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 20.03.2025 № 6

О присуждении **Буряку Александру Юрьевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «**Топология пространств модулей стабильных кривых и интегрируемые системы**» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.3 – геометрия и топология, принята к защите «21» ноября 2024 г., протокол № 9 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 Буряк Александр Юрьевич, 1987 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Когомологии квазиоднородных компонент в пространстве модулей пучков» защитил в 2013 году в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». С 2020 г. Буряк А.Ю. 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 – Гусейн-Заде Сабир Меджидович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры высшей геометрии и топологии механико-математического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (специальность 01.01.09).

Официальные оппоненты:

Малютин Андрей Валерьевич – доктор физико-математических наук, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В. А. Стеклова Российской академии наук (специальность 01.01.04),

Соколов Владимир Вячеславович – доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Лаборатории динамики и стохастики сложных систем имени Р. Л. Добрушина Высшей школы современной математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (специальность 01.01.03),

Хабибуллин Исмагил Талгатович – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий отделом математической физики Института математики с вычислительным центром Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (специальность 01.01.02),

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (г. Новосибирск) в своем положительном заключении, утвержденном проректором по научно-исследовательской деятельности университета, доктором физико-математических наук, профессором РАН Чуркиным Д.В., указала, что в диссертации Буряка А.Ю. «Топология пространств модулей стабильных кривых и интегрируемые системы» автор развил свой собственный подход к дисперсионным интегрируемым системам, используя геометрию пространств модулей кривых. Своей относительной простотой и универсальностью этот подход выгодно отличается от других подходов в рассматриваемой области. Автору удалось

развить богатую теорию DR-иерархий, тем самым создав новое направление исследований. Автору удалось достичь значимых результатов в области иерархий Дубровина—Жанга, в том числе доказав однопараметрическое обобщение гипотезы Виттена. Выдвинутая автором гипотеза об эквивалентности иерархий Дубровина—Жанга и DR-иерархий представляется весьма перспективным направлением для будущих исследований. Диссертация Буряка А.Ю. удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.3 – геометрия и топология.

Соискатель имеет 60 опубликованных научных работ, в том числе 14 по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, входящих в список ВАК. По совместным публикациям в диссертацию вошли только результаты, полученные соискателем лично, по совместным публикациям имеются заявления соавторов о разделении вклада.

1. А. Ю. Буряк. Новые подходы к иерархиям топологического типа. // Успехи математических наук. – 2017. – Т. 72, № 5. – С. 63-112.

2. А. Ю. Буряк. DR-иерархии: от пространств модулей кривых к интегрируемым системам. // Труды Математического института имени В. А. Стеклова. – 2024. – Т. 325. – С. 26-66.

3. A. Buryak. Double ramification cycles and integrable hierarchies. // Communications in Mathematical Physics. – 2015. – Vol. 336, N. 3. – P. 1085-1107.

4. A. Buryak. Dubrovin-Zhang hierarchy for the Hodge integrals. // Communications in Number Theory and Physics. – 2015. – Vol. 9, N. 2. – P. 239-271.

5. A. Buryak. ILW equation for the Hodge integrals revisited. // Mathematical Research Letters. – 2016. – Vol. 23, N. 3. – P. 675-683.

6. A. Buryak, B. Dubrovin, J. Guere, P. Rossi. Tau-structure for the double ramification hierarchies. // Communications in Mathematical Physics. – 2018. – Vol. 363, N. 1. – P. 191-260.

7. A. Buryak, J. Guere. Towards a description of the double ramification hierarchy for Witten's r-spin class. // Journal de Mathematiques Pures et Appliquees. – 2016. – Vol. 106, N. 5. – P. 837-865.

8. A. Buryak, H. Posthuma, S. Shadrin. A polynomial bracket for the Dubrovin--Zhang hierarchies. // Journal of Differential Geometry. – 2012. – Vol. 92, N. 1. – P. 153-185.

9. A. Buryak, P. Rossi. Recursion relations for double ramification hierarchies. // Communications in Mathematical Physics. – 2016. – Vol. 342. – P. 533-568.

10. A. Buryak, P. Rossi. Double ramification cycles and quantum integrable systems. // Letters in Mathematical Physics. – 2016. – Vol. 106, N. 3. – P. 289-317.

11. A. Buryak, P. Rossi, S. Shadrin. Towards a bihamiltonian structure for the double ramification hierarchy. // Letters in Mathematical Physics. – 2021. – Vol. 111. – Article number 13.

12. A. Buryak, P. Rossi. A generalisation of Witten's conjecture for the Pixton class and the noncommutative KDV hierarchy. Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu. – 2023. – Vol. 22, N. 6. – P. 2987-3009.

13. A. Buryak, P. Rossi. Intersection numbers with Pixton's class and the noncommutative KdV hierarchy. // Принято к публикации в журнале Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Scienze. – DOI: 10.2422/2036-2145.202312_003.

14. A. Buryak, S. Shadrin, L. Spitz, D. Zvonkine. Integrals of psi-classes over double ramification cycles. // American Journal of Mathematics. – 2015. – Vol. 137, N. 3. – P. 699-737.

Других отзывов на диссертацию и автореферат не поступало.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются компетентными, высококвалифицированными специалистами в области физико-математических наук, имеющими значимые публикации по геометрии римановых поверхностей и в связанных областях в теории интегрируемых систем.

Малютин А.В. является признанным специалистом по маломерной топологии (Malyutin A.V. On the question of genericity of hyperbolic knots // International Mathematics Research Notices – 2020. – V. 2020. – № 21. – P. 7792–7828; Малютин А.В. Расслоения Бирман–Хильдена. II // Сибирский математический журнал – 2024. – Т. 65. – № 2. – С. 358–373).

Соколов В.В. является признанным специалистом мирового уровня по интегрируемым системам (Sokolov V.V. Algebraic structures in integrability. – World

Scientific, 2020; Дринфельд В.Г., Соколов В.В. Алгебры Ли и уравнения типа Кортевега–де Фриза // Итоги науки и техники. Серия «Современные проблемы математики. Новейшие достижения» – 1984. – Т. 24. – С. 81–180).

Хабибуллин И.Т. является признанным специалистом мирового уровня по интегрируемым системам (Habibullin I.T, Khakimova A.R. Characteristic Lie algebras of integrable differential-difference equations in 3D // Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical – 2021. – V. 54. – №. 29. – 295202; Habibullin I.T., Khakimova A.R., Poptsova M.N. On a method for constructing the Lax pairs for nonlinear integrable equations // Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical – 2016. – V. 49. – № 3 – 035202).

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что она является известным центром физико-математических наук с богатой историей, проводит исследования по широкому перечню направлений, охватывающему как фундаментальную математику, так и ее приложения, имеет ведущих специалистов в области алгебраической топологии, дифференциальной геометрии и математической физики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны новые идеи и методы, позволяющие установить наиболее ясно связь между топологией пространств модулей $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}$ и интегрируемыми системами математической физики. Был решён ряд открытых проблем в рамках существовавшего ранее подхода к интегрируемым системам на основании геометрии пространств модулей, а также была выдвинута перспективная гипотеза о связи с новых подходом, предложенным автором.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Решена проблема существования иерархии Дубровина—Жанга для произвольной полупростой КогТП. Более того, построено обобщение теории Дубровина—Жанга для произвольной КогТП.

- Решена проблема явного описания иерархии Дубровина—Жанга для КогТП, задаваемой полным классом Черна расслоения Ходжа. Полученный результат даёт однопараметрическое обобщение гипотезы Виттена.

- Доказано соотношение на определённые классы когомологий в пространстве $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}$, называемые DR-циклами, в группах когомологий $H^{2g+2}(\overline{\mathcal{M}}_{g,n}, Q)$. Это соотношение является обобщением на все рода соотношения ассоциативности в когомологиях $H^2(\overline{\mathcal{M}}_{0,n}, Q)$. На основе этого соотношения, стартуя с произвольной КогТП, предложена новая конструкция интегрируемой гамильтоновой системы УрЧП, названной DR-иерархией. Тем самым, развито новое направление в теории интегрируемых систем, связанных с геометрией пространств модулей кривых.
- Используя геометрические свойства пространств модулей кривых, доказано, что DR-иерархия наделена богатой алгебраической структурой, включающей рекурсивное соотношение нового типа и квантование, а также приведена явная формула для дифференциального оператора, гипотетически задающего бигамильтонову структуру DR-иерархии. Тем самым развиты новые методы в теории интегрируемых систем, основывающиеся на геометрии пространств модулей кривых.
- Открыто перспективное направление в рамках изучения иерархий Дубровина—Жанга: для произвольной КогТП построено преобразование Миуры, и выдвинута гипотеза, что это преобразование связывает иерархию Дубровина—Жанга и DR-иерархию.

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

Соискатель Буряк А.Ю. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 20 марта 2025 г. диссертационный совет принял решение за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как крупное научное достижение, присудить Буряку А.Ю. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности 1.1.3 – геометрия и

топология, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за **19**, 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

20 марта 2025 года