

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25.12.2019г. № 11

О присуждении Аунг Мьят Хеин, гражданину Мьянмы ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Гибридная плазма газовых смесей как инструмент комбинированного воздействия на полимерные материалы с целью повышения их биосовместимости» по специальности 01.04.08 – физика плазмы принята к защите 17.10.2019г., (протокол заседания № 7) диссертационным советом Д 002.110.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, Ижорская ул., д. 13, стр. 2, (495) 485-8345, jiht.ru), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Аунг Мьят Хеин 1989 года рождения, в 2014 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)».

В 2019 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена на кафедре логистических систем и технологий факультета аэрофизики и космических исследований

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель доктор технических наук, профессор кафедры общей химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет)» Васильева Татьяна Михайловна

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии» ФГУБ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Елинсон Вера Матвеевна;

- доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Отдела низкотемпературной плазмы акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований (АО "ГНЦ РФ ТРИНИТИ")» Трушкин Николай Иванович

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет», (ФГБОУ ВО «ИГХТУ»), г. Иваново) в своем положительном заключении, составленном зав. кафедрой технологии приборов и материалов электронной техники к.х.н. Смирновым С. А. (утвержденном 15.11.2019 г. ректором ФГБОУ ВО «ИГХТУ» Бутманом М.Ф.) указала, что в ходе выполнения диссертационной работы создан не имеющий аналогов реактор, позволяющий проводить исследования гибридной плазмы для решения задач обработки материалов и изделий медицинской техники. Получены новые экспериментальные данные об изменении поверхностных свойств стоматологической пластмассы на

основе полиметилметакрилата и силиконовой резины под воздействием гибридной плазмы. Найдены и проанализированы связи эффекта повышения биосовместимости полимерных материалов и изделий при пучково-плазменной модификации с условиями их обработки. Разработан оригинальный способ управления энерговыделением в реакционной зоне плазмохимического реактора гибридного типа, основанный на специальных алгоритмах управления углом начальной расходимости инжектируемого в нее пучка.

Результаты диссертационной работы могут использоваться в исследовательских, проектных и конструкторских организациях, работающих в области исследования и применения плазменных систем (ИОФ РАН, ИСЭ РАН, МГУ, МГТУ, МРТИ РАН, ФТИ РАН, ИКИ РАН, ИНХС РАН, ТРИНИТИ, ОИВТ РАН, ИСПИМ РАН, К(П)ФУ, КНИТУ, ИГХТУ и др.).

Соискатель имеет 12 печатных работ, в том числе 7 статей в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК и 5 тезисов докладов, опубликованных в сборниках трудов конференций:

1. T. Vasilieva, S. Lopatin, V. Varlamov, V. Miasnikov, Aung Myat Hein, M. Vasiliev. Hydrolisys of chitin and chitosan in low temperature electron-beam plasma // *Pure and Applied Chemistry*. – 2016. – V. 88, N. 9 – P. 873–879.
2. T.M. Vasilieva, D.G. Chuhchin, D.S. Kosyakov, N.V. Uluanovskii, A.A. Sigarev, M.N. Vasiliev, V.A. Miasnikov, Aung Myat Hein. The modification of biopolymer films and porous materials by electron-beam plasma // *ОАНОСТ*. – 2016. – V. 1, N. 1. – Article. 2.
3. T. Vasilieva, A. Sigarev, D. Kosyakov, N. Ul'yanovskii, E. Anikeenko, D. Chuhchin, A. Ladesov, Aung Myat Hein, V. Miasnikov. Formation of low molecular weight oligomers from chitin and chitosan stimulated by plasma-assisted processes // *Carbohydrate Polymers*. – 2017. – V. 163. – P. 54–61.
4. Е. О. Кудасова, Е. В. Кочурова, Т. М. Васильева, М. В. Неклюдова, В. А. Мясников, Аунг Мьят Хеин. Воздействие полимерной протетической

конструкции, обработанной плазмой тлеющего разряда, на слизистую оболочку полости рта (клинический случай) // Опухоли головы и шеи. – 2017. – Т. 7. – С. 115-120.

5. T. Vasilieva, Aung Myat Hein, A. Vargin, E. Kudasova, E. Kochurova, M. Nekludova. The effect of polymeric denture modified in low-temperature glow discharge on human oral mucosa: Clinical case // Clinical Plasma Medicine. – 2018. – V. 9. – С. 1–5.

6. Аунг Мьят Хеин, А.Б. Варгин, Т.М. Васильева, М.Н. Васильев. Модификация акриловых полимеров в плазме ВЧ-разряда в комбинации с УФ-излучением // Труды МФТИ. – 2018. – Том. 10, №. 1. – С. 60-67. (Статья)

7. M. Vasiliev, T. Vasilieva, Aung Myat Hein. Hybrid plasma-chemical reactors for bio-polymers processing // Journal of Physics D: Applied Physics.—2019. – V. 52, N. 33. – P.335202.

8. Аунг Мьят Хеин, В.А.Мясников. Пучково-плазменная обработка стоматологических пластмасс в низком вакууме // 12-я конференция «Вакуумная техника, материалы и технология». Москва. КВЦ Сокольники. 2017. С. 120-124.

9. Аунг Мьят Хеин, А.Б. Варгин, Т.М. Васильева, В.А. Мясников, Е.О. Кудасова, Е.В. Кочурова, М. В. Неклюдова. Модификация стоматологических протетических конструкций в низкотемпературной плазме низкого давления // XXIV научно-техническая конференция с участием зарубежных специалистов «Вакуумная наука и техника». Судак. 2017. С. 260-263.

10. Аунг Мьят Хеин, А.Б. Варгин, Т.М. Васильева, М.Н. Васильев. Модификация гидрофильных свойств стоматологических акриловых полимеров пучково-плазменными методами и УФ-излучением // Юбилейная 15-ая Курчатовская междисциплинарная молодёжная научная школа. Москва. Россия. 2017. С. 173.

11. Аунг Мьят Хеин, А.Б. Варгин, Т.М. Васильева, М.Н. Васильев. Модификация акриловых полимеров в плазме ВЧ-разряда в комбинации с

УФ-излучением // Труды 60-й Всероссийской научной конференции МФТИ. 2017. С. 222-224.

12. Аунг Мьят Хеин, Т.М. Васильева, А.Б. Варгин. Модификация стоматологических акриловых пластмасс в электронно-пучковой плазме и плазме ВЧ-разряда // VIII Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии. Иваново. Россия. 2018. С. 76-79.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук»** (руководитель группы низкотемпературной плазмы с.н.с., к.х.н., Филатов И. Е.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- термин «гибридная плазма» не совсем удачен, особенно в заголовке. Обладает ли подобная плазма существенными особенностями, чтобы её так называть – это отдельный дискуссионный вопрос. «Гибридный реактор», «гибридный метод генерирования плазмы» - эти термины тоже применяются, и именно они обычно используются в статьях, на которые ссылается диссертант и соавторы, говоря о примерах «гибридной плазмы».

- в описании «вычислительных экспериментов» не хватает технических параметров, из-за этого возникает ряд вопросов. Так, в описании Главы 4 (стр. 11) приводится моделирование процессов внутри «цилиндрического кварцевого контейнера». Какие размеры этого контейнера? Также речь идет о температурах газа, «частиц» и поверхности образца (которые в условиях равновесия равны). Но какой величине эти температуры равны – не указывается. Очевидно, что температура вблизи поверхности образца не должна быть высокой (для исключения термической деструкции полимеров, в т.ч. ПММА). Вопрос: какова температура образца при плазменной обработке?

Далее идет речь о моделировании процесса для титановой трубы диаметром 22 мм. И в данном случае, речь идет по-видимому, уже о

равновесной температуре (судя по графикам на рис. 4, порядка 500-600° С. Как эти условия относятся к условиям обработки термически лабильного полимерного материала плазмой?

Величина Q , определяемая формулой на с. 11 автореферата, названа «энергией пучка, выделяющейся в плазмообразующем газе при неупругих столкновениях электронов с молекулами газа». Далее, на с.12, эта величина названа «энерговкладом (скоростью ионизации)». Поскольку размерность Q , исходя из формулы – $[см^{-3}с^{-1}]$, то эту величину корректнее было бы называть скоростью ионизации. Энерговклад в газ в рассматриваемом приближении пропорционален скорости ионизации, но имеет другую размерность.

- не указаны параметры ВЧ разряда (ток, напряжение и т.п.).
- в содержании Главы 5, описание рис. 7 (стр 16, 2-ой абзац сверху): На рис. 7. представлены только линии азота (в области между 310-460 нм), в то время как в обсуждении с ссылкой на рис. 7 речь идет и о линиях аргона и кислорода в области между 750-850 нм.
- описание Главы 6 (стр. 16): «Хотя небольшое снижение θ_w при увеличении времени хранения до 7 дней продолжалось, его конечное значение не достигало значения θ_w исходного, немодифицированного ПММА». По логике изложения, вместо «снижение θ_w », по-видимому, должно быть «повышение θ_w ». Хотя смысл происходящего ясен и так: изменяется незначительно.
- о списке публикаций. Значительная часть публикаций посвящена обработке хитина и хитозана, о которых ничего не сказано в автореферате. Поэтому возникает вопрос: каковы результаты действия «гибридного метода» обработки плазмой на эти биополимеры?
- обнаружено по 2 опечатки на 3-й и 11-й стр.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (старший научный сотрудник кафедры физики ТУСУР, к.т.н. Юшков Ю. Г. и зав. кафедрой

физики ТУСУР, д.т.н., профессор Окс Е. М.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- в автореферате имеются грамматические ошибки и опечатки, например на первой странице автореферата слова «поверхностейполимерных» написано слитно.
- автор работы утверждает, что «В ГП (гибридной плазме) возможно образование новых частиц, которые возникают только при комбинированном воздействии ВЧ-разряда и ЭП (электронного пучка)» хотелось бы узнать какие новые частицы были обнаружены автором в процессе исследований?
- в автореферате отсутствуют данные о электронной пушке, применяемой в исследовании, следовало бы указать тип разряда, параметры пучка, диапазон рабочих давлений источника электронов.
- диагностический комплекс реактора обеспечивал непрерывный мониторинг температурного режима обработки, контролируемый ИК-пирометром Optris LS, в автореферате есть данные о температуре стенок реактора, однако данные о температуре объектов подвергающихся модификации ГП отсутствуют.
- автор работы претендует на создание оригинального оборудования «В ходе выполнения работы создан не имеющий аналогов гибридный реактор...», однако данные о патентовании в автореферате не приводятся.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана «МГТУ»» (доцент кафедры МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении» к.т.н. Колесник Л. Л.) - отзыв положительный, с замечаниями:

- в работе исследовано влияние плазменной обработки на два вида материалов: стоматологическая пластмасса на основе полиметилметакрилата и силиконовая резина (ГОСТ 17133-83), однако не указано, чем именно обоснован выбор этих материалов для ведения исследования.

- из автореферата не ясно, могут ли быть использованы полученные результаты в части режимов обработки для других видов полимерных материалов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

- д.т.н., профессор Елинсон Вера Матвеевна является признанным специалистом в области исследования ионно-плазменных процессов нанесения биоактивных плёнок и плёночных структур в вакууме и при атмосферном давлении, в том числе управления биологическими свойствами поверхности посредством физических воздействий.

1. Elison V. M., Didenko L.V., Shevlyagina N.V., Gaidarova A.K., Lyamin A.N. Colonization by Staphylococcus aureus of nano-structured fluorinated surfaces, formed by different methods of ion-plasma // Bulletin of Experimental Biology and Medicine 2016, 162(1), p.71-74.

2. Elison V. M., A.N. Lyamin, A.V. Shvedov, S.V. Dvoryak. Comparative Analysis of Carbon and Fluorocarbon Coatings Obtained by Means of a Low-Frequency Plasma Torch under Atmospheric Pressure // Journal of Surface Investigation:X-ray Synchrotron and Neutron Techniques, 2019, Vol. 13, №. 4, pp. 619-623.

3. Elison V. M., P.A. Shchur, D.V. Kirillov, A.N. Lyamin, O.A. Silnitskaya. Study of the mechanical characteristics of single-layer and multilayer nanostructures based on carbon and fluorocarbon coatings // Journal of Surface Investigation:X-ray Synchrotron and Neutron Techniques, 2019, Vol. 13, №. 4, pp. 619-623.

- д.ф.-м.н., профессор Трушкин Николай Иванович является признанным ведущим научным сотрудником в области зарядовая кинетика и плазмохимия слабоионизованной неравновесной плазмы, в том числе плазмы газовых разрядов.

1. Yu. Akishev, A. Balakirev, M. Grushin, V. Karalnik, I. Kochetov, A. Napartovich, A. Petryakov, N. Trushkin. Long plasma jet generated by DC discharge in N₂ at atmospheric pressure: Impact of trace admixtures on

composition of reactive species in far afterglow // IEEE Transactions on Plasma Science, 2015, v. 43, Issue 3, pp. 745 -752.

2. Ю.С. Акишев, М.Ю. Зайцев, В.А. Копьев, А.В. Петряков, Н.И. Трушкин. Влияние барьерного разряда на газодинамические параметры формируемой им плазменной струи // Прикладная физика, 2018, № 6, с. 14-19.

3. P. Synek, Yu. Akishev, A. Petryakov, N. Trushkin, J. Vorac, T.Hoder. Electrical analysis and ultra-fast sequential imaging of surface barrier discharge with 15 streamer-leader sequence generated with 100 kHz frequency at the water interface // Plasma Sources Sei. Technol., v. 28. № 9, 2019, 095018.

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет» является известным в России своими результатами научных исследований в области плазмохимии и химической технологии;

- электроники и наноэлектроники;
- низкотемпературной неравновесной плазмы и основ ее применения в технологических процессах;
- строения молекул и физико-химические процессы в газовой фазе и неравновесной плазме;
- технологии полимерных волокон и композиционных материалов.

В лаборатории низкотемпературной плазмы ведутся работы по электрическим разрядам в газах и развитию плазменных технологий обработки материалов.

1. Шкова Т.Г., Овцын А.А., Смирнов С.А. Кинетические закономерности плазмохимического модифицирования поликарбоната в плазме кислорода // Химия высоких энергий 2019, Т.53. № 4. С. 320-324.

2. Овцын А.А., Кадников Д.В., Смирнов С.А. Влияние газообразных продуктов травления поликарбоната на электрофизические параметры плазмы кислорода // Прикладная физика 2018, № 1. С. 19-13.

3. Овцын А.А., Смирнов С.А., Артюхов А.И., Шибаетов С.А. Кинетические закономерности травления поликарбоната в плазме кислорода // Химия высоких энергий 2017, Т. 51, № 3. С. 244-247.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Создана установка, в которой реализован гибридный способ генерации холодной химически активной плазмы совместным действием на плазмообразующую среду двух ионизаторов (гибридный плазмохимический реактор), предназначенная для проведения экспериментов по целенаправленному модифицированию свойств полимерных материалов и медицинских изделий, в том числе, съёмных ортопедических протезов (исследования *in-vitro* и *in-vivo*) и материалов, контактирующих с кровью человека (исследования *in-vitro*).

- Отработаны методики проведения экспериментов по плазмохимической модификации термолабильных полимерных материалов в гибридной стационарной плазме, генерируемой совместным действием высокочастотного газового разряда и электронного пучка на газовые смеси специально подобранного состава, применительно к упомянутым выше материалам и изделиям, используемым в медицинской практике. При этом разработаны:

- способы позиционирования зоны плазмохимического воздействия на поверхности изделий сложной формы;
- способы повышения рабочего давления в реакционной зоне высокочастотного плазмохимического реактора за счет инъекции в нее электронного пучка;
- способы управления температурой поверхности в этой зоне.

- Экспериментально доказана возможность контролируемой пучково-плазменной модификации гидрофильно-гидрофобных свойств высокомолекулярных термопластических материалов и повышения биосовместимости изделий, изготовленных из таких материалов,

применительно к задачам сложного челюстно-лицевого протезирования. При этом:

- найдены условия обработки современных высокомолекулярных термопластических материалов, применяемых в сложно-челюстном протезировании, в гибридной плазме, обеспечивающие существенное изменение их гидрофильно-гидрофобных свойств;
 - установлено, что под воздействием гибридной плазмы полимеры приобретают гидрофильно-гидрофобные свойства, причем данный эффект сохраняется в течение не менее одной недели после плазменной обработки;
 - выявлены зависимости, связывающие условия пучково-плазменной обработки материалов и изделий, применяемых в современной стоматологии, со свойствами, характеризующими их биосовместимость с тканями организма человека;
 - доказано, что увеличение гидрофильности обработанной гибридной плазмой поверхности полиметилметакрилата было намного выше, чем у полимеров, модифицированных в электронно-пучковой плазме и в плазме высокочастотного газового разряда.
- Экспериментально доказана эффективность предварительной пучково-плазменной обработки поверхности силиконовых резин при изготовлении медицинских изделий, обладающих повышенной тромборезистентностью, методом послойной сборки.

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

- В результате работы были определены области применения предложенных способов пучково-плазменного воздействия на полимерные материалы, в которых они имеют существенные преимущества перед традиционными плазменными технологиями. При этом продемонстрирована возможность получения полимерных материалов с высокой биосовместимостью с тканями человеческого организма. Такие материалы и изготовленные из них изделия

могут быть использованы в ортопедической стоматологии, челюстно-лицевой хирургии и сосудистой хирургии.

- При выполнении диссертационной работы съемные полимерные ортопедические конструкции, модифицированные в гибридной плазме, были успешно применены при постоперационном курировании пациентов со злокачественными опухолями полости рта, что экспериментально подтверждает эффективность применения гибридной плазмы для решения задач современной стоматологии и реабилитации пациентов. В настоящее время на основании разрешения лечебно-этического комитета совместно с ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) от 05.12.2018 г. № 10-18 проводится цикл клинических испытаний, плазменно-модифицированных съемных протетических конструкций. Результаты внедрения плазменных методов в стоматологическую практику позволят снизить риск развития постоперационных инфекционно-воспалительных осложнений у людей, использующих стоматологические имплантаты и съемные протезы, сократить время реабилитации таких пациентов и повысить качество их жизни в целом. На соответствующие технические решения подана заявка на патент.

- Разработанные способы и устройства могут быть применены и в других областях биологии и медицины, например, тканевом инжиниринге, создании современных клеточных скаффолдов, систем для адресной доставки лекарственных препаратов, гемостатиков, биodeградируемых материалов и матриц для хирургии и экстремальной медицины, разнообразных функциональных гибридных материалов.

Результаты диссертационной работы могут использоваться в исследовательских, проектных и конструкторских организациях, работающих в области исследования и применения плазменных систем (Институт общей физики имени А.М. Прохорова РАН, Институт сильноточной электроники СО РАН, Московский государственный

университет им. М.В. Ломоносова, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Московский радиотехнический институт РАН, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова, РАН, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н.Ф. Гамалеи, Государственный научный центр РФ «Троицкий институт инновационных и термоядерных технологий», Объединенный институт высоких температур РАН, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Ивановский государственный химико-технологический университет, АО Корпорация «Росхимзащита», и др.).

Оценка достоверности результатов исследования обеспечена правильным подбором объектов исследования, использованием современных методик проведения пучково-плазменных экспериментов и апробированных алгоритмов компьютерного моделирования процессов в плазмохимических реакторах. Положения и выводы, сформулированные в диссертации, получили квалифицированную апробацию на международных и российских научных конференциях, и семинарах. Достоверность также подтверждается публикациями результатов исследования в рецензируемых научных изданиях, в том числе, рекомендованных ВАК.

Личный вклад соискателя. Автор принимал непосредственное участие в планировании экспериментов и в выборе методик их проведения. Им была получена значительная часть экспериментальных данных, проведен их анализ и обобщение. Автор выполнил вычислительные эксперименты, позволившие существенно уменьшить объем и снизить трудоемкость физических экспериментов, а также верифицировать физико-химические модели, качественно описывающие изменение биологических свойств

полимерных материалов под воздействием гибридной плазмы. Измерения, характеризующие изменение гидрофильно-гидрофобных свойств и структуры поверхности полимерных материалов под действием гибридной плазмы автор провел самостоятельно. Автором сформулированы выводы и рекомендации по практическому использованию результатов диссертационного исследования.

Апробация результатов исследования проводилась на 8 российских и международных конференциях, семинарах и симпозиумах. Основные публикации по выполненной работе также подготовлены при определяющем участии автора.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям пункта 9, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г.

На заседании от 25.12.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Аунг Мьят Хеин ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.04.08 – Физика плазмы.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 10 докторов наук по специальности 01.04.08 — «Физика плазмы» и 13 докторов наук по специальности 01.04.14 — «Теплофизика и теоретическая теплотехника», участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 23, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Зам. председателя диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор

Андреев Н.Е.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н.



Васильев М.М.

25.12.2019г.