

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ФТИ 34.01.03,
созданного 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 23 декабря 2021 № 9

О присуждении Векшиной Елене Оскаровна,
гражданке Российской Федерации,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование пристеночной плазмы токамака Глобус-М» по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы» принята к защите 7 октября 2021 года (протокол № 8) диссертационным советом ФТИ 34.01.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, расположенного по адресу: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 26. Диссертационный совет утвержден приказом директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе № 75 от 12 июля 2019 года.

Соискатель Векшина Елена Оскаровна, «01» июня 1974 года рождения, в 1997 году закончила обучение в Санкт-Петербургском государственном техническом университете, ей была присуждена квалификация инженер-физик (магистр физики) по специальности «Ядерная физика». В 2000 году окончила аспирантуру Санкт-Петербургского технического университета по направлению 01.04.08 – «Физика плазмы». В настоящее время работает научным сотрудником лаборатории перспективных методов исследования плазмы сферических токамаков Физико-механического института Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Диссертация выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Владимир Александрович Рожанский, профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Официальные оппоненты:

1. Андрей Серафимович Кукушкин, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник расчётно-теоретической лаборатории комплекса термоядерной энергетики и плазменных технологий Курчатовского института дал положительный отзыв на диссертацию.
2. Леонид Георгиевич Аскинази, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории физики высокотемпературной плазмы ФТИ им. А.Ф. Иоффе дал положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация Санкт-Петербургский государственный университет в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук, профессором кафедры оптики Юрием Борисовичем Голубовским и доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой Николаем Александровичем Тимофеевым, утвержденном проректором по научной работе СПбГУ кандидатом физико-математических наук Сергеем Владимировичем Микушевым, указала, что диссертация Е.О.Векшиной соответствует заявленной научной специальности 01.04.08 – “Физика плазмы”, основные положения диссертации апробированы на международных научных конференциях и опубликованы в 9 статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, выносимые на защиту положения полностью соответствуют изложенным в диссертации результатам, а соискатель Елена Оскаровна Векшина, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – “Физика плазмы”.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они имеют ученые степени кандидата и доктора наук, работают в различных организациях, не имеют 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 обусловлен тем, что Санкт-Петербургский государственный университет является уникальным научно-образовательным комплексом, имеющим огромное значение для развития российского общества, и ведет активные исследования в области, соответствующей диссертационному исследованию Е.О.Векшиной.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу. Основное содержание диссертации представлено в 9 статьях в научных изданиях, индексируемых в международной системе цитирования Web of Science (в скобках указан личный вклад соискателя):

1. I.Yu. Senichenkov, E.G. Kaveeva, A.V. Gogoleva, E.O. Vekshina, et. al. Integrated modelling of the Globus-M tokamak plasma and a comparison with SOL width scaling. // Nuclear Fusion 2015 V.55 053012 (принимала участие в моделировании пристеночной плазмы кодом B2SOLPS)
2. V.K. Gusev, et. al. Review of Globus-M spherical tokamak results. // Nuclear Fusion, 2015, V. 55, 104016, (принимала участие в моделировании пристеночной плазмы кодом B2SOLPS)
3. E Vekshina, et. al. Globus-M plasma edge modelling with B2SOLPS5.2 code. // Plasma Physics Controlled Fusion, 2016, V. 58 085007 (выполняла основную часть моделирования и анализа результатов)
4. V Rozhansky, E Kaveeva, I Senichenkov and E Vekshina. Structure of the classical scrape- off layer of a tokamak. // Plasma Physics and Controlled Fusion, 2018, V. 60, 035001, DOI: 10.1088/1361-6587/aaa11a (выполняла моделирование, анализ результатов моделирования)
5. D. S. Sorokina, I. Yu. Senichenkov, V. A. Rozhansky, and E. O. Vekshina. Modeling of Globus-M2 spherical tokamak edge with nitrogen seeding. //

- Physics of Plasmas, 2018, V. 25, 122514, DOI:
<https://doi.org/10.1063/1.5054953> (участвовала в моделировании пристеночной плазмы токамака Глобус-М2)
6. E.Vekshina, V.Rozhansky, E.Kaveeva, I.Senichenkov and N.Khromov. Modeling of Globus-M connected double-null discharge. // Plasma Physics and Controlled Fusion, 2019, V.61, 125009, (выполняла моделирование, принимала активное участие в анализе результатов моделирования)
 7. Хромов Н.А., Векшина Е.О., Гусев В.К., Литуновский Н.В., Патров М.И., Петров Ю.В., Сахаров Н.В. Исследование пристеночной плазмы токамака Глобус-М с помощью массива диверторных ленгмюровских зондов. // Журнал технической физики, 2021, вып. 3, стр. 421, (выполняла моделирование пристеночной плазмы, анализировала токи, вытекающие на нижнюю наружную диверторную пластину)
 8. V Rozhansky, E Kaveeva, I Senichenkov, D.Sorokina, E Vekshina, D.Coster, P.McCarthy, N.Khromov. Currents structure in the scrape-off layer of a tokamak. // Nuclear Materials and Energy, 2020, V.25 100840, (выполняла моделирование, анализировала протекание токов в пристеночной области)
 9. V Rozhansky, E Kaveeva, I Senichenkov, D.Sorokina, E Vekshina, D.Coster, P.McCarthy, N.Khromov. Current structure in the scrape-off layer of a tokamak in a quiescent state. // Plasma Physics and Controlled Fusion, 2021, V.63 015012 (выполняла моделирование, анализировала протекание токов в пристеночной области)

На автореферат поступило 3 отзыва.

Отзыв исполнительного директора, ведущего учёного организации “Tokamak Energy Ltd”, кандидата физико-математических наук Михаила Петровича Грязневича положительный и замечаний не содержит.

Отзыв доцента института ЛаПлаз НИЯУ МИФИ, кандидата физико-математических наук Александра Александровича Степаненко положительный и содержит следующие замечания:

1. Скейлинг толщины обдирочного слоя Роба Голдстона получен в предположении о заранее известных фиксированных коэффициентах аномального переноса плазмы. В коде SOLPS аномальные коэффициенты переноса также задаются в виде констант. В то же

время в установке параметры аномального переноса самосогласованно связаны с параметрами плазмы в частности с током разряда. Варьировалась ли величина аномальных коэффициентов переноса при численном анализе скейлинга? Можно ли указать, насколько чувствительны значения ширины скреп-слоя к изменениям в величине турбулентных коэффициентов переноса? Иными словами, каков доверительный интервал определения параметра β в скейлинге $\lambda = I_{\text{plasma}}^{\beta}$ в выбранном диапазоне токов?

2. В разделе "Научная новизна" приводится следующая фраза: впервые предсказан тип токов (Plates Closing Currents - PCC), замыкающих поперечные токи в объёме плазмы через диверторные пластины". При обсуждении результатов главы 4, однако, эти токи почти не упоминаются. Остаётся неясным, как они направлены, какова их величина, как они должны описываться (SOLPS рассчитывает перенос заряда в объёме плазмы, для границы плазмы принят набор граничных условий), наконец, как они могут повлиять на взаимодействие плазмы со стенкой (формирование слоя, эрозия материала стенки).
3. Текст автореферата местами небрежно оформлен: обозначения физических величин приведены на английском языке (cm, mm, kA и др.), подписи на картинках и в таблицах также не переведены.

Отзыв на автореферат заместителя руководителя отделения токамаков по гибридным реакторам комплекса термоядерной энергетики и плазменных технологий национального исследовательского центра "Курчатовский институт", профессора, доктора физико-математических наук Бориса Васильевича Кутеева положительный и содержит следующие замечания:

1. Стр. 6,7. Формулировки типа "составляет порядка 36%" или "является дополнением к существующим скейлингам" желательно не употреблять.

2. Стр.9 (можно рекомендовать использовать официальные названия научных организаций).
3. Рисунки представлены с осями на английском языке, что вряд ли допустимо.
4. Из Рис.6 не понятно, какие компоненты плазмы формируют токи в диверторной зоне (электроны, ионы основной плазмы или примесей).

Диссертационный совет отмечает, что в рамках выполненных соискателем исследований получен ряд важных результатов, а именно:

1. На основании моделирования продемонстрирована обратная зависимость ширины обдирочного слоя от тока плазмы в разрядах токамака Глобус-М с током от 100 до 200кА
2. При помощи моделирования продемонстрирована справедливость аналитической модели, предсказывающей величину неоклассического обдирочного слоя
3. На основании моделирования установлена слабая зависимость ширины обдирочного слоя от магнитной конфигурации в токамаке Глобус-М
4. При помощи моделирования продемонстрирован вклад токов и дрейфов в энергетические нагрузки на диверторные пластины

Научная и практическая значимость состоит в подтверждении справедливости скейлинга Эйха ширины обдирочного слоя для разрядов с током по плазме от 100 до 200кА, выявлении значительной роли дрейфов и токов в процессах переноса в пристеночной плазме токамака Глобус-М.

Достоверность полученных результатов обусловлена использованием широко применяемого для моделирования пристеночной плазмы кода SOLPS-ITER, удовлетворительным согласием результатов моделирования с экспериментальными данными, подтверждением предложенной схемы протекания токов измерениями диверторных зондов токамака Глобус-М.

Все представленные в диссертации результаты получены непосредственно автором или при его активном участии. Личный вклад автора состоит в анализе литературных данных, проведении моделирования

и анализе полученных результатов. Также автор принимала участие в постановке задачи эксперимента по изучению зависимости ширины обдирочного слоя от тока плазмы на токамаке Глобус-М.

При проведении закрытого голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 9 докторов по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 21, против – 0, воздержавшихся – 0.

На заседании 23 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Е.О.Векшиной ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 «Физика плазмы».

Председатель

диссертационного совета

доктор физ.-мат. наук

Васютинский Олег Святославович

Ученый секретарь

диссертационного совета

кандидат физ.-мат. наук

Белашов Андрей Владимирович