., Korznikova E.A. Dislocation Interactions with hcp- and χ -Phase Particles in Tungsten: Molecular Dynamics Insights into Mechanical Strengthening Mechanisms (2024) *Computation*, 12(8), 168 [Q2].
3. Jarlöv, A., Ji, W., **Babicheva, R.**, Tian, Y., Hu, Z., Seet, H.L., Tan, L., Liu, F., Liu, Y., Nai, M.L.S., Ramamurty, U., Zhou, K. Tailoring short-range order and dislocation evolution in Cr–Co–Ni medium-entropy alloys: A molecular dynamics study (2024) *Materials and Design*, 240, 112840 [Q1].
4. Kosarev, I.V., Shcherbinin, S.A., Kistanov, A.A., **Babicheva, R.I.**, Korznikova, E.A., Dmitriev, S.V. An approach to evaluate the accuracy of interatomic potentials as applied to tungsten (2024) *Computational Materials Science*, 231, 112597 [Q1].
5. Morkina, A.Y., **Babicheva, R.I.**, Korznikova, E.A., Enikeev, N.A., Edalati, K., Dmitriev, S.V. A Molecular Dynamics Simulation to Shed Light on the Mechanical Alloying of an Al-Zr Alloy Induced by Severe Plastic Deformation (2023) *Metals*, 13(9), 1595 [Q1].
6. Kazakov, A.M., Yakhin, A.V., Karimov, E.Z., **Babicheva, R.I.**, Kistanov, A.A., Korznikova, E.A. Effect of Segregation on Deformation Behaviour of Nanoscale CoCrCuFeNi High-Entropy Alloy (2023) *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(6), 4013 [Q2].
7. Kosarev, I.V., Kistanov, A.A., **Babicheva, R.I.**, Korznikova, E.A., Baimova, J.A., Dmitriev, S.V. Topological defects in silicene (2023) *Europhysics Letters*, 141(6), 66001 [Q2].
8. Kazakov, A., **Babicheva, R.I.**, Zinovev, A., Terentyev, D., Zhou, K., Korznikova, E.A., Dmitriev, S.V. Interaction of edge dislocations with voids in tungsten (2023) *Tungsten*, 6, 633–646 [Q1].

9. **Babicheva, R.**, Jarlöv, A., Zheng, H., Dmitriev, S., Korznikova, E., Ling Sharon Nai, M., Ramamurty, U., Zhou, K. Effect of short-range ordering and grain boundary segregation on shear deformation of CoCrFeNi high-entropy alloys with Al addition (2022) *Computational Materials Science*, 215, 111762 [Q1].

10. Jarlöv, A., Ji, W., Zhu, Z., Tian, Y., **Babicheva, R.**, An, R., Seet, H.L., Ling Sharon Nai, M., Zhou, K. Molecular dynamics study on the strengthening mechanisms of Cr–Fe–Co–Ni high-entropy alloys based on the generalized stacking fault energy (2022) *Journal of Alloys and Compounds*, 905, 164137 [Q1].

11. **Babicheva, R.I.**, Semenov, A.S., Shcherbinin, S.A., Korznikova, E.A., Kudreyko, A.A., Vivegananthan, P., Zhou, K., Dmitriev, S.V. Effect of the stiffness of interparticle bonds on properties of delocalized nonlinear vibrational modes in an fcc lattice (2022) *Physical Review E*, 105(5), 064204 [Q1].

12. Tian, L., Narayan, R.L., Zhou, K., **Babicheva, R.**, Ramamurty, U., Shan, Z.W. A real-time TEM study of the deformation mechanisms in β -Ti reinforced bulk metallic glass composites (2021) *Materials Science and Engineering A*, 818, 141427 [Q1].

13. **Babicheva, R.I.**, Semenov, A.S., Soboleva, E.G., Kudreyko, A.A., Zhou, K., Dmitriev, S.V. Discrete breathers in a triangular β -Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou lattice (2021) *Physical Review E*, 103(5), 052202 [Q1].

14. Han, C., **Babicheva, R.**, Chua, J.D.Q., Ramamurty, U., Tor, S.B., Sun, C.-N., Zhou, K. Microstructure and mechanical properties of (TiB+TiC)/Ti composites fabricated in situ via selective laser melting of Ti and B₄C powders (2020) *Additive Manufacturing*, 36, 101466 [Q1].

15. **Babicheva, R.I.**, Dahanayaka, M., Liu, B., Korznikova, E.A., Dmitriev, S.V., Wu, M.S., Zhou, K. Characterization of two carbon allotropes, cyclicgraphene and graphenylene, as semi-permeable materials for membranes (2020) *Materials Science and Engineering B*, 259, 114569 [Q1].

16. Dahanayaka, M., **Babicheva, R.**, Chen, Z., Law, A.W.-K., Wu, M.S., Zhou, K. Atomistic simulation study of GO/HKUST-1 MOF membranes for seawater desalination via pervaporation (2020) *Applied Surface Science*, 503, 144198 [Q1].

17. **Babicheva, R.I.**, Evazzade, I., Korznikova, E.A., Shepelev, I.A., Zhou, K., Dmitriev, S.V. Low-energy channel for mass transfer in Pt crystal initiated by molecule impact (2019) *Computational Materials Science*, 163, 248-255 [Q1].
18. Moradi M.A., Saadatmand, D., Evazzade, I., **Babicheva, R.I.**, Soboleva, E.G., Srikanth, N., Zhou, K., Korznikova, E.A., Dmitriev, S.V. Mass transfer in the Frenkel-Kontorova chain initiated by molecule impact (2018) *Physical Review E*, 98(2), 023003 [Q1].
19. **Babicheva, R.I.**, Dmitriev, S.V., Bachurin, D.V., Srikanth, N., Zhang, Y., Kok, S.W., Zhou, K. Effect of grain boundary segregation of Co or Ti on cyclic deformation of aluminium bi-crystals (2017) *International Journal of Fatigue*, 102, 270-281 [Q1].
20. Murzaev, R.T., **Babicheva, R.I.**, Zhou, K., Korznikova, E.A., Fomin, S.Y., Dubinko, V.I., Dmitriev, S.V. Discrete breathers in alpha-uranium (2016) *The European Physical Journal B*, 89(7), 168 [Q2].
21. **Babicheva, R.I.**, Bachurin, D.V., Dmitriev, S.V., Zhang, Y., Kok, S.W., Bai, L., Zhou, K. Elastic moduli of nanocrystalline binary Al alloys with Fe, Co, Ti, Mg and Pb alloying elements (2016) *Philosophical Magazine*, 96(15), 1598-1612 [Q1].
22. **Babicheva, R.I.**, Dmitriev, S.V., Bai, L., Zhang, Y., Kok, S.W., Kang, G., Zhou, K. Effect of grain boundary segregation on the deformation mechanisms and mechanical properties of nanocrystalline binary aluminum alloys (2016) *Computational Materials Science*, 117, 445-454 [Q1].
23. **Babicheva, R.**, Dmitriev, S., Zhang, Y., Kok, S.W., Zhou, K. Effect of grain boundary segregation on shear deformation of nanocrystalline binary aluminum alloys at room temperature (2016) *Materials Science Forum*, 838-839, 89-94 [Q3].
24. Lin, P., **Babicheva, R.I.**, Xue, M., Zhang, H.S., Xu, H., Liu, B., Zhou, K. Effects of temperature and voids on the interfacial fracture of Si/a-Si₃N₄ bilayer systems (2015) *Physica Status Solidi B*, 252(9), 2013-2019 [Q2].
25. **Babicheva, R.I.**, Dmitriev, S.V., Zhang, Y., Kok, S.W., Srikanth, N., Liu, B., Zhou, K. Effect of grain boundary segregations of Fe, Co, Cu, Ti, Mg and Pb on small

plastic deformation of nanocrystalline Al (2015) *Computational Materials Science*, 98, 410-416 [Q1].

26. Lin, P., **Babicheva, R.I.**, Xue, M., Zhang, H.S., Xu, H., Liu, B., Zhou, K. Tensile response of bi-crystalline Si nanofilms with twist and tilt grain boundaries (2015) *Computational Materials Science*, 96, 295-299 [Q1].

27. **Babicheva, R.I.**, Dmitriev, S.V., Zhang, Y., Kok, S.W., Zhou, K. Effect of Co distribution on plastic deformation of nanocrystalline Al-10.2 at.% Co alloy (2015) *Journal of Nanomaterials*, 2015, 231848 [Q2].

28. **Babicheva, R.I.**, Mulyukov, K.Y. Thermomechanical treatment to achieve stable two-way shape memory strain without training in Ti-49.8 at.% Ni alloy (2014) *Applied Physics A: Materials Science and Processing*, 116(4), 1857-1865 [Q2].

29. **Babicheva, R.I.**, Bukreeva, K.A., Dmitriev, S.V., Mulyukov, R.R., Zhou, K. Strengthening of NiAl nanofilms by introducing internal stresses (2013) *Intermetallics*, 43, 171-176 [Q1].

30. **Babicheva, R.I.**, Bukreeva, K.A., Dmitriev, S.V., Zhou, K. Discontinuous elastic strain observed during stretching of NiAl single crystal nanofilms (2013) *Computational Materials Science*, 79, 52-55 [Q1].

31. Sitdikov, O., Avtokratova, E., **Babicheva, R.**, Sakai, T., Tsuzaki, K., Watanabe, Y. Influence of processing regimes on fine-grained microstructure development in an AlMgSc alloy by hot equal-channel angular pressing (2012) *Materials Transactions*, 53(1), 56-62 [Q2].

32. **Babicheva, R.I.**, Sharipov, I.Z., Mulyukov, Kh. Ja. Influence of thermal cycling on dilatation and electrical resistance of Ti - 49.8 at.% Ni alloy after hot rolling (2011) *Materials Science Forum*, 667-669, 985-990 [Q3].

Диссертация Бабичевой Р.И. соответствует п. 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней:

- отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации;

- соискатель ссылается на авторов и источники заимствования.

Диссертация «Границы раздела в нанокристаллических материалах: молекулярно-динамическое моделирование» Бабичевой Риты Исмагиловны рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

Заключение принято на расширенном заседании научно-исследовательской лаборатории «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях» ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий».

Присутствовало на заседании 15 чел, в том числе докторов наук – 4 чел.

Результаты голосования: «за» – 15 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек.

Протокол № 7 от «15» 08 20 25 г.

Заведующий научно-исследовательской лабораторией «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях», д.ф.-м.н., доцент

 Е.А. Корзникова

