ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ "ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.
П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК" (ФИАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 7 апреля 2022 года № 1

О присуждении Плавину Александру Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико – математических наук

Диссертация «Изучение высокоэнергетических процессов в ядрах активных галактик по данным радио, оптических и нейтринных наблюдений» по специальности 01.03.02 «астрофизика и звездная астрономия» принята к защите 20 января 2022 г., протокол №2212, диссертационным советом Д002.023.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт имени П.Н. Лебедева Российской академии наук», 119991, Москва, Ленинский проспект, дом 53, ФИАН, приказ № 105/нк от 11.04.2012 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Соискатель Плавин Александр Викторович, 1993 года рождения, в 2017 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» с присвоением квалификации «Магистр» по специальности 03.04.01 «прикладные математика и физика», а с 12 октября 2017 года по 11 октября 2021 года обучался в очной аспирантуре Физического института им. П.Н. Лебедева РАН по специальности 01.03.02 (астрофизика и звездная астрономия). Справка об обучении в аспирантуре с результатами сдачи кандидатских экзаменов выдана 01.06.2021 в ФГБУН «Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН». В настоящее время соискатель работает младшим научным сотрудником в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН.

Диссертация выполнена в Физическом институте им. П.Н.Лебедева РАН. Научный руководитель – член-корреспондент РАН, профессор РАН, д.ф.-м.н. Ковалев Юрий Юрьевич, главный научный сотрудник АКЦ ФИАН.

Официальные оппоненты:

Байкова Аниса Талгатовна, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН (ГАО РАН), г. Санкт-Петербург;

Лутовинов Александр Анатольевич, доктор физико-математических наук, заместитель директора Института космических исследований РАН, г. Москва; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН «Крымская астрофизическая обсерватория РАН» (КрАО РАН), пгт. Научный, Бахчисарайский р-н, Республика Крым, в своем положительном отзыве, подготовленном доктором физико-математических наук, заместителем директора по научной работе, заведующим отделом радиоастрономии и геодинамики КрАО РАН А.Е. Вольвачем, подписанным руководителем астрофизического семинара КрАО РАН, доктором физико-математических наук П.П. Петровым, и утвержденным директором Крымской астрофизической обсерватории РАН к.ф.-м.н. А.Н. Ростопчиной-Шаховской, – указала, что диссертация по актуальности, объему проделанной работы, достоверности и значимости полученных результатов полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «астрофизика и звездная астрономия», а ее автор, Плавин Александр Викторович, заслуживает присуждения искомой степени.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследований, высокой компетентностью, профессиональными должностными обязанностями и наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации по вопросам диссертационной работы.

Содержание диссертационной работы А.В. Плавина изложено доступно, корректно и полно. В работах представлены основные положения диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. В главных работах вклад соискателя является основным или равным вкладу соавторов. Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ. Наиболее значительные работы соискателя по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых изданиях:

Kovalev Y. Y., Petrov L., Plavin A. V. VLBI-Gaia offsets favor parsec-scale jet direction in active galactic nuclei // *A&A*. — 2017. — Feb. — Vol. 598. — P. L1.

Plavin A. V., Kovalev Y. Y., Petrov L. Y. Dissecting the AGN Disk-Jet System with Joint VLBI-Gaia Analysis // *ApJ*. — 2019. — Feb. — Vol. 871, no. 2. — P. 143.

Significant core shift variability in parsec-scale jets of active galactic nuclei / A. V. Plavin [et al.] // *MNRAS*. — 2019. — May. — Vol. 485, no. 2. — P. 1822-1842.

Observational Evidence for the Origin of High-energy Neutrinos in Parsec-scale Nuclei of Radio-bright Active Galaxies / A. Plavin [et al.] // *ApJ*. — 2020. — May. — Vol. 894, no. 2. — P. 101.

Directional Association of TeV to PeV Astrophysical Neutrinos with Radio Blazars / A. V. Plavin [et al.] // *ApJ*. — 2021. — Feb. — Vol. 908, no. 2. — P. 157.

На диссертацию поступили положительные отзывы официальных оппонентов и ведущей организации.

В отзыве **оппонента д.ф.-м.н. Байковой А.Т.** отмечено, что диссертация Плавина А.В. представляет собой фундаментальную работу с долгосрочной перспективой ее продолжения, все поставленные перед соискателем цели достигнуты, предложенные методы обработки и анализа данных, разработанные программы и выводы диссертации являются новыми. Отмечается, что все этапы исследования тщательно выполнены и подробно описаны в работе, а сама работа хорошо структурирована, снабжена большим количеством иллюстраций и таблиц, в которых отражены полученные результаты. В отзыве высказано два основных замечания по диссертации. Первое касается отсутствия численной оценки точности двухкомпонентной модели струи, используемой при измерении смещения ядра (с. 36). В работе представлена качественная оценка. Второе замечание касается проблемы практического учета структурного члена при построении высокоточных систем отсчета, которой не уделено должного внимания в диссертации, по мнению оппонента.

В отзыве **оппонента д.ф.-м.н. Лутовинова А.А.** отмечено, что в диссертации Плавина А.В. заложен ряд идей и отработанных решений, которые в дальнейшем могут быть использованы при исследованиях релятивистских струй в квазарах, а также природы и происхождения высокоэнергичных нейтрино. Указано, что все полученные результаты являются оригинальными, а их новизна определяется не только новыми подходами и моделями, но и использованием большого количества наблюдательных данных, полученных в разных диапазонах электромагнитного спектра, а также с помощью нейтринных телескопов. В отзыве высказано несколько замечаний и вопросов к диссертации. Так, неясно, проверялось ли влияние систематических сдвигов, поворотов при привязке астрометрических данных Gaia к РСДБ на полученные результаты. Исследовалась ли возможная корреляция между смещениями изображений по течению струи и светимостью исследуемых объектов. Неясно, каким образом задавалось смещение событий IceCube, как выбиралась амплитуда и изменялась ли она в моделировании. В ряде замечаний высказано пожелание о большей наглядности представления некоторых результатов.

В отзыве **ведущей организации КраО РАН** говорится о том, что автор впервые убедительно показал наличие связи смещений в положениях активных ядер галактик, определяемых Gaia и РСДБ, с протяженной структурой — джетами. Представленная соискателем интерпретация этой связи в рамках

унифицированной модели активных ядер галактик дала весомые аргументы в пользу присутствия протяженных, вплоть до 100 миллисекунд дуги, ярких оптических джетов. Отмечается, что эти выводы уже получили независимое подтверждение в работах других авторов. Для исследования возможной переменности положения РСДБ ядра (видимого начала джета) со временем соискатель использовал более полутора тысяч наблюдений, выполненных для 40 объектов на протяжении 20 лет, и разработал новый метод, основанный на машинном обучении, в результате чего были получены убедительные выводы о переменности положения РСДБ ядра. Беспрецедентный результат получен в Главе 3 диссертации, а именно, обнаружена статистически значимая связь нейтринных событий с яркими в радиодиапазоне блазарами. Отмечается, что независимые коллективы авторов независимо подтвердили этот результат. В отзыве приводится ряд замечаний к диссертации. Так, в работе не обсуждается возможность смещения координат активных ядер галактик, определяемых Gaia, за счет оптического излучения джета на килопарсековых масштабах. Нет пояснений об используемых критериях или методах для определения направления джета. Не полно освещен вопрос об учете влияния доплер-фактора на положение РСДБ ядра. Не дано полное физическое обоснование выбора нейтринных событий для анализа, проведенного в диссертации.

Во всех отзывах оппонентов и ведущей организации отмечается, что критические замечания никак не влияют на значимость и высокую оценку диссертационной работы Плавина А.В., а соискатель, безусловно, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «астрофизика и звездная астрономия». Соискатель представил полные ответы на все высказанные в отзывах замечания.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана новая методика изучения протяжённых оптических джетов в активных галактиках на основе астрометрических измерений в различных диапазонах. С помощью этой методики обнаружены сотни объектов с такими джетами. **Предложены** объяснения полученных результатов в рамках унифицированной модели активных ядер галактик.

Обнаружена значимая переменность положений ядер галактик с характерной величиной 0.3 миллисекунды дуги или 0.5 парсек. Сделан вывод о том, что эта переменность вызывается вспышками в джетах, сопровождающимися изменением плотности излучающих релятивистских частиц.

Доказано наличие связи активных ядер галактик с рождением нейтрино высоких энергий, и обоснована перспективность использования радиоинтерферометрических наблюдений для дальнейшего изучения этой связи.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработаны новые подходы и способы исследования активных ядер галактик, обнаружены новые эффекты, которые проявляются в релятивистских джетах.

Обнаружено яркое оптическое излучение протяженных джетов АЯГ, которое вызывает смещение измеряемых положений активных галактик и влияет на построение высокоточных инерциальных систем отсчёта в оптическом диапазоне.

Обнаружена и исследована переменность положений ядер галактик в радиодиапазоне, что необходимо учитывать при построении высокоточных инерциальных систем отсчёта в радиодиапазоне.

Показана систематическая связь нейтрино с яркими радиоблазарами, давшая толчок в развитии соответствующего направления многоканальной астрономии.

Представлены предложения по дальнейшему развитию и дополнению существующих моделей джетов активных галактик для объяснения полученных результатов.

Оценка достоверности результатов исследования:

Представленные результаты получены с использованием данных обсерваторий, телескопов и их сетей во всем мире, которые известны высокой стабильностью своей работы. Используются современные статистические и вычислительные методы обработки и анализа данных.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач исследования, в выборе методов их решения, анализе наблюдательных данных, интерпретации получаемых результатов, формулировке выводов работы и подготовке публикаций по выполненной работе.

На заседании 7 апреля 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Плавину Александру Викторовичу ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук и 1 кандидат наук по специальности 01.03.02, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за – 18,
против – 0,
недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета, член-корр. РАН

Новиков И.Д.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.ф.-м.н.

Шахворостова Н.Н.

07 апреля 2022 г.