

Заключение диссертационного совета МГУ.013.1

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «18» июня 2026 года № 67

О присуждении Шапошникову Ивану Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Спектральные исследования звезд Вольфа-Райе в двойных системах типа WR+OB как эволюционных предшественников релятивистских объектов» по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия принята к защите диссертационным советом 02.04.2026, протокол № 64.

Соискатель И. А. Шапошников, 1998 года рождения, в период подготовки диссертации обучался в очной аспирантуре (01.10.2022-30.09.2026) на кафедре экспериментальной астрономии Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника отдела физики эмиссионных звезд и галактик Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Диссертация подготовлена на кафедре экспериментальной астрономии Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Научный руководитель:

— Черепашук Анатолий Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН, заведующий отделом звездной астрофизики Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга МГУ имени М.В.Ломоносова.

Официальные оппоненты:

— Винокуров Александр Сергеевич, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией физики звезд Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук;

— Иванов Павел Борисович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник

отдела теоретической астрофизики и космологии Астрокосмического центра Физического института имени П. Н. Лебедева Российской академии наук;

— Юнгельсон Лев Рафаилович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела физики и эволюции звезд Института астрономии Российской академии наук.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высокой квалификацией, опытом работы в области физики космоса и астрономии, а также значительным количеством публикаций по теме диссертации.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 6 работ, все опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности:

1. Shaposhnikov I.A., Cherepashchuk A.M., Dodin A.V., Postnov K.A. Spectroscopic searches for evolutionary orbital period changes in WR+OB binaries: the case of CQ Cep and CX Cep // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.— 2023.— Vol. 523, № 1. pp. 1524-1537. EDN: UDACXY. Импакт-фактор 1.03 (JCI). Личный вклад 70%. Объем 1.68 печатных листов.

2. Shaposhnikov I.A., Cherepashchuk A.M., Dodin A.V., Postnov K.A. Spectroscopic searches for evolutionary orbital period changes in WR+OB binaries: the case of V444 Cyg // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.— 2023.— Vol. 526, № 3.— pp. 4529-4534. EDN: XNXTKM. Импакт-фактор 1.03 (JCI). Личный вклад 70%. Объем 0.72 печатных листов.

3. Shaposhnikov I.A., Cherepashchuk A.M., Dodin A.V., Postnov K.A. Spectroscopic searches for evolutionary orbital period changes in WR+OB binaries: The case of WR 127 (Hen 3-1772) // Astronomy and Astrophysics.— 2024.— Vol. 683.— L17. EDN: QFQYOC. Импакт-фактор 1.30 (JCI). Личный вклад 70%. Объем 0.60 печатных листов.

4. Шапошников И.А. Спектроскопический поиск эволюционных изменений орбитального периода в двойных системах типа WR+OB. Случай WR 141 // Астрономический журнал.— 2024. Т. 101, № 12.— С. 1034-1042. EDN: IDJZMQ. Импакт-фактор 0.955 (РИНЦ). Личный вклад 100%. Объем 0.56 печатных листов.

Shaposhnikov I.A. Spectroscopic Searches for Evolutionary Orbital Period Changes in WR+OB Binaries: the Case of WR 141 // *Astronomy Reports.*– 2024.– Vol. 68, № 12.– pp. 1145-1152. EDN: GEXBTH. Импакт-фактор 0.19 (JCI). Личный вклад 100%. Объем 0.96 печатных листов.

5. Черепашук А.М., Шапошников И.А. Поиск эффектов ориентации в звездном ветре звезд Вольфа-Райе // *Астрономический журнал.*– 2025.– Т. 102, № 9.– С. 790-809. EDN: DZLJQD. Импакт фактор 0.955 (РИНЦ). Личный вклад 70%. Объем 2.40 печатных листов.

Cherepashchuk A.M., Shaposhnikov I.A. Search for Orientation Effects in the Stellar Winds of Wolf–Rayet Stars // *Astronomy Reports.*– 2025.– Vol. 69, № 7.– pp. 591-608. EDN: AXCGBZ. Импакт-фактор 0.19 (JCI). Личный вклад 70%. Объем 2.16 печатных листов.

6. Postnov K.A., Shaposhnikov I.A., Cherepashchuk A.M. Empirical correlation between masses of black holes and Wolf–Rayet stars derived from their mass distributions in spectroscopic binaries // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.*– 2025.– Vol. 544, №1.–pp. L83-L88. EDN: LZXKJJ. Импакт-фактор 1.03 (JCI). Личный вклад 70%. Объем 0.72 печатных листов.

Диссертационный совет отмечает, что в данной работе представлено комплексное спектроскопическое исследование звезд WR, входящих в состав двойных систем типа WR+OB, и их эволюционной взаимосвязи с черными дырами. На основе новых и архивных наблюдательных данных для пяти тесных двойных систем типа WR+OB (V444 Cyg, CQ Ser, CX Ser, WR 127 и WR 141) уточнены элементы орбит и впервые спектроскопическим методом «О-С» надежно выявлены вековые изменения их орбитальных периодов. По измерениям доплеровских ширин эмиссионных линий в спектрах систем типа WR+OB было выполнено исследование влияния эффектов ориентации на крупномасштабную структуру ветра звезд WR в двойных системах типа WR+OB, не выявившее существенной корреляции с углом наклона плоскости орбиты. Обнаруженное систематическое увеличение орбитального периода у четырех из этих систем позволило получить надежные динамические оценки темпов потери массы звездами WR и исследовать эмпирическую зависимость темпа потери вещества звездой WR от ее массы. Показано, что она имеет вид степенной зависимости с показателем степени около 1.7. На основе этой зависимости и наблюдательных данных о массах звезд WR и черных дыр в двойных звездных системах показана близость распределения масс черных дыр к распределению масс СО-ядер звезд WR перед гравитационным коллапсом, подтверждающая эволюционную связь звезд WR с черными дырами звездных масс.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Использование кривых лучевых скоростей тесных двойных систем типа WR+OB, подобно кривым блеска затменных систем, позволяет получить динамическую оценку темпа векового изменения орбитального периода методом «О-С». Для затменных систем V444 Cyg, CQ Ser и CXCer значения темпа изменения периода, определённые спектроскопическим методом «О-С», согласуются с оценками, полученными методом «О-С» из фотометрических кривых блеска. Системы WR 127 = Hen 3-1772 и WR 141 = V2183 Cyg обладают вековым увеличением орбитальных периодов.
2. Эмпирическая зависимость темпа потери массы звезды WR от её текущей массы, построенная по динамическим оценкам в четырех системах типа WR+OB с массами звезд WR в диапазоне $M_{WR} \approx 10-25 M_{\odot}$, имеет степенной характер с показателем степени около 1.7.
3. Распределение масс звезд WR перед гравитационным коллапсом связано с распределением масс черных дыр в двойных звездных системах степенным преобразованием, близким к теоретической зависимости массы СО-ядра звезды WR от ее массы.
4. Доплеровские ширины эмиссионных линий WR в спектрах нескольких десятков двойных типа WR+OB не показывают значимой корреляции с углом наклона орбиты ни в случае систем со звездами WR спектрального подкласса WN, ни для систем со звездами WC.

Дополнительных отзывов не поступало.

На заседании 18 июня 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Шапошникову Ивану Андреевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 26 человек, из них 26 докторов наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (отрасль наук — физико-математические), участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, проголосовали: за – 26, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

К. А. Постнов

Ученый секретарь диссертационного совета

А. И. Богомазов

18 июня 2026 года