

УТВЕРЖДАЮ

Проректор Национального
исследовательского университета
«Высшая школа экономики»

к.э.н., доцент Рощин Сергей Юрьевич

« 22 » декабря 2025 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Диссертация Синевича Александра Алексеевича на тему: «Исследование мелкомасштабной структуры поляризованного джета в субавроральной ионосфере спутниковыми и наземными средствами» выполнена на базовой кафедре физики космоса Института космических исследований Российской академии наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» и в отделе физики космической плазмы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук.

В 2021 г. окончил магистратуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

В 2025 г. Синевич Александр Алексеевич окончил очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» по направлению подготовки 03.06.01, образовательной программы «Физика и астрономия», профиль по образовательной программе «Астрофизика и звёздная астрономия».

В период подготовки диссертации соискатель ученой степени Синевич Александр Алексеевич работал в отделе физики космической плазмы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук в должности инженера с 15.09.2021 г. по настоящее время.

Справка об обучении с результатами сдачи кандидатских экзаменов выдана в 2025 г. в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

Научный руководитель - кандидат физико-математических наук Чернышов Александр Александрович работает в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института космических исследований Российской академии наук в должности старшего научного сотрудника, а также в Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики» в должности доцента базовой кафедры физики космоса Института космических исследований Российской академии наук.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Актуальность темы

Настоящая диссертационная работа посвящена исследованию внутренней мелкомасштабной структуры ПД и её влияния на прохождение радиоволн через ионосферу.

Субавроральная область располагается между проекцией по магнитным силовым линиям геомагнитного поля положения плазмопаузы и экваториальной границей аврорального овала. Во время геомагнитной активности положение субавроральной зоны быстро меняется. Здесь наблюдаются процессы и явления, характерные только для этой области околоземного пространства, например, формирование главного ионосферного провала в широтном распределении электронной концентрации; формирование полярной стенки провала за счет высыпания низкоэнергичных электронов на экваториальной границе диффузных вторжений; появление красных дуг в фоновом свечении верхней атмосферы, а также такое явление как STEVE (Strong Thermal Emission Velocity Enhancement) и узкие потоки быстрых субавроральных ионных дрейфов к западу вблизи проекции плазмопаузы на высотах области F-слоя ионосферы (поляризационный джет (ПД)), которые наиболее заметно проявляются во время бурь/суббурь на фоне крупномасштабной конвекции плазмы. Скорость плазмы в поляризационном джете может достигать нескольких километров в секунду, а размер плазменных неоднородностей внутри него может достигать масштабов от десятков метров до нескольких сотен метров. Такие высокие скорости и структурированная плазма могут влиять на трансionoсферные радиосигналы и приводить к мерцаниям в принимаемом сигнале от навигационных спутников, а также к потере захвата спутниковых сигналов и приводить к серьезному ухудшению радиосвязи.

Комплексные исследования с участием разнообразных космических миссий позволили выявить основные крупномасштабные черты в формировании и развитии ПД, определить пространственную область, где с максимальной вероятностью появляются субавроральные ионные дрейфы, и время их появления, а также установить их связь с геомагнитными возмущениями и с вторжениями энергичных частиц в ближнюю магнитосферу. Однако многие спутники не были оснащены необходимыми приборами для более глубокого изучения характеристик электромагнитных и плазменных возмущений, наблюдаемых на высотах внешней ионосферы при пролете над субавроральными широтами во время существования ПД, или научная аппаратура на борту спутников не позволяла проводить измерения с высоким временным разрешением. Мелкомасштабные процессы внутри ПД практически не исследованы, и здесь остается много открытых вопросов. Ключевые вопросы, связанные с физикой возникновения ПД и формированием мелкомасштабных структур внутри ПД, остаются открытыми ввиду отсутствия общепринятой теоретической модели и недостаточной экспериментальной изученности этих процессов. Настоящая диссертационная работа посвящена исследованию мелкомасштабной структуры ПД и её влияния на прохождение радиоволн через ионосферу.

Научные положения диссертации

1. Впервые внутри поляризационного джета обнаружены неоднородности температуры и концентрации электронов с пространственными размерами вплоть до сотен метров. Установлено, что с развитием геомагнитной активности флуктуации

параметров плазмы внутри поляризационного джета увеличиваются на всех масштабах, при этом возрастает роль крупномасштабных неоднородностей.

2. Обнаружен новый тип явлений — стратифицированный поляризационный джет, состоящий из 2–4 крупных страт размером 0.2° – 0.3° широты и нескольких мелких страт, имеющих размер $<0.1^{\circ}$. Страты электронной температуры не всегда пространственно совпадают со стратами электронной концентрации и бывают сдвинуты по широте. Показано, что неоднородности температуры электронов внутри страт поляризационного джета более выражены, чем неоднородности электронной концентрации.

3. Установлено, что поляризационный джет оказывает влияние на прохождение трансионосферного сигнала глобальных навигационных спутниковых систем, вызывая увеличение амплитудных и фазовых сцинтилляций, а также потерю захвата навигационного радиосигнала. Показано, что множественные переотражения радиосигнала, наблюдаемые в виде F-рассеяния на ионограммах во время развития поляризационного джета, обусловлены стратами и мелкомасштабными плазменными неоднородностями поляризационного джета.

4. Показано, что во время экстремальной геомагнитной бури в мае 2024 г. ($Dst = -412$ нТл) скорость поляризационного джета ниже, чем во время умеренных магнитных возмущений. Это связано с особенностями развития данного экстремального события, приводящими к нарушениям механизмов генерации поляризационного джета вследствие подвижности плазмопаузы/аврорального овала, что не позволяет сформировать устойчивый западный дрейф плазмы.

Обоснованность научных положений

Обоснованность научных положений подтверждается согласием полученных результатов с результатами теоретических и экспериментальных работ, имеющимися на данный момент в литературных источниках. Научные положения диссертационной работы изложены на 24 научных конференциях, на которых они получили положительные отзывы. Кроме того, все научные положения опубликованы в виде статей в ведущих рецензируемых научных журналах. Данные статьи широко известны в профильной научной среде, на текущий момент насчитывают 37 внешних цитирований, что дополнительно подтверждает обоснованность научных положений, изложенных в них.

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации

Все результаты, представленные в настоящей работе, получены соискателем лично, либо совместно с соавторами. Положения, выносимые на защиту, основаны на работах из списка публикаций автора по теме диссертации, вклад автора в которые является основным. Результаты, представленные в диссертации, согласованы с соавторами.

Степень достоверности результатов, проведенных соискателем ученой степени исследований

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием широкого набора данных с различных наземных и спутниковых измерительных средств, как новых, так и уже зарекомендованных в других исследованиях. Применяются измерения широко известных, откалиброванных и многократно проверенных научных инструментов как на борту космических аппаратов миссий

Swarm, DMSP, NorSat-1, так и наземной инфраструктуры (ионозонды, приемники сигналов глобальных навигационных спутниковых систем, радары, магнитометры). Достоверность определяется использованием современных методов анализа данных и сопоставление результатов с предсказаниями теории, а также согласием с результатами, опубликованными ранее в научной литературе.

Научная новизна работы

Несмотря на наличие большого количества научных работ, посвященных исследованию различных крупномасштабных характеристик ПД, внутренняя мелкомасштабная структура ПД практически не изучена. Это объясняется тем, что многие спутники ранее не были оснащены необходимыми приборами для более глубокого изучения характеристик ионосферной плазмы внутри ПД или научная аппаратура на борту спутников не позволяла проводить измерения с высоким временным разрешением. В данной работе для исследования ПД были впервые использованы данные измерений нового спутника NorSat-1 с высокой частотой опроса (1 кГц), что позволило обнаружить мелкомасштабные неоднородности параметров плазмы внутри ПД, а также их зависимость от геомагнитной активности.

Результаты измерений были проанализированы различными методами анализа данных, среди которых впервые введенный и использованный для исследования ПД метод $\Delta N/N$. Использование данного метода позволило обнаружить новый тип явлений (и ввести в научную литературу термин для его обозначения) – стратифицированный ПД (СПД), состоящий из страт ПД. Внутренний состав СПД и свойства его страт были также впервые определены при помощи метода $\Delta N/N$.

Кроме того, впервые для исследования ПД/СПД была использована уникальная комбинация большого количества одновременных измерений одного и того же явления спутниковыми и наземными средствами. Это позволило произвести комплексное исследование свойств и внутренней структуры ПД/СПД, а также впервые определить влияние ПД/СПД, его страт и мелкомасштабных неоднородностей внутри них на прохождение радиосигналов, в том числе сигналов глобальных систем спутниковой навигации.

В рамках данной работы был проанализирован широкий ряд случаев ПД, сформированных во время различных геомагнитных событий. Динамика крупномасштабных свойств ПД во время «классических» геомагнитных бурь/суббурь на сегодняшний день хорошо изучена. Однако в мае 2024 года произошла сильнейшая в 21 веке «экстремальная» геомагнитная буря ($Dst = -412$ нТл). Поведение ионосферных явлений, как и параметров земной ионосферной плазмы в целом, во время экстремальных геомагнитных бурь значительно отличается, в особенности в авроральной и субавроральной области. В данной работе впервые были рассмотрено формирование ПД во время экстремальной геомагнитной бури в мае 2024 и обнаружено, что скорость поляризационного джета ниже, чем во время умеренных магнитных возмущений. Это связано с особенностями развития данного экстремального события, приводящими к нарушениям механизмов генерации ПД вследствие подвижности плазмопаузы/аврорального овала, что не позволяет сформировать устойчивый западный дрейф плазмы.

Теоретическая значимость

Поскольку ПД представляет собой узкий сверхзвуковой поток плазмы, следует ожидать образования в нем мелкомасштабных неоднородностей, вызванных различными плазменными неустойчивостями. Теоретическая значимость работы

заключается в определении новых, ранее неизвестных характеристик ПД и его внутренней мелкомасштабной структуры, что позволяет улучшить понимание процессов в субавроральной области ионосферы и магнитосферы, а также актуализировать текущие теории генерации ПД. Кроме того, результаты диссертационной работы дают возможность уточнения математических моделей как ПД, так и ионосферы в целом.

Практическая значимость результатов проведенных соискателем ученой степени исследований

Физические явления, происходящие в субавроральной ионосферной плазме, влияют на распространение радиоволн, в частности, на традиционную длинноволновую радиосвязь. Падение плотности ионосферной плазмы внутри ПД существенно влияет на условия прохождения радиоизлучения в частотных диапазонах L1 и L2, что, в свою очередь, влияет на точность позиционирования навигационных спутников (GPS, ГЛОНАСС, Galileo и др.). Сложная внутренняя структура ПД, учитывая возможную комбинацию таких факторов как понижение концентрации электронов и ионов, рост их температуры, сильный ионный дрейф, а также вызываемые ими химические процессы, могут вызывать различные искажения, переотражения и потери проходящих через ПД радиосигналов. В практических приложениях во время геомагнитных возмущений необходимо учитывать не только высыпание заряженных частиц в авроральном овале, но и развитие ПД в субавроральной зоне. Таким образом, исследование внутренней мелкомасштабной структуры ПД важно как для фундаментальной науки, так и для практических применений.

Апробация работы

Результаты работы докладывались автором на российских и международных научных конференциях:

- Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования», ИКИ РАН, Москва, 2020 г. Доклад «Исследование поляризационного джета на основе спутниковых данных»;
- Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования», ИКИ РАН, Москва, 2021 г. Доклад «Исследование узких ионных дрейфов в субавроральной ионосфере по спутниковым данным»;
- Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования», ИКИ РАН, Москва, 2022 г. Доклад «Исследование поляризационного джета с использованием наземных и спутниковых данных»;
- Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования», ИКИ РАН, Москва, 2023 г. Доклад «Стратифицированный поляризационный джет»;
- Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования», ИКИ РАН, Москва, 2024 г. Доклад «Исследование быстрых и узких дрейфов плазмы одновременно наземными и спутниковыми средствами в субавроральной ионосфере»;
- Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования», ИКИ РАН, Москва, 2025 г. Доклад «Поляризационный джет во время крупнейших геомагнитных бурь».
- Ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», ИКИ РАН,

- Москва, 2021 г. Доклад «Исследование поляризационного джета по данным спутников NorSat-1 и Swarm»;
- Ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», ИКИ РАН, Москва, 2022 г. Доклад «Мультиинструментальный подход к исследованию поляризационного джета»;
 - Ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», ИКИ РАН, Москва, 2023 г. Доклад «Внутренняя структура поляризационного джета: Стратифицированный поляризационный джет»;
 - Ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», ИКИ РАН, Москва, 2024 г. Доклад «Исследование влияния поляризационного джета на прохождение трансионосферного радиосигнала спутников ГНСС»;
 - Ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», ИКИ РАН, Москва, 2024 г. Доклад «Изучение субавроральных явлений наземными и спутниковыми средствами во время геомагнитного события 18.03.2018»;
 - Ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», ИКИ РАН, Москва, 2025 г. Доклад «Проявления поляризационного джета, его страт и STEVE по спутниковым данным, а также данным вертикального зондирования ионосферы и региональным картам полного электронного содержания»;
 - Ежегодный Апатитский семинар «Физика авроральных явлений», Апатиты, Мурманская область, 2021 г. Доклад «Polarization jet research based on NorSat-1 and Swarm satellites data»;
 - Ежегодный Апатитский семинар «Физика авроральных явлений», Апатиты, Мурманская область, 2022 г. Доклад «A multi-instrumental approach to the study of the small-scale structure of a polarization jet»;
 - Ежегодный Апатитский семинар «Физика авроральных явлений», Апатиты, Мурманская область, 2023 г. Доклад «Stratification of Polarization Jet»;
 - Ежегодный Апатитский семинар «Физика авроральных явлений», Апатиты, Мурманская область, 2024 г. Доклад «Study of fast and narrow plasma drifts in the subauroral ionosphere simultaneously by ground and satellite means during the geomagnetic event of 18.03.2018»;
 - Ежегодный Апатитский семинар «Физика авроральных явлений», Апатиты, Мурманская область, 2025 г. Доклад «Polarization Jet/SAID behavior during extreme geomagnetic disturbances»;
 - International Conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety” (AIS), КФ ИЗМИРАН, Калининград. Калининградская область, 2023 г. Доклад «Internal structure of a polarization jet: Stratified Subauroral Ion Drift (SSAID)»;
 - International Conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety” (AIS), КФ ИЗМИРАН, Калининград. Калининградская область, 2025 г. Доклад «Polarization jet/SAID occurrences during extreme geomagnetic storms»;
 - Всероссийская школа Национального центра физики и математики по экспериментальной и лабораторной астрофизике и геофизике, НЦФМ Саров, Нижегородская область, 2024 г. Доклад «Комплексное исследование поляризационного джета»;
 - ISEE Symposium PWING-ERG Conference and school on the inner magnetosphere. ISEE, Nagoya University, Nagoya, Japan, 2021 г. Доклад «Study of the polarization jet using satellite data»;
 - Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике «Физические процессы в космосе и околоземной среде» Конференция

молодых ученых «Взаимодействие полей и излучения с веществом» Иркутск. Иркутская область, 2024 г. Доклад «Комплексный подход к исследованию поляризационного джета»;

- Всероссийская Школа-конференция молодых астрономов «Космос, Астрофизика, Солнце, Планеты» – КАСП, Троицк, Москва, 2024 г. Доклад «Особенности поляризационного джета во время экстремальных геомагнитных бурь»;
- Международная конференция Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений, с. Паратунка, Камчатский край, 2025 г. Доклад «Study of polarization jet/SAID based on measurements by Russian satellites Ionosfera-M»;
- Рабочая встреча российско-норвежского проекта по сотрудничеству в Арктике ASTRA – The Arctic Space Training Workshop, Турция, Стамбул, 2022 г. Доклад «A multi-instrumental approach to the study of a polarization jet»;
- Рабочая встреча российско-норвежского проекта по сотрудничеству в Арктике ASTRA – The Arctic Space Training Workshop, Норвегия, Осло, 2022 г. Доклад «Effect of SAID on the Development of Ionospheric Scintillations and Irregularities in the Subauroral Region».

Полнота изложения материалов диссертации в публикациях

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 10 работах общим объемом 8.06 п.л.; личный вклад автора составляет 6.5 п.л.

Научная публикация	Личный вклад	Публикация входит в		
		Перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК	База данных RSCI	международные базы данных и системы цитирования (Web of Science/ Scopus/ MathSciNet...)
1. Синевиц А.А. , Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Милох В.Я., Могилевский М.М. Исследование мелкомасштабной структуры поляризационного джета во время геомагнитной бури 20 апреля 2018 г. // Солнечно-земная физика. 2021. Т. 7, № 1. С. 21–33. DOI:10.12737/szf-71202103	В соавт., личный вклад – 0.81 п.л.	да	да	Web of Science Q4, Scopus Q4
2. Синевиц А.А. , Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Милох В.Я., Могилевский М.М. Пространственная структура поляризационного джета по данным спутников NorSat-1 и Swarm // Космические исследования. 2021. Т. 59, № 6, С. 489–497.	В соавт., личный вклад – 0.56 п.л.	да	да	Web of Science Q4, Scopus Q4

DOI:10.31857/S0023420621060091				
3. Sinevich, A.A. , Chernyshov, A.A., Chugunin, D.V., Oinats, A.V., Clausen, L.B.N., Miloch, W.J., Nishitani N., Mogilevsky M.M. (2022). Small-scale irregularities within polarization jet/SAID during geomagnetic activity // Geophysical Research Letters, 49, e2021GL097107. DOI:10.1029/2021GL097107	В соавт., личный вклад – 0.68 п.л.	нет	нет	Web of Science Q1, Scopus Q1
4. Sinevich, A.A. , Chernyshov, A.A., Chugunin, D.V., Clausen, L.B.N., Miloch, W.J., Mogilevsky M.M. (2023). Stratified Subauroral Ion Drift (SSAID) // Journal of Geophysical Research: Space Physics, 128, e2022JA031109. DOI:10.1029/2022JA031109	В соавт., личный вклад – 0.81 п.л.	нет	нет	Web of Science Q2, Scopus Q1
5. Синеви́ч А.А. , Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Могилевский М.М., Милох В.Я. Внутренняя структура поляризационного джета: стратифицированный поляризационный джет // Геомагнетизм и аэрoномия. 2023. Т. 63, № 6, С. 764–774. DOI:10.31857/S0016794023600333	В соавт., личный вклад – 0.68 п.л.	да	да	Scopus Q3
6. Синеви́ч А.А. , Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Могилевский М.М., Милох В.Я. Поляризационный джет и плазменные неоднородности различного масштаба // Известия РАН. Серия физическая. 2024. Т. 88, № 3, С. 438–444. DOI:10.31857/S0367676524030139	В соавт., личный вклад – 0.43 п.л.	да	да	Scopus Q3
7. Sinevich, A.A. , Chernyshov, A.A., Chugunin, D.V., Klimenko, M.V., Panchenko, V.A., Yakimova, G.A., Timchenko A.V., Miloch W.J., Mogilevsky M.M. (2024). Multi-instrument	В соавт., личный вклад – 1.25 п.л.	нет	нет	Web of Science Q2, Scopus Q1

approach to study polarization jet/SAID and STEVE // Journal of Geophysical Research: Space Physics, 129, e2024JA033222. https://doi.org/10.1029/2024JA033222				
8. Kotova, D.S., Sinevich, A.A. , Chernyshov, A.A., Chugunin, D.V., Jin, Y., Miloch, W.J. (2025) Strong turbulent flow in the subauroral region in the Antarctic can deteriorate satellite-based navigation signals // Scientific Reports. 15, 3458. https://doi.org/10.1038/s41598-025-86960-6	В соавт., личный вклад – 0.4 п.л.	нет	нет	Web of Science Q1, Scopus Q1
9. Chernyshov A.A., Klimenko M.V., Nosikov I.A., Borchevkina O.P., Timchenko A.V., Efishov I.I., Sinevich A.A. , Ryakhovsky I.A., Yakimova G.A., Bessarab F.S., Yankovsky I.S., Chugunin D.V. (2025) Effects in the upper atmosphere and ionosphere in the subauroral region during Victory Day 2024 Geomagnetic Storm (May 10-12, 2024) // Advances in Space Research. https://doi.org/10.1016/j.asr.2025.02.015	В соавт., личный вклад – 0.54 п.л.	нет	нет	Web of Science Q1, Scopus Q1
10. Chernyshov A.A., Klimenko M.V., Sinevich A.A. , Timchenko A.V, Nosikov I.A., Chugunin D.V., Yankovsky I.S. (2025) Some Aspects of Victory Day 2024 Geomagnetic Storm Occurred on May 10–12, 2024, Using Satellite and Ground-Based Data // Russian Journal of Earth Sciences. 25. ES501. DOI: https://doi.org/10.2205/2025es001009	В соавт., личный вклад – 0.34 п.л.	да	да	Web of Science Q4, Scopus Q3

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают её основные положения.

Ценность научных работ соискателя ученой степени

Ценность научных работ соискателя ученой степени заключается в том, что они представляют научную новизну, практическую и теоретическую значимость в рамках исследуемой темы. Научные работы соискателя опубликованы в ведущих

отечественных и международных рецензируемых изданиях. В них изложено логичное и завершённое исследование, подкреплённое содержательным анализом зарубежных и отечественных источников, а также обширного эмпирического материала.

Диссертация Синевича Александра Алексеевича на тему: «Исследование мелкомасштабной структуры поляризованного джета в субавроральной ионосфере спутниковыми и наземными средствами» – это законченная научно-квалификационная работа, которая соответствует: требованиям пунктов 9, 10, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а также Паспорту научной специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия».

Диссертация Синевича Александра Алексеевича на тему: «Исследование мелкомасштабной структуры поляризованного джета в субавроральной ионосфере спутниковыми и наземными средствами» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия».

Заключение принято на заседании базовой кафедры физики космоса Института космических исследований Российской академии наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», протокол № 2, от 18.11.2025 г.

Присутствовало на заседании 16 человек. Участвовало в голосовании 8 человек.

Результаты голосования: «за» – 8 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек.

Доцент Базовой кафедры физики космоса
Института космических исследований РАН
факультета физики НИУ ВШЭ,
научный сотрудник ФГБУН
Института космических исследований
Российской академии наук,
кандидат физико-математических наук

Балюкин Игорь Игоревич

*Заместитель начальника отдела кадров
Федерального государственного бюджетного учреждения
Института космических исследований Российской академии наук*

