ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.167.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.А. СТЕКЛОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК.

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22.01.2026 № 1

О присуждении **Басалаеву Алексею Андреевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация **"Орбифолдные модели Ландау-Гинзбурга и зеркальная симметрия"** на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.1.5 - математическая логика, алгебра, теория чисел и дискретная математика, принята к защите «09» октября 2025 г., протокол № 15 диссертационным советом 24.1.167.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук (119991, г. Москва, ул. Губкина, д.8; приказ № 1838/нк от 26.09.2023).

Соискатель Басалаев Алексей Андреевич, 1985 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Зеркальная симметрия для простых эллиптических особенностей с действием группы» по научной специальности 01.01.06 защитил в 2016 году в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича Российской академии наук. С 2019 г. Басалаев А.А. работает в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» в должности доцента факультета математики.

Диссертация подготовлена на факультете математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

Научный консультант - Ландо Сергей Константинович, доктор физико-математических наук, профессор факультета математики и заведующий лабораторией, главный научный сотрудник Международной лаборатории кластерной геометрии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

(специальность 01.01.04)

Официальные оппоненты:

Жеглов Александр Борисович - доктор физико-математических наук, профессор кафедры дифференциальной геометрии и приложений механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (специальность — 01.01.06);

Миронов Андрей Евгеньевич – доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, и.о. директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт математики им. С. Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (специальность 01.01.04);

Тюрин Николай Андреевич – доктор физико-математических наук, начальник сектора Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова Международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований (специальность 01.01.06), дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (г. Долгопрудный) в своем положительном заключении, утвержденном проректором по научной работе, кандидатом физико-математических наук Баганом В.А., указала, что диссертационная работа А.А. Басалаева представляет собой самостоятельное и оригинальное научное исследование, содержащее важные новые результаты, которые являются существенным продвижением теории зеркальной симметрии и могут быть применены исследователями, которые работают в этой области, а также в смежных областях математики, таких как алгебраическая и

симплектическая геометрия, и гомологическая алгебра производных категорий когерентных пучков на комплексных и алгебраических многообразиях.

Соискатель имеет 21 опубликованную научную работу, в том числе 17 - по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, входящих в список ВАК. По совместным публикациям в диссертацию вошли только результаты, полученные соискателем лично.

1. Basalaev A. "Orbifold GW theory as the Hurwitz-Frobenius submanifold"// Journal of Geometry and Physics. 2014. Vol. 77. P. 30–42.

2. Basalaev A. "SL(2,C) group action on Cohomological field theories"// Letters in Mathematical Physics. 2018. Vol. 108. No. 1. P. 161–183.

3. Basalaev A. "Integrable systems associated to open extensions of type A and D Dubrovin–Frobenius manifolds"// Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical. 2022. Vol. 55. No. 29. Article 295202.

4. Basalaev A. "6-dimensional FJRW theories of the simple-elliptic singularities"// Asian Journal of Mathematics. 2023. Vol. 26. No. 1. P. 45–80.

5. Basalaev, A. "On B-type family of Dubrovin–Frobenius manifolds and their integrable systems"Letters in Mathematical Physics Volume 114, article number 120, (2024).

6. Basalaev A., Takahashi A. "On rational Frobenius Manifolds of rank three with symmetries” , J. Geom. Phys. (2014), 73–84.

7. Basalaev A., Takahashi A., Werner E. "Orbifold Jacobian algebras for exceptional unimodal singularities" // Arnold Mathematical Journal. 2017. Vol. 3. No. 4. P. 483–498.

8. Basalaev A., Takahashi A. "Hochschild cohomology and orbifold Jacobian algebras associated to invertible polynomials" // Journal of Noncommutative Geometry. 2020. Vol. 14. No. 3. P. 861–877.

9. Basalaev A., Takahashi A. "Mirror Symmetry for a Cusp Polynomial Landau–Ginzburg Orbifold" // International Mathematical Research Notices. 2022. Vol. 2022. No. 19. P. 14865–14922

10. Basalaev A., Takahashi A., Werner E. "Orbifold Jacobian algebras", Journal of Singularities, 26 (2023), 92–127

11. Basalaev A., Priddis N. "Givental–type reconstruction at a non--semisimple point" // Michigan Mathematical Journal. 2018. Vol. 67. No. 2. P. 333–369.

12. Basalaev A., Buryak A. "Open WDVV equations and Virasoro constraints" // Arnold Mathematical Journal. 2019. Vol. 5. No. 2-3. P. 145–186.

13. Basalaev A., Buryak A. "Open Saito theory for A and D singularities" // International Mathematics Research Notices. 2021. Vol. 2021. No. 7. P. 5460--5491.

14. Basalaev A., Hertling C. "3-dimensional F-manifolds" // Letters in Mathematical Physics. 2021. Vol. 111. No. 4. Article 90.

15. Basalaev A., Ionov A. "Mirror map for Fermat polynomials with a nonabelian group of symmetries" // Theoretical and Mathematical Physics. 2021. Vol. 209. No. 2. P. 1491–1506.

16. Basalaev A., Ionov A. "Hochschild cohomology of Fermat type polynomials with non–abelian symmetries"// Journal of Geometry and Physics. 2022. Vol. 174. Article 104450.

17. Basalaev, A., Ionov, A. "Hodge Diamonds of the Landau–Ginzburg Orbifolds". // Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications, 20(0) (2024), 24--25.

Других отзывов на диссертацию и автореферат не поступало.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются высококвалифицированными компетентными специалистами в области физико-математических наук, авторами значимых работ по алгебре, алгебраической геометрии, математической физике и в смежных областях.

Николай Андреевич Тюрин является признанным специалистом как в алгебраической геометрии, так и математической физике. (Н. А. Тюрин, "Специальные лагранжевы слоения многообразия флагов F3", ТМФ, 167:2 (2011), 193–205, Н. А. Тюрин, "Лагранжевы циклы Миронова в алгебраических многообразиях", Матем. сб., 212:3 (2021), 128–138)

Александр Борисович Жеглов является специалистом мирового уровня в алгебраической геометрии, пространствах модулей и алгебраической теории интегрируемых систем (А. Б. Жеглов, Х. Курке, “Геометрические свойства коммутативных подалгебр дифференциальных операторов в частных производных”, *Матем. сб.*, **206**:5 (2015), 61–106. А. Б. Жеглов, Д. В. Осипов, “О некоторых вопросах, связанных с соответствием Кричевера”, Матем. Заметки, 81:4 (2007), 528–539).

Андрей Евгеньевич Миронов является известным в мире экспертом, чья область компетенции находится на пересечении нескольких областей: интегрируемые системы, геометрия, математическая физика (Миронов, А. Е., Тайманов, И. А. (2006). Ортогональные криволинейные системы координат, отвечающие сингулярным спектральным кривым. Труды Математического института им. В.А. Стеклова, 255(0), 180-196.)

Выбор ведущей организации обусловлен как чрезвычайно высоким уровнем Центра фундаментальной математики МФТИ как центра математических исследований, так и наличием компетенций у его сотрудников для оценки физических приложений полученных результатов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны новые идеи и методы в теории зеркальной симметрии. В частности, были предложены новые конструкции фробениусовой алгебры, а также многообразия Дубровина-Фробениуса орбифолда Ландау-Гинзбурга с нетривиальной группой симметрии. Естественность данных конструкций была обоснована с помощью методов теории особенностей и гомологической алгебры. В частности, было доказано, что для орбифолдов Ландау-Гинзбурга обратимых многочленов предложенная фробениусова алгебра изоморфна кольцу когомологий Хохшильда категории G-эквивариантных матричных факторизаций, а для многочленов, задающих простые особенности, изоморфна локальной алгебре поднятия в крепантное разрешение. С помощью предложенной конструкции многообразия Дубровина-Фробениуса для орбифолдов Ландау-Гинзбурга, задаваемых многочленами типа касп, доказана гипотеза зеркальной симметрии. В частности, установлен изоморфизм между данным многообразием

Дубровина-Фробениуса и многообразием Дубровина-Фробениуса теории Громова-Виттена орбифолдной прямой Гейгле-Ленцинга.

Также в диссертации разработан метод, позволяющий контролировать изменение потенциала теории Саито при изменении примитивной формы простых эллиптических особенностей. С помощью данного метода доказана гипотеза о Калаби-Яу / Ландау-Гинзбург соответствии простой эллиптической особенности.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. дана новая конструкция фробениусовой алгебры и многообразия Дубровина-Фробениуса орбифолда Ландау-Гинзбурга с нетривиальной группой симметрий;
2. для орбифолдов Ландау-Гинзбурга, задающих унимодальные особенности, доказана гипотеза зеркальной симметрии в узком смысле в виде изоморфизма фробениусовых алгебр;
3. для орбифолдов Ландау-Гинзбурга, задающихся многочленами типа касп, доказана гипотеза зеркальной симметрии в широком смысле в виде изоморфизма многообразий Дубровина-Фробениуса;
4. для орбифолда Ландау-Гинзбурга, задающегося эллиптической особенностью, доказана гипотеза зеркальной симметрии о Калаби-Яу / Ландау-Гинзбург соответствии;
5. открыто перспективное направление для полного доказательства гипотезы зеркальной симметрии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты диссертации обоснованы строгими математическими доказательствами и получены с корректным использованием методов алгебраической геометрии, гомологической алгебры и комплексной геометрии.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении результатов диссертационного исследования, их апробации на научных семинарах, международных и всероссийских конференциях, в подготовке публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: хотя в работе делается сравнение с другими подходами к зеркальной симметрии, описание других подходов не является полным, в частности,

например, не упомянуты работы В.В. Батырева и В.В. Пржиялковского, связанные с гипотезой зеркальной симметрии вариаций структур Ходжа.

Соискатель Басалаев А.А. согласился с замечанием и привел собственную аргументацию: «Действительно, В.В. Батырев и В.В. Пржиялковский являются всемирно известными специалистами в зеркальной симметрии, многие работы которых уже являются классическими. Однако, применяемый ими подход к зеркальной симметрии использует торические многообразия и модели Ландау-Гинзбурга, задаваемые многочленами Лорана. Таким образом, в их работах зеркальная симметрия имеет принципиально иную математическую формулировку в сравнении с той, что использована в моей диссертации».

На заседании 22 января 2026 г. диссертационный совет принял решение за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, присудить Басалаеву А.А. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 14 докторов наук по научной специальности 1.1.5 – математическая логика, алгебра, теория чисел и дискретная математика, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за **23**, против **нет**.

Председатель диссертационного совета
24.1.167.03
доктор физико-математических наук,
член-корреспондент РАН, профессор

Прохоров Юрий Геннадьевич

Ученый секретарь диссертационного совета
24.1.167.03
доктор физико-математических наук

Осипов Денис Васильевич

22 января 2026 года