

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.074.04 НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский государственный университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета
от «24» июня 2021 г. №7

О присуждении Сангадиеву Сергею Шойжинимаевичу, гражданину РФ,
ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Переход жидкость – стекло и вязкоупругие свойства аморфных веществ в модели делокализованных атомов» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния принята к защите 04 марта 2021 года, протокол №3, диссертационным советом Д 212.074.04 созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (664003, г. Иркутск, бульвар Гагарина, д. 20, приказ Рособнадзора о создании диссертационного совета № 1634–894 от 13.07.2007 г.).

Соискатель Сангадиев Сергей Шойжинимаевич 1971 года рождения. В 1993 году с отличием окончил физико-математический факультет Бурятского государственного педагогического института имени Доржи Банзарова с присвоением квалификации «учителя физики, информатики и ВТ средней школы». В 1993 году поступил в очную аспирантуру Бурятского государственного университета. В 1999 году успешно защитил диссертацию на тему: «Флуктуационный свободный объем и среднеквадратичные смещения атомов в аморфных полимерах и неорганических стеклах» на соискание ученой

степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Диссертация выполнена в лаборатории физики неупорядоченных систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова» (ФГБОУ ВО «БГУ»).

Официальные оппоненты:

Новиков Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник лаборатории спектроскопии конденсированных сред Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт автоматизации и электрометрии» СО РАН;

Иржак Вадим Исакович, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории металлополимеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем химической физики» РАН;

Егранов Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории физики монокристаллов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт геохимии им. А.П. Виноградова» СО РАН

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет» - в своем положительном заключении, подписанным Наумовым Андреем Витальевичем, доктором физико-математических наук, профессором РАН, заведующим кафедрой теоретической физики им. Э.В. Шпольского, Разумовской Ириной Васильевной, доктором химических наук, профессором, профессором кафедры теоретической физики им. Э.В. Шпольского и утвержденным Дроновым Виктором Павловичем, первым проректором ФГБОУ ВО

«МПГУ», доктором географических наук, указала, что автореферат и публикации по теме диссертации отражают основное содержание исследования, его результаты и выводы. Диссертационная работа Сангадиева С.Ш. «Переход жидкость – стекло и вязкоупругие свойства аморфных веществ в модели делокализованных атомов» является законченным исследованием, удовлетворяет требованиям п.п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор – Сангадиев Сергей Шойжинимаевич – может претендовать на присуждение ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния. Тема, содержание и результаты работы Сангадиева С.Ш. соответствуют паспорту специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

По теме диссертационного исследования опубликовано 69 научных работ в российских и международных журналах, индексируемых в международных базах Web of Science, Scopus, 43 статьи из которых опубликованы в журналах, включенных в перечень ВАК. Совокупность опубликованных научных результатов определяет принципиальные признаки развиваемой автором диссертации модели делокализованных атомов применительно главным образом к переходу жидкость – стекло и к вязкоупругим свойствам аморфных веществ в области стеклования. В диссертации не обнаружены недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, авторском вкладе и объеме научных изданий.

Наиболее значимые научные результаты по теме диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Сандитов Д.С. Обобщенный кинетический критерий перехода жидкость–стекло / Д.С. Сандитов, В.В. Мантатов, С.Ш. Сангадиев // Физика твердого тела. - 2020. - Т.62. - Вып.10. - С.1706-1709.

2. Сангадиев С.Ш. Упругие модули и коэффициент Пуассона аморфных органических полимеров / С.Ш. Сангадиев, М.В. Дармаев, Д.С. Сандитов // Высокомолекулярные соединения. Серия А. - 2020. - Т.62. - №3. - С.170-180.

3. Сангадиев С.Ш. Образование дырки и делокализация атома в жидкостях, аморфных полимерах и стеклах / С.Ш. Сангадиев, А.А. Машанов, Д.С. Сандитов // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. - 2018. - Т.15. - №1. - С.31-36.

4. Сандитов Д.С. Температура стеклования и скорость охлаждения расплава / Д.С. Сандитов, С.Ш. Сангадиев, М.В. Дармаев // Физика твердого тела. - 2016. - Т.58. - Вып.10. - С.2005-2007.

5. Сандитов Д.С. Критерий стеклования и скорость охлаждения стеклообразующих жидкостей / Д.С. Сандитов, С.Ш. Сангадиев, В.Б. Шагдаров // Физика и химия стекла. - 2014. - Т.40. - №4. - С.402-407.

6. Сандитов Д.С. Параметр Грюнайзена и флуктуационный объем аморфных полимеров и стекол / Д.С. Сандитов, С.Ш. Сангадиев, Б.Д. Сандитов // Физика и химия стекла. - 2013. - Т.39. - №4. - С.553-564.

7. Сандитов Д.С. Упругие модули и коэффициент Пуассона аморфных полимеров и стекол / Д.С. Сандитов, П.Д. Голубь, С.Ш. Сангадиев // Журнал технической физики. - 2013. - Т.83. - Вып.9. - С.154-156.

8. Сандитов Д.С. Пластичность и вязкость стеклообразных материалов / Д.С. Сандитов, С.Ш. Сангадиев, Б.Д. Сандитов // Деформация и разрушение материалов. - 2013. - №3. - С.2-7.

9. Сангадиев С.Ш. Флуктуационный объем аморфных веществ и его зависимость от скорости охлаждения расплава / С.Ш. Сангадиев // Журнал физической химии. - 2012. - Т.86. - №8. - С.716-718.

10. Сандитов Б.Д. Взаимосвязь модуля упругости и температуры размягчения стекол в модели делокализованных атомов / Б.Д. Сандитов, С.Ш. Сангадиев, Д.С. Сандитов // Журнал экспериментальной и теоретической физики. - 2012. - Т.142. - Вып.3(9). - С.498-510.

11. Сандитов, Д.С. Параметр Грюнайзена и скорости распространения акустических волн в стеклообразных твердых телах / Д.С. Сандитов, С.Б. Мункуева, Д.З. Батлаев, С.Ш. Сангадиев // Физика твердого тела. - 2012. - Т.54. - Вып.8. - С.1540-1544.

12. Сангадиев С.Ш. Ангармонизм колебаний решетки и флуктуационный объем аморфных веществ / С.Ш. Сангадиев, Д.С. Сандитов // Журнал физической химии. - 2012. - Т.86. - №7. - С.1291-1293.

13. Сангадиев С.Ш. Ангармонизм колебаний решетки и скорости распространения акустических волн в квазиизотропных твердых телах / С.Ш. Сангадиев, Д.С. Сандитов, А.А. Машанов, Б.Д. Сандитов // Журнал технической физики. - 2011. - Т.81. - №5. - С.44-48.

14. Сандитов, Д.С. Флуктуационный свободный объем металлических стекол / Д.С. Сандитов, С.Ш. Сангадиев, Б.Д. Сандитов // Физика и химия стекла. - 2000. - Т.26. - №1. - С.84-90.

15. Сандитов Д.С. Новый подход к интерпретации флуктуационного свободного объема аморфных полимеров и стекол / Д.С. Сандитов, С.Ш. Сангадиев // Высокомолекулярные соединения. Серия А. - 1999. - Т.41. - №6. - С.977-1000.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Официальный оппонент *Новиков Владимир Николаевич*, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник лаборатории спектроскопии конденсированных сред Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт автоматики и электрометрии» СО РАН.

Замечания:

1. В автореферате, перечисляя основные классы стеклообразных систем, автор почему-то не упомянул низкомолекулярные органические материалы, хотя это одна из основных исследуемых разновидностей стекол.

2. Употребление в диссертации термина «аморфный» не всегда соответствует принятому в мире определению. Иногда этот термин

смешивают со «стеклообразный», хотя это не одно и то же. Под аморфным телом понимается неупорядоченное твердое тело, где ближний порядок не совпадает с таковым в жидком состоянии, в отличие от стеклообразных материалов, где ближний порядок такой же как в расплаве. Аморфное тело, в отличие от стекол, не размягчается плавно и непрерывно в переохлажденную жидкость при нагревании.

3. Замечание к оформлению диссертации: некоторые уравнения повторяются два раза, и оба раза им присваивается один и тот же номер, например, (5.6), (5.26), (5.29), так что перед уравнением (5.33), например, идет уравнение под номером (5.29). Уравнения все-таки должны иметь последовательные номера и не обязательно повторять уравнение вместо просто ссылки на него.

4. Автор диссертации вводит «эффективный» модуль упругости K (формула (8.3) в автореферате или (8.9) и (8.10) в диссертации). В случае изотропного тела это определение совпадает с определением объемного модуля упругости B . Между тем, автор утверждает, что K не равен B , и их отношение является функцией коэффициента Пуассона, или, по другой формуле, коэффициента Грюнайзена. Как это может быть в стеклах? Этот момент не понятен.

5. Автор утверждает: «жидкость переходит в стеклообразное состояние, когда время релаксации достигает определенной доли характерного времени изменения температуры» (стр.86). Непонятно, как это согласуется с тем, что по определению температуры стеклования T_g , это та температура, при которой время структурной релаксации равно 100 секунд, или вязкость равна 10^{13} Пуаз.

Официальный оппонент *Иржак Вадим Исакович*, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории металлополимеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем химической физики» РАН.

Замечания:

1. Половину первой главы занимает изложение основного содержания модели делокализованных атомов. На мой взгляд, слабо представлено современное состояние физики стеклообразного состояния, практически игнорируются данные компьютерного моделирования. Из основных классов стеклообразных систем более или менее подробно рассмотрены неорганические стекла. Слишком кратко изложены данные о металлических стеклах, а также данные об аморфных органических полимерах в стеклообразном состоянии. Параграфы 1.5 (Коэффициент Пуассона) и 1.4 (О плавлении) считаю лишними. Без особого ущерба их можно было удалить.

2. Желательна более детальная разработка модели делокализованных атомов, ее отдельных положений. Делокализованный атом (в моем понимании) представляет собой дефект аморфных веществ. А дефекты в аморфных системах неустойчивы, размыты и их следует рассматривать как флуктуации ближнего порядка, связанные с локальной кооперативной перегруппировкой частиц.

3. В третьей главе, посвященной природе свободного объема аморфных полимеров и стекол, много места уделено проблеме «френкелевского» и «ван-дер-ваальсова» свободного объема, утверждается, что на это впервые обратили внимание автор и Д.С. Сандитов в 1999 г. Между тем вопрос о флуктуационном свободном объеме имеет давнюю историю (см., например, Ростиашвили В.Г., Иржак В.И., Розенберг Б.А. Стеклование полимеров. Л.: Химия, 1987). Полагаю, что из всей 3-й главы следует сохранить только разделы 3.3 и 3.4, сосредоточившись на связи f_g с делокализацией атома.

4. Встречаются повторы ссылок в списке литературы: [36] – [202] и [50] – [153].

Официальный оппонент *Егранов Александр Васильевич*, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории физики монокристаллов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт геохимии им. А.П. Виноградова» СО РАН.

Замечания:

1. Автор использует модуль упругости как один из параметров, характеризующих стекло в различных зависимостях, в то время как в литературе (особенно зарубежной) в подобных случаях чаще пользуются модулем сдвига, который в общем случае лучше подходит для подобных целей так как на прямую связан с вязкостью, пластичностью и в предельном случае с хрупкостью и, следовательно, с температурой стеклования. Имеется ли связь в случае стекол между этими параметрами, и как изменятся зависимости, если использовать модуль сдвига вместо модуля упругости.

2. Коллектив, в котором работает автор, долгое время занимается вопросами, связанными с выяснением параметров, характеризующих структуру и свойства стекла. Поэтому значительную часть цитируемой литературы составляют публикации этого коллектива, но в то же время очень бедно приставлены результаты зарубежных ученых, особенно в современных публикациях. С созданием объемных металлических стекол, а это произошло сравнительно недавно – несколько десятков лет назад, резко возросло количество публикаций как по этим стеклам, так и по общим вопросам связанных со свойствами стекла, а в диссертации это не нашло отражение. Вследствие такой ситуации можно было бы ожидать дисбаланса между мировым уровнем исследований и результатами данного коллектива. Но к удивлению, этого не случилось, по крайней мере, пока. В некоторых случаях даже автор был первым в некоторых существенных вопросах. В частности, в предложении использовать флуктуационный объем (*flexibility volume* – в английском варианте) вместо часто используемого в литературе свободного объема. Первые публикации автора по этому вопросу появились в 1998-1999 годах, в то время как в зарубежной литературе к этому приходят только в настоящее время (например, Ding, J., Cheng, Y.Q., Sheng, H., Asta, M., Ritchie, R.O., & Ma, E. (2016). Universal structural parameter to quantitatively predict metallic glass properties. *Nature communication*, 7(1), 1-10). Однако едва ли сложившуюся ситуацию можно считать нормальной.

3. В третьем защищаемом положении утверждается, что отношение предельного среднеквадратичного смещения атома к среднему межатомному расстоянию равно универсальной постоянной. В чем состоит эта универсальность совершенно не понятно. При оценке величины этой постоянной автор ссылается на стороннюю работу, а также на метод молекулярной динамики без всякой ссылки и описания как это было сделано (стр.56 диссертации). Более того в пятом защищаемом положении это отношение связано с ангармонизмом колебаний решетки, которое едва ли можно считать постоянным и тем более универсальным. Третье защищаемое положение состоит из двух частей – первая часть описана в главе 4 (стр.56), а вторая – в седьмой главе. Насколько связаны эти части не совсем понятно. Во - второй части этого защищаемого положения утверждается, что отношение температуры стеклования к модулю упругости стекол одного класса является постоянной величиной. Это хороший результат, который в настоящее время подтверждается исследованиями на металлических стеклах (но с модулем сдвига) и считается, что исследования в этом направлении могут привести к тем соотношениям, по которым можно будет прогнозировать свойства стекол. По-видимому, можно было бы оставить только эту часть в защищаемом положении.

4. В пятом защищаемом положении приводится формула устанавливающая связь между относительной деформацией межатомной связи и параметром Грюнайзена, которой нет в описательной части автореферата, а есть только в диссертации.

5. В автореферате на стр. 21 ссылки на литературу не вынесены в список цитируемой литературы в конце автореферата, а сделаны в тексте.

Ведущая организация – *Московский педагогический государственный университет*, г. Москва. Замечания:

1. Основное замечание: нет предварительной четко сформулированной общей задачи исследования и обобщенной формулировки достигнутых результатов. В большинстве случаев диссертант из сопоставления формул

разных теорий и моделей, иногда вместе с известными экспериментальными зависимостями, получает некоторое соотношение, которое затем подтверждается на большой базе данных. Физический смысл полученной зависимости или не обсуждается, или обсуждается кратко. Можно ли результат полученный таким образом, отнести именно к модели делокализованных атомов?

2. Таким образом, основным недостатком работы является отсутствие единой ясной физической идеи, объединяющей все частные результаты автора. Вероятно, можно было построить изложение результатов работы С.Ш. Сангадиева по иному принципу, соответствующему названию диссертации. Например, выделить роль ангармонизма тепловых колебаний и критической деформации связи в модели с образованием свободного флуктуационного объема и вокруг этих понятий развернуть все полученные закономерности. Неудачное структурирование работы портит общее впечатление от нее.

3. Не использованы результаты и идеи некоторых работ, формально приведенных в списке литературы. Многие из них не обсуждаются по существу, применительно к работам автора, оставаясь «вежливым реверансом». Так отсутствует анализ аналогичных по тематике работ в области аморфных полимеров (А.А. Аскадский и др.), хотя диссертант подчеркивает общность своего подхода, и база данных по полимерам активно обрабатывалась.

4. небрежно (неконкретно) составлены Заключение по главам.

Отзывы на автореферат:

1. *Карташов Эдуард Михайлович*, доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, профессор МИРЭА – Российского технологического университета. Замечаний нет.

2. *Дамдинов Баир Батуевич*, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей физики Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета. Замечаний нет.

3. *Волокитин Олег Геннадьевич*, доктор технических наук, доцент, проректор по учебной работе Томского государственного архитектурно-строительного университета. Замечаний нет.

4. *Номоев Андрей Валерьевич*, доктор физико-математических наук, директор Института физического материаловедения СО РАН. Замечаний нет.

5. *Бадмаев Бадма Банзаракцаевич*, доктор технических наук, заведующий лабораторией физики молекулярных структур Института физического материаловедения СО РАН. Замечаний нет.

6. *Цыдыпов Шулун Балдоржиевич*, доктор технических наук, доцент, почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедры общей и теоретической физики Бурятского государственного университета. Замечаний нет.

7. *Мантатов Владимир Владимирович*, доктор физико-математических наук, доцент, доцент кафедры общей и теоретической физики Бурятского государственного университета. Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их достижений в области физики конденсированного состояния, исследований аморфных веществ, наличием публикаций по данным направлениям, а также способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Официальный оппонент доктор физико-математических наук, *Новиков В.Н.* – известный ученый, специалист мирового уровня в области изучения наноструктурированных материалов (жидкостей, стекол, полимеров, биомолекул, сегнетоэлектриков) методами комбинационного рассеяния света, спектроскопии оптического поглощения. Автор более 146 печатных работ в рецензируемых изданиях, из них 119 статей индексированы в базе Web of Science.

Официальный оппонент доктор химических наук, *Иржак В.И.* – известный специалист в области физики аморфных веществ. Заслуженный деятель науки РФ. Автор более 400 научных публикаций, включая монографию

(Ростиашвили В.Г., Иржак В.И., Розенберг Б.А. Стеклование полимеров. Л.: Химия, 1987. 189 с.).

Официальный оппонент, доктор физико-математических наук, *Егранов А.В.* – известный ученый в области физики конденсированного состояния, термодинамики и молекулярной физики твердых тел и их расплавов, фазовых переходов. Автор более 110 научных трудов, включая 2 монографии.

Ведущая организация – *Московский педагогический государственный университет, кафедра теоретической физики им. Э.В. Шпольского* – один из ведущих исследовательских центров России в области актуальных проблем физики конденсированных сред, спектроскопии одиночных молекул, физической химии конденсированного состояния вещества, физики низкоразмерных молекул. *Наумов А.В.* – доктор физико-математических наук, профессор РАН, известный ученый, специалист мирового уровня в области селективной лазерной спектроскопии и флуоресцентной микроскопии сверхвысокого пространственного разрешения (наноскопии) примесных конденсированных сред и нанообъектов. Член дирекции Совета по квантовой электронике и оптике Европейского физического общества. Член Координационного совета профессоров Российской академии наук. Автор 94 печатных работ в рецензируемых изданиях, из них 3 монографии, 93 статьи индексированы в базе Web of Science. *Разумовская И.В.*, доктор химических наук, известный специалист в области структуры, механических и электрофизических свойств полимерных материалов и наноматериалов, неорганических стекол. Автор более 150 научных публикаций.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

в рамках модели делокализованных атомов и модификации основного уравнения стеклования **получено** новое условие для перехода жидкости в стекло, устанавливающее взаимосвязь времени структурной релаксации, скорости охлаждения расплава и температуры стеклования;

предложен новый способ расчета полосы температур δT_g , характеризующей интервал перехода от жидкости к стеклу в процессе ее охлаждения;

проведен расчет δT_g для различных классов аморфных веществ: неорганических стекол, органических аморфных полимеров и металлических аморфных сплавов (металлических стекол);

показано, что относительный интервал температур ($\delta T_g/T_g$), является однозначной функцией доли флуктуационного объема f_g , замороженной при температуре стеклования T_g ;

показано, что при температуре T_g отношение среднеквадратичного смещения атома к среднему межатомному расстоянию является постоянной для различных типов стекол. Размягчение стекол обусловлено возникновением колебательной нестабильности атомов в узлах решетки;

развито представление, что пластическая деформация стекла при 20 °С и его размягчение при нагревании в области стеклования определяются одним и тем же молекулярным механизмом, а именно делокализацией атома;

показано, что произведение плотности на квадрат среднеквадратичной скорости волн деформации обладает свойствами, характерными для упругих модулей. Это произведение названо эффективным модулем упругости;

показано, что доля флуктуационного объема f_g металлических стекол, замороженная при температуре стеклования, имеет такое же значение, как и у аморфных полимеров и неорганических стекол;

разработан новый подход к интерпретации свободного объема аморфных веществ;

показано, что молекулярно-кинетические процессы в жидкостях, аморфных полимерах и стеклах зависят не от вандерваальсова свободного объема – «пустого пространства между атомами», а от флуктуационного свободного объема, который совпадает с флуктуационным объемом, обусловленным делокализацией атомов;

получено уравнение вязкости, описывающее температурную зависимость вязкого течения стеклообразующих жидкостей в широком интервале температур, включающем область стеклования и область повышенных температур.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **сформулирован** новый критерий стеклования, устанавливающий связь между временем структурной релаксации, скоростью охлаждения, и температурой стеклования. Полученное условие стеклования представляет собой обобщенный кинетический критерий стеклования (Обобщение подходов Бартенева, Волькенштейна-Птицына и Шмельцера);

предложен новый способ расчета параметра уравнения стеклования (ширины полосы температур, характеризующий интервал стеклования);

установлена корреляция температуры стеклования и модуля упругости, дано обоснование этой корреляции в рамках модели делокализованных атомов.

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

полученные в работе результаты могут быть использованы при расчетах и прогнозировании ряда важных механических и тепловых свойств стеклообразных материалов;

результаты диссертации могут использоваться в учебном процессе ряда вузов. В частности, в настоящее время они используются в спецкурсах «Физика неупорядоченных систем», «Введение в физику конденсированного состояния» физико-технического факультета Бурятского государственного университета.

Оценка достоверности результатов исследования: подтверждается согласием теоретических расчетов с экспериментальными данными, а также соответствием полученных результатов данным других исследователей.

Личный вклад автора состоит в его участии в теоретических разработках, в постановке цели и задач исследований, в их выполнении,

интерпретации и обобщении полученных результатов. Он принимал активное участие в поисках необходимых экспериментальных данных, в их обработке, в сборке установки, в проведении измерений. В совместных опубликованных работах автору принадлежит доминирующий вклад. Научные результаты, основные положения, вынесенные на защиту, и общие выводы диссертации, сформулированы лично автором.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Сангадиева С.Ш. является законченным научным исследованием, выполненным по актуальной тематике, результаты которого имеют высокую научную и практическую значимость. Работа соответствует специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния и пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. с последующими дополнениями, а также отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям.

На заседании 24 июня 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Сангадиеву Сергею Шойжинимаевичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в совет, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета Д 212.074.04,
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник



Буднев Николай Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.074.04,
доктор физико-математических наук,
профессор

Аграфонов Юрий Васильевич

24 июня 2021 г.