

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ФТИ 34.01.03
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе
Российской академии наук
по диссертации
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 5 июня 2025 г. № 4

О присуждении Тюхменевой Екатерине Алексеевне,
гражданке Российской Федерации,
ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Исследование эффективного заряда плазмы и радиационных потерь в сферическом токамаке Глобус-М2 в экспериментах с дополнительным нагревом пучками атомов» по специальности 1.3.9 – «физика плазмы» принята к защите 17 февраля 2025 г., протокол № 1, диссертационным советом ФТИ 34.01.03 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), расположенном по адресу: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул. д.26. Диссертационный совет утвержден приказом директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе № 75, прил. 1 от 12 июля 2019 г., приказами Директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе № 02.01-02-054 от 20.03.2025, № 223 от 18.12.2023, № 177 от 11.10.2023, № 28 от 16.02.2023, № 41 от 25.02.2022, № 13 от 09.02.2021 об изменении состава диссертационного совета ФТИ 34.01.03 и приказом Директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе № 160 от 21.12.2021 о внесении изменений в шифры специальностей диссертационных советов.

Соискатель Тюхменева Екатерина Алексеевна, 7 февраля 1993 года рождения, в 2018 году окончила магистратуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» по направлению подготовки 03.04.02 «физика». В 2022 году окончила аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук по направлению 03.06.01 - «Физика и астрономия». Кандидатские экзамены, в том числе по специальности 1.3.9 – «физика плазмы», успешно сданы соискателем в ФТИ им. А.Ф. Иоффе в 2021 году. В настоящее время соискатель работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории физики высокотемпературной плазмы ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.

Научный руководитель – Толстяков Сергей Юрьевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории физики высокотемпературной плазмы ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

Официальные оппоненты:

1. Алексеев Андрей Геннадьевич, к.ф.-м.н., начальник отдела ИТЭР (Международный термоядерный экспериментальный реактор) Научно-исследовательского центра «Курчатовский институт», дал положительный отзыв на диссертацию, содержащий 2 замечания.

2. Бурдаков Александр Владимирович, д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, дал положительный отзыв на диссертацию, содержащий 3 замечания.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН) предоставила положительный отзыв на диссертацию, содержащий 4 замечания. Отзыв составили Мещеряков Алексей Иванович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела физики плазмы ИОФ РАН, Скворцова Нина Николаевна, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, профессор, зам. председателя Ученого совета отдела физики плазмы ИОФ РАН, Гусейнзаде Намик Гусейнага оглы, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, профессор, председатель Ученого совета теоретического отдела ИОФ РАН. Отзыв утвердил член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, директор ИОФ РАН Гарнов Сергей Владимирович.

В отзыве ведущей организации указано, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком уровне. В диссертации содержатся результаты, имеющие большое значение для физики высокотемпературной плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Диссертационная работа Тюхменевой Екатерины Алексеевны отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. «Физика плазмы» согласно Положению о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, а ее автор

Тюхменева Екатерина Алексеевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что один из них имеет ученую степень доктора наук, а второй – кандидата наук, работают в различных организациях, не имеют других ограничений, накладываемых п. 3.7 действующего Положения о присуждении ученых степеней. Выбранные оппоненты являются широко известными специалистами и обладают высоким уровнем компетентности в научной области, в которой выполнена диссертационная работа, что подтверждается их публикациями в рецензируемых научных журналах.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что ИОФ РАН является одним из ведущих научных центров в России, занимающихся исследованиями физики плазмы и управляемым термоядерным синтезом. Кроме того, в ИОФ РАН действуют диссертационные советы по физико-математическим специальностям.

Основное содержание диссертации представлено в 9 публикациях, индексируемых в базе данных Web of Science:

1. Г.С. Курские, Н.В. Сахаров, В.К. Гусев, В.Б. Минаев, И.В. Мирошников, Ю.В. Петров, А.Ю. Тельнова, Н.Н. Бахарев, Е.О. Киселев, Н.С. Жильцов, П.Б. Щеголев, И.М. Балаченков, В.И. Варфоломеев, А.В. Воронин, В.Ю. Горяинов, В.В. Дьяченко, Е.Г. Жилин, М.В. Ильясова, А.А. Кавин, А.Н. Коновалов, С.В. Крикунов, К.М. Лобанов, А.Д. Мельник, А.Б. Минеев, А.Н. Новохацкий, М.И. Патров, А.В. Петров, А.М. Пономаренко, О.М. Скрекель, В.А. Соловей, В.В. Солоха, Е.Е. Ткаченко, В.А. Токарев, С.Ю. Толстяков, Е.А. Тюхменева (определение эффективного заряда плазмы, измерения мощности радиационных потерь), Е.М. Хилькевич, Н.А. Хромов, Ф.В. Чернышев, А.Е. Шевелев, К.Д. Шулятьев, А.Ю. Яшин, «Режим с горячими ионами в сферическом токамаке Глобус-М2», Физика плазмы, т. 49, № 4, с. 305–321, 2023, DOI: 10.31857/S0367292122601497

2. А.Ю. Тельнова, Г.С. Курские, И.М. Балаченков, Н.Н. Бахарев, В.К. Гусев, Н.С. Жильцов, А.А. Кавин, Е.О. Киселев, В.Б. Минаев, И.В. Мирошников, М.И. Патров, Ю.В. Петров, Н.В. Сахаров, В.А. Токарев, С.Ю. Толстяков, Е.А. Тюхменева (измерения интенсивности тормозного излучения и расчет эффективного заряда плазмы, измерения мощности радиационных потерь), Н.А. Хромов, К.Д. Шулятьев, П.Б. Щеголев, «Первые результаты исследования переноса тепла и частиц в сферическом токамаке Глобус-М2 при инжекции пучка на стадии роста тока», Журнал технической физики, т. 91, № 3, с. 412, 2021, DOI: 10.21883/JTF.2021.03.50517.103-20.

3. Н.А. Хромов, Н.Н. Бахарев, Е.О. Векшина, В.К. Гусев, К.В. Долгова, Н.С. Жильцов, Е.О. Киселев, Г.С. Курские, В.Б. Минаев, И.В. Мирошников, П.А. Молчанов, А.Н. Новохацкий, Ю.В. Петров, В.А.

Рожанский, Н.В. Сахаров, А.Ю. Тельнова, В.М. Тимохин, Е.Е. Ткаченко, В.А. Токарев, Е.А. Тяхменева (измерения мощности тормозного излучения и излучения на спектральных линиях примесей в экваториальном сечении и расчет эффективного заряда плазмы), П.Б. Щеголев, «Первые эксперименты по уменьшению тепловой нагрузки на диверторные пластины токамака Глобус-М2 с помощью инжекции азота и сопоставление с результатами моделирования», Физика плазмы, т. 49, № 12, с. 1327–1336, 2023, DOI: 10.31857/S0367292123601029.

4. А.Ю. Тельнова, И.В. Мирошников, М.М. Митранкова, Н.Н. Бахарев, В.К. Гусев, Н.С. Жильцов, Е.О. Киселев, Г.С. Курские, В.Б. Минаев, Ю.В. Петров, Н.В. Сахаров, П.Б. Щёголев, Е.А. Тяхменева (измерения эффективного заряда плазмы в режимах с дополнительным нагревом нейтральным пучком), «Первые результаты исследований ионного теплопереноса на сферическом токамаке Глобус-М2», Письма в журнал технической физики, т. 47, № 9, с. 25, 2021, DOI: 10.21883/pjtf.2021.09.50903.186185.

5. Е.А. Tukhmeneva (разработка диагностики эффективного заряда, измерения интенсивности тормозного излучения и расчет эффективного заряда плазмы), S.Yu. Tolstyakov, G.S. Kurskiev, V.K. Gusev, V.B. Minaev, Yu.V. Petrov, N.V. Sakharov, A.Yu. Telnova, N.N. Bakharev, P.B. Shchegolev and E.O. Kiselev, “Development of Zeff diagnostic system on the Globus-M (M2) tokamak and the first experimental results”, Plasma Science and Technology, vol. 21, № 10, 2019, DOI: 10.1088/2058-6272/ab305f.

6. Е.А. Тяхменева (измерения эффективного заряда плазмы, измерения мощности радиационных потерь, восстановление распределения мощности радиационных потерь), Н.Н. Бахарев, В.И. Варфоломеев, В.К. Гусев, Н.С. Жильцов, Е.О. Киселев, Г.С. Курские, В.Б. Минаев, Ю.В. Петров, Н.В. Сахаров, А.Д. Сладкомедова, А.Ю. Тельнова, С.Ю. Толстяков, П.Б. Щеголев, “Измерение мощности радиационных потерь и эффективного заряда плазмы на токамаке Глобус-М2”, Письма ЖТФ, т. 47, № 2, 2021, с. 9–13, DOI: 10.21883/PJTF.2021.02.50537.18471.

7. Е.А. Tukhmeneva (измерения эффективного заряда плазмы, моделирование эффективного заряда с помощью транспортного кода ASTRA), S.Yu. Tolstyakov, G.S. Kurskiev, V.K. Gusev, V.B. Minaev, Yu.V. Petrov, N.V. Sakharov, A.Yu. Telnova, N.N. Bakharev, P.B. Shchegolev, E.O. Kiselev, “Plasma effective charge diagnostics at the Globus-M2 tokamak”, Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1383 012001, DOI: 10.1088/1742-6596/1383/1/012001.

8. Ю.В. Петров, П.А. Багрянский, И.М. Балаченков, Н.Н. Бахарев, П.Н. Брунков, В.И. Варфоломеев, А.В. Воронин, В.К. Гусев, В.Ю. Горяинов, В.В. Дьяченко, Н.В. Ермаков, Е.Г. Жилин, Н.С. Жильцов, С.В. Иваненко, М.В. Ильясова, А.А. Кавин, Е.О. Киселев, А.Н. Коновалов, С.В.

Крикунов, Г.С. Курские, А.Д. Мельник, В.Б. Минаев, А.Б. Минеев, И.В. Мирошников, Е.Е. Мухин, А.Н. Новохацкий, А.В. Петров, А.М. Пономаренко, Н.В. Сахаров, О.М. Скрекель, А.Е. Соломахин, В.В. Солоха, А.Ю. Тельнова, Е.Е. Ткаченко, В.А. Токарев, С.Ю. Толстяков, Е.А. Тухменева (описание диагностики эффективного заряда плазмы, диагностики примесных линий и многохордовой диагностики на основе SPD-фотодиодов), Е.М. Хилькевич, Н.А. Хромов, Ф.В. Чернышев, А.Е. Шевелев, П.Б. Щеголев, К.Д. Шулятьев, А.Ю. Яшин, “Диагностический комплекс сферического токамака Глобус М2”, Физика плазмы, т. 49, № 12, 2023, с. 1249–1270, doi: 10.31857/S036729212360084X.

9. G.S. Kurskiev, V.B. Minaev, N.V. Sakharov, V.K. Gusev, Yu.V. Petrov, I.V. Miroshnikov, N.N. Bakharev, I.M. Balachenkov, F.V. Chernyshev; V.V. Dyachenko, V.Yu. Goryainov, M.V. Iliasova, E.M. Khilkevich, N.A. Khromov, E.O. Kiselev, A.N. Konovalov, S.V. Krikunov, A.D. Melnik, A.N. Novokhatskii, M.I. Patrov, P.B. Shchegolev, A.E. Shevelev, K.D. Shulyatiev, O.M. Skrekel, V.V. Solokha, A.Yu. Telnova, N.V. Teplova, E.E. Tkachenko, V.A. Tokarev, S.Yu. Tolstyakov, G.A. Troshin, E.A. Tukhmeneva (измерения эффективного заряда плазмы и мощности радиационных потерь), V.I. Varfolomeev, A.V. Voronin; N.S. Zhiltsov, P.A. Bagryansky, S.V. Ivanenko, I.V. Shikhovtsev, A.L. Solomakhin, E.N. Bondarchuk, A.A. Kavin, A.B. Mineev, V.N. Tanchuk, A.A. Voronova, K.V. Dolgova, A.V. Petrov; A.M. Ponomarenko, V.A. Rozhansky, V.M. Timokhin, A.Yu. Yashin, A.E. Konkov, P.S. Korenev, Yu.V. Mitrishkin, E.G. Zhilin, V.A. Solovey, “Confinement, Heating, and Current Drive Study in Globus-M2 toward a Future Step of Spherical Tokamak Program in Ioffe Institute.” Physics of Plasmas, vol. 31, № 6, 062511, 2024, DOI: 10.1063/5.0211866.

На автореферат поступило 4 отзыва.

1. Отзыв кандидата физ.-мат. наук, доцента, ведущего научного сотрудника АО «НИИЭФА» Минеева Анатолия Борисовича положительный, содержит 3 замечания:

- Стр. 20, на рис.6. На этом рисунке перепутано расположение сглаженных кривых. А именно, для случая перед боронизацией (на рисунке кривая чёрного цвета) приведена формула: $\langle Z_{\text{eff}} \rangle = 7,48 / (0,47 \cdot \langle n_{e,19} \rangle + 2,28)$, которая даёт $\langle Z_{\text{eff}} \rangle \approx 1,9$ при $\langle n_{e,19} \rangle = 3,5$ и $\langle Z_{\text{eff}} \rangle \approx 1,07$ при $\langle n_{e,19} \rangle = 10$. В то время, как для случая после боронизации (на рисунке кривая красного цвета) формула имеет вид: $\langle Z_{\text{eff}} \rangle = 9,48 / (0,59 \cdot \langle n_{e,19} \rangle + 1,23)$, что даёт $\langle Z_{\text{eff}} \rangle \approx 2,9$ при $\langle n_{e,19} \rangle = 3,5$ и $\langle Z_{\text{eff}} \rangle \approx 1,3$ при $\langle n_{e,19} \rangle = 10$. Нужно в поле рисунка 6 поменять формулы местами.

- Стр. 19, рис. 5а. В автореферате к этому рисунку приведён комментарий: «Основная причина завышения значения $\langle Z_{\text{eff}} \rangle$ при низких концентрациях электронов связана с вкладом в сигнал излучения нагретой стенки (рисунок 5а)». В то же время из рисунка видно, что по мере

снижения концентрации плазмы растёт излучение жёсткого рентгена (см. поведение сигнала HXR). В этом случае возможна другая причина увеличения эффективного заряда плазмы: появление в плазме популяции быстрых электронов и отклонение функции распределения по скоростям от максвелловской. Желательно, чтобы автор диссертации привёл дополнительные пояснения по поводу причины столь высокого значения $\langle Z_{\text{eff}} \rangle$.

- Ссылка No 17 в автореферате имеет вид: 17. G. V Pereverzev, P. N. Yushmanov, G. BEI MUNCHEN, and G. Pereverzev, “ASTRA Automated System for TRansport Analysis”, San Diego, 2002, 147с. Более употребительно: 17. G.V. Pereverzev, P.N. Yushmanov. “ASTRA - Automated System for TRansport Analysis in a Tokamak”, Max-Plank-Institut fur Plasmaphysik. IPP Report, IPP 5/98, February 2002.

2. Отзыв доктора физ.-мат. наук, профессора Физико-механического института ФГАОУ ВО «СПбПУ» Владимира Юрьевича Сергеева положительный, содержит 2 замечания:

- На стр. 13 описывается разработка диагностики $\langle Z_{\text{eff}} \rangle$, в частности выбор спектральных интервалов, но не говорится об оценках возможного вклада молекулярного континуума.

- На стр. 22 говорится о снижении радиационных потерь с ростом магнитного поля, но возможные причины этого явления не раскрываются.

3. Отзыв кандидата физ.-мат. наук, старшего научного сотрудника лаборатории физики высокотемпературной плазмы ФТИ им. А.Ф. Иоффе Сергея Ивановича Лашкула положительный, содержит 2 замечания:

- Все измеренные параметры здесь приводятся в усредненном по сечению виде. В то же время, как известно, при расчете локальных коэффициентов переноса необходимо учитывать влияние профиля интенсивности радиационных потерь, что особенно важно для периферии разряда. Правда в тексте имеется ссылка на параграф 3.1.4 диссертации, где приводятся и анализируются такие данные.

- Кроме того, хорошо бы было привести более полное описание достигнутых параметров (T_i , T_e , τ_E и т.д.) в экспериментах на токамаке Глобус-М2 по сравнению с Глобус-М, которые уж наверняка имеются в ряде из 9 обозначенных соискателем по теме диссертации публикациях. Это необходимо для более полного представления круга задач, которые были успешно решены с помощью использованных в работе подходов.

4. Отзыв доктора физ.-мат. наук, научного руководителя по плазменным технологиям и термоядерному синтезу АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ» Александра Николаевича Романникова положительный, содержит 2 замечания:

- В тексте автореферата упоминаются, но не приводятся измеренные профили радиационных потерь.
- Измерение температуры по методу фольг является не самой точной диагностикой температуры электронов. Эта диагностика использовалась в восьмидесятые годы прошлого столетия. С учетом того, что на установке Глобус-М2 присутствует диагностика томсоновского рассеяния, которая позволяет получать профили температуры и концентрации с высокой точностью, возникает вопрос, зачем еще на токамаке использовалась в работе диагностика T_e на основе фольг с низкой точностью измерений?

Диссертационный совет отмечает, что в рамках выполненных соискателем работ по диссертации «Исследование эффективного заряда плазмы и радиационных потерь в сферическом токамаке Глобус-М2 в экспериментах с дополнительным нагревом пучками атомов» были получены следующие основные результаты:

1. Впервые на сферическом токамаке в широком диапазоне значений тороидального магнитного поля до 0,9 Тл и тока по плазме до 0,45 МА проведены измерения мощности тормозного излучения плазмы в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах длин волн, которые позволили определить обратную зависимость эффективного заряда плазмы от электронной плотности в разрядах до и после боронизации. Обнаружено снижение эффективного заряда плазмы в результате процедуры боронизации на 25-35% в диапазоне плотности $3,5-9,0 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$.

2. Впервые на сферическом токамаке в широком диапазоне значений тороидального магнитного поля до 0,75 Тл и тока по плазме до 0,35 МА исследована зависимость мощности радиационных потерь от тороидального магнитного поля и тока по плазме. Определено, что в разрядах с нейтральной инжекцией доля потерь на излучение достигает 50% от вкладываемой мощности нагрева.

3. В экспериментах с напуском азота в диверторную область для снижения тепловой нагрузки на диверторные пластины проведены измерения интенсивности излучения на линии N II в диверторной области и эффективного заряда в основном объеме плазмы, которые продемонстрировали, что основная часть инжектированного азота остается в диверторной области и не проникает в основной объем плазмы. Показано, что увеличение эффективного заряда в основном объеме плазмы не превышает 30%, в то время как тепловая нагрузка на дивертор снижается в 10 раз.

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты данной работы, направленной на развитие спектроскопических методов для диагностики высокотемпературной плазмы, могут быть использованы

при реализации Федерального проекта №3 «Разработка технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий» в рамках комплексной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации» для планирования экспериментов на действующих установках, таких как Глобус-М2, Т-15МД, а также при проектировании установок следующего поколения – ТРТ, Глобус-3 и др.

Достоверность результатов обеспечена согласованностью данных, полученных с помощью различных независимых методов, а также их устойчивой воспроизводимостью в ходе нескольких экспериментальных кампаний. Представленные материалы обоснованы, логически последовательны и являются завершённым и целостным исследованием. Основные результаты работы опубликованы в 9 статьях в рецензируемых научных журналах, а также представлялись на российских и международных научных конференциях.

Актуальность полученных результатов обоснована тем, что сферические токамаки могут быть использованы в качестве термоядерного источника нейтронов (ТИН) для гибридных реакторов, так как они обладают более компактными размерами по сравнению с традиционными токамаками. Для совершенствования концепции сферических токамаков необходимо изучать параметры, определяющие время удержания энергии, в частности, содержание примесей и величину радиационных потерь. В работе представлено комплексное исследование эффективного заряда плазмы и радиационных потерь на установке Глобус-М2.

Полученные результаты позволили соискателю сформулировать и защитить следующие положения:

- 1) Создание комплекса спектроскопических диагностик для измерений эффективного заряда, спектрального состава и радиационных потерь из плазмы сферического токамака Глобус-М2.

- 2) Определение эффективного заряда плазмы и исследование влияния параметров разряда на его величину на сферическом токамаке Глобус-М2. При средней удельной мощности тепловой нагрузки на стенку до $0,4 \text{ МВт/м}^2$ и пиковой нагрузке на диверторные пластины до 3 МВт/м^2 величина эффективного заряда находится в пределах $1,1 - 4,0$. Обнаружено, что эффективный заряд уменьшается с ростом плотности электронов, а также в результате боронизации.

- 3) Определение мощности радиационных потерь в режиме омического нагрева и с дополнительным нагревом пучками атомов с энергией до 45 кэВ и мощностью до 1 МВт. Обнаружено, что доля радиационных потерь из объема плазмы достигает 50 % от поглощенной мощности.

4) Результаты исследования эффективного заряда плазмы в экспериментах с напуском азота в диверторную область для снижения тепловой нагрузки на диверторные пластины. Продемонстрировано, что величина эффективного заряда плазмы в основном объеме возрастает не более чем на 30 % при снижении нагрузки до 10 раз.

Все представленные в диссертации результаты получены непосредственно автором или при его активном участии, что указано в автореферате. Лично автором были сформулированы основные требования к геометрии, конструкции, компонентам разработанных диагностик и системе сбора данных, разработана принципиальная схема диагностических систем. Автором произведена разработка и расчет оптических схем для диагностик эффективного заряда, спектроскопии линий и двухракурсной системы измерения интенсивности излучения в трех спектральных диапазонах. Автор выполнил расчеты для определения необходимых параметров разработанных диагностических систем: коэффициентов усиления и временного разрешения аппаратуры, чувствительности приемников и спектральных интервалов регистрации линий излучения. Также автором разработан алгоритм расчета эффективного заряда плазмы и выполнена его оценка с помощью транспортного кода ASTRA. Автор занимался подготовкой и проведением измерений с помощью комплекса спектроскопических диагностик, обработкой экспериментальных результатов. Автор принимал участие в экспериментах по исследованию снижения тепловой нагрузки на пластины дивертора при напуске азота. При непосредственном участии автора были проведены измерения мощности радиационных потерь и эффективного заряда плазмы на токамаке Глобус-М2.

Основные результаты, были представлены в восьми докладах на российских и международных конференциях - XLVI Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС, 18 – 22 марта 2019 г., Москва, XLVII Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС, 16 – 20 февраля 2020 г., Москва, International Polytech-SOKENDAI Conference on Plasma Physics and Controlled Fusion 13-24 JULY 2020, Санкт-Петербург, PhysicA. SPb/2020 19-23 октября 2020 г., Санкт-Петербург, XLVIII Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС, 15 – 19 февраля 2021 г., Москва, 47th EPS Conference on Plasma Physics, 21-25 июня 2021 г., XIX Всероссийская конференция «Диагностика высокотемпературной плазмы» 27 сентября – 1 октября 2021 г., г. Сочи, XX Всероссийская конференция «Диагностика высокотемпературной плазмы» 18 – 22 сентября 2023 г., г. Сочи.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 11 докторов по специальности 1.3.9 –

«физика плазмы», участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали за – 19, против – 0, воздержался – 0.

На заседании 5 июня 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Тюхменевой Е.А. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 – «физика плазмы».

Председатель диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук

О.С. Васютинский

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физ.-мат. наук

Г.С. Курские

5 июня 2025 г.