

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.060.04 на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской
академии наук (ИМЕТ РАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30 сентября 2020 г. № 11-2020

О присуждении БАРДИНУ НИКОЛАЮ ГРИГОРЬЕВИЧУ,
гражданство РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Жаростойкие покрытия для углеродных и углерод-карбидокремниевых композиционных материалов» по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» принята к защите 17 февраля 2020 года, протокол № 3-2020, диссертационным советом Д 002.060.04 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН), 119334, ГСП-1, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49, созданным приказом Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель, Бардин Николай Григорьевич, 1990 года рождения, в 2014 году завершил обучение в институте новых материалов и нанотехнологий Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» с присвоением квалификации «инженер-физик» по специальности 150701 «Физико-химия процессов и материалов». С 2015 по 2018 гг. обучался в очной аспирантуре по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению 18.06.01 «Химическая технология» при Российском химико-технологическом университете (РХТУ) им. Д.И. Менделеева. С 2019 года по настоящее время Бардин Николай

Григорьевич работает на должности начальника цеха производства силицированного графита АО «НИИГрафит».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Макаров Николай Александрович**, заведующий кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров Российского химико-технологического университета (РХТУ) имени Д.И. Менделеева.

Официальные оппоненты:

1) **Шаяхметов Ульфат Шайхизаманович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной физики и физики материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет»;

2) **Тимофеев Иван Анатольевич**, кандидат технических наук, начальник отдела керамоматричных композиционных материалов Акционерного общества «Композит»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»), г. Челябинск, в своем положительном заключении, подписанном д.ф-м.н., профессором Бучельниковым Василием Дмитриевичем, заведующим кафедрой физики конденсированного состояния физического факультета, составленном д.х.н. Тюменцевым Василием Александровичем, профессором кафедры физики конденсированного состояния физического факультета, и утвержденном проректором по научной работе Челябинского государственного университета, д.ф-м.н., профессором Бычковым Игорем Валерьевичем, отмечают, что диссертационная работа Бардина Н.Г. представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне на актуальную тему, в которой получены новые и важные сведения о способах модификации поверхности

углеродных материалов с целью повышения их окислительной стойкости посредством нанесения жаростойких покрытий карбидного и боридо-карбидного класса технологичным способом, что значительно расширит области применения углеродных и углерод-карбидокремниевых композитов. По тематике, методам исследования и предложенным научным положениям диссертация Бардина Н.Г. соответствует паспорту специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (пп. 1, 2 и 4 формулы специальности и п. 1.2 области исследований). Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы и достигнутые в ней результаты. Диссертация Бардина Николая Григорьевича отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 21.04.2016 г. № 335), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Диссертационная работа Бардина Николая Григорьевича «Жаростойкие покрытия для углеродных и углерод-карбидокремниевых композиционных материалов» заслушана, а отзыв на нее одобрен на заседании семинара кафедры физики конденсированного состояния физического факультета ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет» 02 марта 2020 г. (протокол заседания № 2).

Ведущая организация ФГБОУ ВО «ЧелГУ», г. Челябинск, в своем положительном заключении делает соискателю ряд замечаний:

1) Остается неясным, каким образом связаны температура и время продолжительности силицирования углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) из паровой фазы с образованием дефектов в виде трещин в покрытии.

2) Из работы не совсем понятно, участвует ли углерод подложки в формировании защитного слоя из карбида кремния по шликерно-обжиговой технологии.

3) В работе отмечается, что закономерность формирования слоя SiC на поверхности УУКМ при парофазном силицировании отличается от жидкофазного силицирования. Следовало подробнее объяснить, с чем это связано.

4) На поверхность УУКМ наносится композиция, содержащая дисперсные дибориды гафния (циркония) с углеродом и кремнием. В процессе испытаний на поверхности покрытия образуются диоксиды кремния и гафния (циркония). Из работы не совсем ясно, почему вводятся в композицию именно дибориды, а не сразу диоксиды металлов.

Сделанные замечания не затрагивают основные полученные результаты и не умаляют впечатления от рассматриваемой диссертации как от законченной научно-квалификационной работы, выполненной на современном научно-техническом уровне.

Соискателем Бардиным Н.Г. результаты работы изложены в 8 публикациях в научных изданиях, рецензируемых ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, а также в тезисах 7 докладов на международных и всероссийских конференциях.

Основные публикации по теме диссертации:

1. Бардин Н.Г., Кошелев Ю.И., Швецов А.А., Кузнецов А.В., Макаров Н.А. SiC–Si-покрытия с добавками тугоплавких боридов ZrB_2 и HfB_2 для защиты углерод-углеродных композиционных материалов от окисления // Новые огнеупоры. 2019. № 5. С. 32-33.

Соискателем получены SiC–Si-покрытия с добавками различного количества порошков тугоплавких боридов циркония и гафния на 4D-L углерод-углеродном композите и исследовано влияние данных добавок на микротвердость, дефектность и окислительную стойкость при температурах выше 1700 °С разработанных покрытий.

2. Бардин Н.Г., Бубненко И.А., Кошелев Ю.И., Кузнецов А.В., Швецов А.А., Макаров Н.А. Покрытие системы HfB_2 -SiC на углерод-углеродном композиционном материале // Новые огнеупоры. 2018. № 4. С. 30 – 31.

Соискателем сформировано покрытие HfB_2 -SiC на углерод-углеродном композиционном материале шликерно-обжиговым методом, определены вязкость шликерной суспензии, соотношение

компонентов дисперсной фазы, дисперсность исходного порошка углерода, количество слоев наносимого шликера и температурно-временной режим синтеза покрытия, обеспечивающие образование на поверхности УУКМ бездефектного слоя HfB_2 -SiC толщиной около 200 мкм.

3. Бардин Н.Г., Бубненко И.А., Кошелев Ю.И., Швецов А.А., Макаров Н.А. Формирование SiC-покрытия на УУКМ методом парофазного силицирования // Новые огнеупоры. 2018. № 4. С. 31 – 32.

Соискателем получено покрытие SiC на углерод-углеродном композиционном материале методом парофазного силицирования при разных температуре и временах выдержки, исследованы основные закономерности роста слоя SiC на подложке УУКМ и дана интерпретация полученных результатов.

4. Бубненко И.А., Кошелев Ю.И., Бардин Н.Г., Швецов А.А., Степарева Н.Н., Макаров Н.А. Особенности объемного силицирования многомерно-армированных углерод-углеродных композиционных материалов // Новые огнеупоры. 2017. № 3. С.37.

Соискателем проведены эксперименты по получению силицированных образцов УУКМ с разной исходной пористой структурой, интерпретированы результаты исследований по влиянию различных характеристик углерод-углеродной основы (открытая пористость, средняя плотность, распределение пор по размерам, направление армирования) на содержание карбидной фазы в силицированных образцах и степень их пропитки.

5. Makarov N.A., Guseva T.V., **Bardin N.G.**, Rodimov O.I. Silicificated Multidimensional Reinforced Carbon-Carbon Materials for a Wide Range of Applications // Inorganic Materials. 2016. V. 52, № 13. P. 1311-1326.

Соискателем проведено комплексное исследование вопроса получения и последующего силицирования армированных углерод-углеродных композиционных материалов для расширения их областей применения, а также написана соответствующая обзорная статья.

6. Кошелев Ю.И., Бубненко И.А., Швецов А.А., Бардин Н.Г., Сорокин О.Ю., Макаров Н.А. Силицированный графит: физико-химические основы получения и перспективы развития. Часть 2. Влияние структурных особенностей углеродных материалов на степень их взаимодействия с кремнием. // Техника и технология силикатов. 2017. Т. 24, № 3. С. 6-11.

Соискатель провел комплексное исследование в литературных источниках влияния структурных особенностей углеродных материалов на степень взаимодействия с кремнием и принял непосредственное участие в написании обзорной статьи.

7. Кошелев Ю.И., Бубненко И.А., Швецов А.А., Бардин Н.Г., Сорокин О.Ю., Макаров Н.А. Силицированный графит: физико-химические

основы получения и перспективы развития. Часть 3. Влияние тепловых эффектов и примесных элементов в кремнии и углеродном материале на процесс силицирования // Техника и технология силикатов. 2017. Т. 24, № 3. С. 11-15.

Соискатель провел комплексное исследование в литературных источниках влияния тепловых эффектов и примесей в кремнии и углеродном материале на процесс силицирования, а также принял непосредственное участие в написании обзорной статьи.

8. Кошелев Ю.И., Бубненко И.А., Бардин Н.Г., Швецов А.А., Макаров Н.А. Влияние изменения структурных параметров пекового кокса при термообработке на процесс взаимодействия с расплавом кремния // Новые огнеупоры. 2016. № 3. С. 20-25.

Соискатель принял участие в проведении экспериментов и интерпретации полученных данных по изучению изменения структуры пекового кокса при его термообработке с последующим исследованием влияния структурных параметров на процесс взаимодействия углеродного материала с расплавом кремния.

На автореферат диссертационной работы Бардина Н.Г. поступило **6 отзывов**. Все отзывы положительные, имеются рекомендации и замечания:

1. Отзыв начальника сектора лаборатории № 13 «Керамические композиционные материалы, антиокислительные покрытия и жаростойкие эмали» Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов Государственного научного центра РФ, к.т.н., доцента Сорокина Олега Юрьевича содержит следующие замечания:

– Известно, что для образцов на основе кремнийсодержащих соединений характерна немонотонная зависимость изменения массы от времени выдержки. В связи с этим, из текста автореферата (стр. 14-15) неясно, каким образом рассчитывались значения скоростей окисления образцов композиционных материалов (КМ) с жаростойким покрытием в диапазоне температур (1000-1600°C).

– В разделе 4.4 приводятся результаты высокотемпературных испытаний образцов КМ с различными покрытиями на окислительную стойкость. Автором отмечаются их высокие защитные свойства, однако не приводятся результаты РСА и РФА, подтверждающие образование

различных модификаций SiO_2 , HfO_2 , HfSiO_4 , а также фотографии микроструктуры образцов с покрытием после испытаний.

– Из приведенных на стр. 16-17 выводов неясно, какой из способов формирования жаростойкого слоя состава SiC-Si (парофазный или шликерно-обжиговой) как в виде самостоятельного покрытия, так и в виде связующего подслоя был рекомендован для дальнейшего применения.

2. Отзыв начальника лаборатории № 17 НИО-8 Центрального аэрогидродинамического института Государственного научного центра РФ, к.т.н. Жесткова Бориса Евгеньевича содержит следующее замечание:

– В автореферате нет ссылок на работы других авторов. Например, на стр. 15 написано, что основным механизмом защиты от окисления является образование пленки диоксида кремния и не отмечается, что это уже общепринято.

3. Отзыв старшего научного сотрудника НИЦ «Конструкционные Керамические Наноматериалы» Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», к.т.н. Непапушева Андрея Александровича содержит следующие замечания:

– Не дается обоснование тому, почему именно полианионная целлюлоза используется в качестве связки в шликере и в чем ее преимущество перед традиционно используемыми в таких случаях полимерными связующими, например, поливиниловым спиртом.

– В пункте 4.1 автореферата приводится сравнение энергии активаций для процессов жидкофазного и парофазного силицирования. При этом делается акцент на наличии на кривых рис. 2а двух участков с различной зависимостью. В таком случае необходимо было бы уточнить, по какому из этих участков была определена энергия активации для парофазного нанесения покрытия SiC.

4. Отзыв старшего научного сотрудника научно-учебного центра СВС Национального исследовательского технологического университета

«МИСиС», к.т.н. Потанина Артема Юрьевича содержит следующие замечания:

– В автореферате не хватает схемы и/или фотографии и/или микроструктуры исходных подложек до нанесения покрытий.

– Почему-то в работе отсутствуют результаты по пропитке УУКМ. Происходит ли проникновение защитного покрытия на глубину (поры, каналы) углеродного материала, или покрытие формируется исключительно на поверхности?

– Из механических свойств в работе измерена микротвердость. Хотя весьма важно было бы измерить величину адгезии покрытий к углеродному материалу.

5. Отзыв заведующего кафедрой химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов Санкт-Петербургского государственного технологического института (технический университет), д.т.н., профессора Пантелеева Игоря Борисовича содержит следующие замечания:

– Автор слишком скупо упоминает о дисперсности используемых в исследовании порошков (углерод, кремний, дибориды), приводя фразу «... и размерами менее 20 мкм». Возникает вопрос, как с такими порошками можно получать покрытия с толщиной тоже менее 20 мкм?

– Стр. 11, цитирую: «При использовании углеродного наполнителя с температурой обработки 2900°C». Автор не указывает, с помощью какого оборудования удалось достигнуть столь высокой температуры.

6. Отзыв доцента кафедры «Перспективных материалов и технологий аэрокосмического назначения» Московского авиационного института (национальный исследовательский университет), к.т.н. Астапова Алексея Николаевича содержит следующие замечания:

– Не представлены данные о том, в какой среде (вакуум / инертная атмосфера) и при каких рабочих давлениях осуществлялся обжиг шликерных слоев в электропечи.

– Требуют более детального разъяснения механизмы защитного действия разработанных покрытий. Фраза о том, что защита при температурах 1600–2000 °С обеспечивается фазами HfO_2 и HfSiO_4 недостаточно обоснована, т.к. HfO_2 не является газоплотным оксидом, температура диссоциации фазы HfSiO_4 составляет $1750 \pm 15^\circ\text{C}$, а SiO_2 /боросиликатное стекло активно испаряется в этих условиях.

– Отсутствуют сравнительные данные достигнутых температурно-временных характеристик работоспособности созданных покрытий с известными техническими решениями.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что они обладают высоким уровнем компетенции в области технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, в том числе углеродных и углерод-карбидокремниевых композитов, наличием публикаций в реферируемых журналах и достижениями в области разработки и применения новых материалов. Высокая научная квалификация и авторитет официальных оппонентов и ведущей организации позволяет им объективно оценить научную и практическую значимость представленной в диссертационный совет работы.

В дискуссии приняли участие: д.х.н. Беляков А.В., профессор кафедры химической технологии керамики и огнеупоров Российского химико-технологического университета (РХТУ) им. Д.И. Менделеева; д.х.н. Кецко В.А., заведующий центром коллективного пользования физическими методами исследования веществ и материалов ИОНХ РАН; д.х.н. Казин П.Е. профессор кафедры неорганической химии Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; д.х.н. Каргин Ю.Ф. заведующий лабораторией физико-химического анализа керамических материалов ИМЕТ РАН; д.х.н. Падалко А.Г. заведующий лабораторией физикохимии баротермических процессов ИМЕТ РАН; академик Бузник В.М. (ВИАМ)

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **установлены** кинетические закономерности формирования покрытия SiC-Si на УУКМ методом парофазного силицирования. **Показано**, что кинетические кривые роста слоя SiC при этом имеют два участка с переходом характера зависимостей из параболического в экспоненциальный;
- **определены** основные параметры, с помощью которых можно регулировать характеристики покрытия SiC-Si, нанесенного шликерно-обжиговым методом. На толщину и целостность формируемого покрытия определяющее влияние оказывают вязкость шликерной суспензии и количество наносимых слоев. На фазовый состав покрытия влияют соотношение компонентов дисперсной фазы шликерной суспензии, тип и гранулометрический состав углеродного наполнителя, а также температурно-временные условия синтеза карбида кремния;
- **предложены** технологические параметры нанесения покрытия SiC-Si на УУКМ парофазным методом. Для получения сплошного бездефектного слоя SiC-Si с содержанием карбидной фазы до 97 об. % и толщиной 2–20 мкм осаждение кремния из паровой фазы на поверхность углеродного материала необходимо проводить при температурах 1700–1850 °С в течение 3–20 мин, для получения слоя толщиной 20–40 мкм – при 1900–1950 °С в течение 3–10 мин;
- **выявлено**, что для достижения максимальной микротвердости покрытий ZrB₂-SiC-Si и HfB₂-SiC-Si до 13 ГПа необходимо предварительное нанесение на поверхность УУКМ промежуточного подслоя SiC-Si толщиной 40–50 мкм;
- **установлен** механизм защиты УУКМ с покрытием HfB₂-SiC-Si, полученным шликерно-обжиговым методом, от окисления в среде диссоциированного воздуха. Методом рентгенофазового анализа поверхности УУКМ с покрытием после испытаний **обнаружено**, что пассивация процесса окисления материала обусловлена образованием на его поверхности барьерного слоя: диоксида кремния при температурах до 1600 °С, диоксида и ортосиликата гафния при более высоких температурах.

Теоретическая значимость диссертационного исследования обоснована тем, что:

- **исследованы** основные закономерности процесса силицирования поверхности УУКМ осаждением кремния из паровой фазы, с помощью чего удалось сформировать бездефектное карбидокремниевое покрытие на углерод-углеродном композите, которое повысило окислительную стойкость материала подложки в кислородсодержащей среде при повышенной температуре;
- **получены** зависимости основных характеристик покрытий (толщина, фазовый состав, микротвердость) от параметров их получения на УУКМ шликерно-обжиговым методом, что позволяет оптимизировать технологические режимы нанесения бездефектных покрытий SiC-Si и Me(Zr, Hf)B₂-SiC-Si данным способом, а также варьировать их свойства для формирования защитных слоев на крупногабаритных деталях, в том числе с применением различных добавок, вводимых в исходную шликерную суспензию;
- **показано**, что повышение вязкости шликерной суспензии приводит к увеличению толщины покрытия, возрастанию неравномерности по толщине, дефектности и уменьшению микротвердости. Содержание карбида кремния в покрытии повышается с увеличением соотношения компонентов дисперсной фазы, снижением преобладающего размера частиц и степени трехмерной упорядоченности углеродного наполнителя, увеличением температуры синтеза SiC, а также времени выдержки
- **выявлено**, что введение в исходную шликерную суспензию 50 мас. % добавок тугоплавких боридов ZrB₂ и HfB₂ положительно влияет на окислительную стойкость покрытия SiC-Si, полученного шликерно-обжиговым методом. Скорость окисления УУКМ с покрытием при этом снижается на три порядка, а энергия активации процесса окисления увеличивается в 2,5 раза для покрытия с боридом циркония и 3,2 раза для покрытия с боридом гафния;

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

- **определены** технологические параметры осаждения на УУКМ кремния из пара, варьирование которых позволяет получать бездефектные покрытия SiC-Si методом парофазного силицирования с содержанием карбида кремния до 97 об. % и толщиной от 2 до 40 мкм;
- **выявлены** вязкость шликерной суспензии, изготовленной на основе нового вида связующего – высоковязкой полианионной целлюлозы, количество наносимых на поверхность углеродного композита шликерных слоев, состав дисперсной фазы, тип и гранулометрический состав углеродного наполнителя, температурно-временной режим термообработки, что позволяет синтезировать на поверхности УУКМ шликерно-обжиговым методом покрытия SiC-Si с содержанием карбида кремния ~ 95 об. %, толщиной около 50 мкм и микротвердостью до 18 ГПа, и покрытия Me(Zr, Hf)B₂-SiC-Si толщиной чуть более 100 мкм и микротвердостью до 13 ГПа;
- **проведены** испытания на стойкость к окислению углеродных композиционных материалов с покрытиями SiC-Si и Me(Zr, Hf)B₂-SiC-Si в среде статичного и потоке диссоциированного воздуха на плазмотроне. **Показано**, что при одних и тех же условиях испытаний УУКМ с разработанными покрытиями имеют гораздо меньший унос массы, чем высокоплотный углерод-углеродный композиционный материал со схемой армирования типа 4D-L (4D-L-УУКМ) и объемно-силицированный композит. Результаты испытаний наглядно демонстрируют возможность применения покрытий SiC-Si, ZrB₂-SiC-Si и HfB₂-SiC-Si в качестве защитных от окисления для углеродных и углерод-карбидокремниевых композиционных материалов в среде диссоциированного воздуха при высоких температурах;
- результаты проведенных исследований **использованы** при выполнении договора между АО «НИИГрафит» и АО «Корпорация «МИТ» от 03.10.2016 № 223/5483-Д. Для дальнейших испытаний заказчику переданы опытные

образцы из углерод-углеродного композиционного материала с покрытием из карбида кремния толщиной около 10 мкм, нанесенного парофазным методом.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

Эксперименты и исследования проводили с помощью высокоточной и современной аппаратуры. Достоверность, оригинальность и научная новизна результатов работы обеспечены использованием корректных методик, соответствующих современному научно-исследовательскому уровню, и подтверждается воспроизводимостью результатов, полученных в сериях экспериментов.

Личный вклад автора:

состоит в анализе литературы по теме диссертации, постановке цели и задач исследования, проведении, совместно с соавторами опубликованных работ, большинства экспериментов и освоении новых лабораторных методик, получении, обсуждении и обработке результатов, формулировании основных выводов, а также непосредственном участии в подготовке публикаций по теме выполненной диссертационной работы.

Диссертационный совет констатирует, что диссертация Бардина Н.Г. является законченной научно-исследовательской работой, направленной на решение важной научно-технической задачи – создания жаростойкого покрытия для углеродных и углерод-карбидокремниевых композиционных материалов, способного служить в среде диссоциированного воздуха при температурах от 1400 до 2000°C. По своему содержанию диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов – по пп. 1, 2 и 4 формулы специальности и п. 1.2 области исследований.

На заседании 30.09.2020 г. диссертационный совет Д 002.060.04 пришел к выводу о том, что диссертация Бардина Н.Г. по своей актуальности, новизне, практической значимости соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от

24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Бардин Николай Григорьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0. Решение совета принималось открытым голосованием в соответствии с Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Об особенностях порядка организации работы советов по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» №734 от 22 июня 2020 года, направленных на предотвращение распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19), ввиду удаленного участия 3 членов диссертационного совета из 15 участвовавших в заседании.

Председатель
диссертационного совета Д 002.060.04,
академик РАН, д.х.н.

К.А. Солнцев

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 002.060.04,
к.г.-м.н.
30.09.2020 г.

С.Н. Ивичева

Подписи академика РАН, д.х.н. К.А. Солнцева и к.г.-м.н. С.Н. Ивичевой заверено.
Ученый секретарь ИМЕТ РАН,
к.т.н.



О.Н. Фомина