

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.03,
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 № _____

дата защиты 15.12.2020 протокол № 3

о присуждении **Сычеву Георгию Александровичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Экспериментальные исследования особенностей процесса торрефикации биомассы растительного происхождения»** в виде рукописи, по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы, принята к защите 14.10.2020 г. (протокол № 2) диссертационным советом Д 002.110.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН) (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 75/нк от 15.02.13 г.

Соискатель **Сычев Георгий Александрович**, 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

Работает научным сотрудником в лаборатории №12 – распределенной генерации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории №12 – распределенной генерации ОИВТ РАН.

Научный руководитель – доктор технических наук, старший научный сотрудник **Зайченко Виктор Михайлович**, заведующий лабораторией №12 – распределенной генерации ОИВТ РАН.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук **Косивцов Юрий Юрьевич**, профессор кафедры биотехнологии, химии и стандартизации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный технический университет» (170026, Тверская область, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, д. 22);

кандидат технических наук **Литун Дмитрий Степанович**, старший научный сотрудник лаборатории специальных котлов Открытого акционерного общества «Всероссийский дважды ордена трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ») (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14)

дали положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" (123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1) в своем положительном заключении, принятом на научном семинаре Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт» 17 ноября 2020 г. (протокол № 6 от 17 ноября 2020 г.), составленном заместителем начальника отдела биотехнологий и биоэнергетики Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт» к.т.н. **Готовцевым Павлом Михайловичем** (утверждено заместителем директора по научной работе НИЦ «Курчатовский институт» **Форшем П.А.**), указала, что

диссертация выполнена на актуальную тему, результаты, полученные лично диссертантом, способствуют развитию малой энергетики и могут быть рекомендованы для использования в научно-исследовательских и конструкторских организациях: ОАО «Продмаш», ООО «Энергонезависимость» и др.

Результаты работы опубликованы в 17 научных статьях в журналах, входящих в реферативные базы данных Scopus и Web of Science, из которых 5 статей – в журналах из перечня ВАК. Перечень работ:

1. Kosov, V.V. Effect of torrefaction on properties of solid granulated fuel of different biomass types / V.V. Kosov, V.A. Sinelshchikov, **G.A. Sytchev**, V.M. Zaichenko // High Temperature. – 2014. – Vol. 52. – № 6. – P. 907-912. DOI: 10.1134/S0018151X14060170.

2. Зайченко, В.М. Энергетическая утилизация древесных отходов / В.М. Зайченко, **Г.А. Сычев** // Энергетик. – 2015. – № 10. – С. 48-50.

3. Kuzmina, J.S. Upgrading of consumer characteristics of granulated solid fuel from mixture of low-grade coal and biomass / J.S. Kuzmina, ..., **G.A. Sytchev**, V.M. Zaichenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – Vol. 653. – № 1. – 012030. DOI: 10.1088/1742-6596/653/1/012030.

4. Kuzmina, J.S. Torrefaction. Prospects and application / J.S. Kuzmina, **G.A. Sytchev**, V.M. Zaichenko // Chemical Engineering Transactions. – 2016. – Vol. 50. – P. 265-270. DOI: 10.3303/CET1650045.

5. Kosov, V.F. Challenges and opportunities of torrefaction technology / V.F. Kosov, J.S. Kuzmina, **G.A. Sytchev**, V.M. Zaichenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – Vol. 774. – № 1. – 012139. DOI: 10.1088/1742-6596/774/1/012139.

6. Larina, O.M. Comparison of thermal conversion methods of different biomass types into gaseous fuel / O.M. Larina, V.A. Sinelshchikov, **G.A. Sytchev** // Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – Vol. 774. – № 1. – 012137. DOI: 10.1088/1742-6596/774/1/012137.

7. Lavrenov, V.A. Two-stage pyrolytic conversion of different types of biomass into synthesis gas / V.A. Lavrenov, O.M. Larina, V.A. Sinelshchikov, **G.A. Sytchev** // High Temperature. – 2016. – Vol. 54. – № 6. – P. 892-898. DOI: 10.1134/S0018151X16060092.
8. Faleeva, J.M. Exothermic effect during torrefaction / J.M. Faleeva, V.A. Sinelshchikov, **G.A. Sytchev**, V.M. Zaichenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 946. – № 1. – 012033. DOI: 10.1088/1742-6596/946/1/012033.
9. **Sytchev, G.A.** Plant origin biomass torrefaction process. Investigation of exothermic process during torrefaction / G.A. Sytchev, V.M. Zaichenko // European Biomass Conference and Exhibition Proceedings. – 2018. – P. 1236-1239. DOI: 10.5071/26thEUBCE2018-3DV.6.15.
10. Shevchenko, A.L. Possibility of the use of exothermic-reactions heat from thermal destruction of biomass to increase the energy efficiency of the torrefaction process / A.L. Shevchenko, **G.A. Sytchev**, V.M. Zaichenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1147. – № 1. – 012093. DOI: 10.1088/1742-6596/1147/1/012093.
11. Isemin, R. Application of torrefaction for recycling bio-waste formed during anaerobic digestion / R. Isemin, D. Klimov, O. Larina, **G. Sytchev** [et al.] // Fuel. – 2019. – Vol. 243. – P. 230-239. DOI: 10.1016/j.fuel.2019.01.119.
12. Shevchenko, A.L. Assessment of efficiency and operating optimization of biomass torrefaction unit. Solution for exothermic effect using / A.L. Shevchenko, **G.A. Sytchev**, V.M. Zaichenko // European Biomass Conference and Exhibition Proceedings. – 2019. – P. 1195-1198. DOI: 10.5071/27thEUBCE2019-3BV.2.8.
13. Zaichenko, V.M. Thermal Effects during Biomass Torrefaction / V. M. Zaichenko, A. Y, Krylova, **G.A. Sytchev** [et al.] // Solid Fuel Chemistry. – 2020. – Vol. 54. – P. 2288-231. DOI: 10.3103/S0361521920040084.
14. Direktor, L.B. Thermophysical Properties of Volatile Products of Low-Temperature Pyrolysis of Wood Biomass / L.B. Direktor, V.A. Sinelshchikov, **G.A. Sytchev** // High Temperature. – 2020. – P. 50-53. DOI: 10.1134/S0018151X20010046.

15. Larina, O.M. Research of technologies of local fuel and energy resources using for distributed power generation / V. M. Zaichenko, O.M. Larina, **G.A. Sytchev** // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1556. – № 1. – 161646. DOI: 10.1088/1742-6596/1556/1/012019.

16. Kienzl, N. Applicability of Torrefied Sunflower Husk Pellets in Small and Medium Scale Furnaces / N. Kienzl, N. Margaritis, R. Isemin,... **G. Sytchev** [et al.] // Waste and Biomass Valorization. – 2020 [В печати]. DOI: 10.1007/s12649-020-01170-7.

17. Larina, O.M. Investigation of combustion characteristics of mixed fuel of biomass and coal sludge / O.M. Larina, V.A. Sinelshchikov, **G.A. Sytchev** // Chemical Engineering Transactions. – 2020. – Vol. 80. – P. 205-210. DOI: 10.3303/CET2080035.

Получено два **патента на изобретение** и один **патент на полезную модель**, разработанные в рамках диссертационного исследования при непосредственном участии Сычева Г.А.:

1. Установка для торрефикации гранулированной биомассы: пат. 161775 (U1) РФ: МПК В27М 1/06, F27В 1/00 / Зайченко В.М., Косов В.В., Кузьмина Ю.С., **Сычев Г.А.**; патентообладатель ФГБУН Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН); заявл. 06.10.2015; опубл. 10.05.2016; № 13 (РФ). – 2 с.: 1 ил.

2. Способ получения синтез-газа с заданным соотношением между объемным содержанием водорода и монооксида углерода путем многостадийной пиролитической конверсии биомассы: пат. 2675864 (С1) РФ: МПК С10J 3/00, С10В 47/00, С08J 11/00 / Синельщиков В.А., **Сычев Г.А.**; патентообладатель ФГБУН Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН); заявл. 03.10.2017; опубл. 25.12.2018; № 36 (РФ). – 6 с.: 1 табл.

3. Устройство по торрефикации гранулированной биомассы с воздушным подогревом: пат. 2690477 (С1) РФ: МПК С10J 3/00 / Зайченко В.М, Марков А.В., Морозов А.В., **Сычев Г.А.**, Шевченко А.Л.; патентообладатель ФГБУН

Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН); заявл. 06.04.2018; опублик. 03.06.2019; № 16 (РФ). – 6 с.: 1 ил.

На автореферат **поступили отзывы:**

К.т.н., доцент **Кузьмин С.Н.**, доцент кафедры «Энергообеспечение предприятий и теплотехника» **ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»** (392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д.112-А) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. В тексте автореферата следовало бы дать более четкое определение универсального параметра (массовые потери в процессе торрефикации биомассы) для сопоставления прогнозируемых свойств твердого остатка.

Д.т.н. Герасимов Геннадий Яковлевич, ведущий научный сотрудник лаборатории кинетических процессов в газах **Научно-исследовательского института механики МГУ имени М.В. Ломоносова** (119192, г. Москва, Мичуринский пр., д. 1) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Из текста автореферата не понятно, какую роль сыграли данные, полученные на лабораторном оборудовании и экспериментальной установке с неподвижным слоем, при разработке и создании когенерационного комплекса для торрефикации растительной биомассы.

2. Из текста автореферата не ясно, каким образом проводилась оценка энергетической эффективности реактора для торрефикации биомассы: представлены только результаты сопоставления производительности установки при двух режимах работы.

3. В таблице 5 следовало бы отразить также характеристики функционирования реактора для торрефикации (например, производительность или коэффициент энергоэффективности).

Д.т.н., профессор **Налетов А.Ю.**, профессор кафедры «Химическая технология углеродных материалов» **ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»** (125047, г. Москва, Миусская пл., д. 9) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Желательно излагать научную новизну работы в более конкретном виде (стр. 4 автореферата). Например, получены новые экспериментальные результаты (п. 1) ..., которые позволяют ... (далее должен идти смысл полученных результатов, что, собственно, и является научной новизной). Или получен универсальный критерий (п. 2)... (далее желательно отразить какой критерий и в чем его универсальность). Также желательно в разделе практическая значимость работы (стр. 4 автореферата) привести конкретные цифры, например, в п. 1 – насколько удалось снизить удельное энергопотребление?

2. Из текста автореферата (стр. 4 практическая значимость п. 1) не ясно, являются ли предложения по непрерывному процессу террефикации гранулированной биомассы универсальными для всех ее видов, полученных из древесины, торфа или соломы.

3. При аппроксимации результатов экспериментов (рис. 1, 2, 3, 11 автореферата) необходимо проводить их статистическую обработку и представлять на графиках доверительные интервалы.

К.т.н., доцент **Яворский Ю.В.**, заведующий кафедрой промышленных теплоэнергетических систем **ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»** (111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Автором работы экспериментально доказана возможность интенсификации процесса торрефикации за счет использования тепла экзотермических реакций. Однако остается неясным, какую долю в энергетическом балансе установки торрефикации биомассы занимают данные реакции, и как эта доля варьируется в зависимости от режимов и/или вида сырья.

2. В автореферате отсутствует энергетический баланс пилотной установки для торрефикации биомассы (не известен расход природного газа, электрическая мощность газопоршневой установки и пр.), и не обоснована компоновка данной установки с точки зрения энергетических и/или экономических показателей. К примеру, не рассмотрены варианты замещения газопоршневой установки на газотурбинную или твердотопливный котел с

разработкой оптимальной компоновки для различных предприятий или регионов страны.

Д.т.н., профессор **Зорин А.С.**, заведующий кафедрой – руководитель научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики **ФГАО ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»** и к.т.н. **Табакаев Р.Б.**, научный сотрудник научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики **ФГАО ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»** (634050, г. Томск, проспект Ленина, д. 30) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Некоторые обозначения теплотехнических характеристик не соответствуют общепринятым. Например, выход летучих веществ обозначается как “ $V_{\text{л}}$ ”, низшая теплота сгорания “ $Q_{\text{н}}$ ”, хотя существуют общепринятые обозначения, используемые в российских и международных стандартах – V^{daf} и Q_{i}^{f} соответственно. Более того, отсутствуют пояснения, в связи с чем значения этих величин определены автором по данным дифференциально-термического анализа, а не по предназначенным для этого общепринятым стандартам ГОСТ и ИСО.
2. На стр. 6 написано «для измерения элементного состава использовались минимум 3 пробы...». Почему в качестве минимального количества проб взято значение 3? Согласно ГОСТ Р 8.736-2011 «Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения» значения коэффициентов Стьюдента даны для количества измерений 4 и более. Каким образом происходила математическая обработка с оценкой погрешности измерения?
3. Почему выбраны различные температуры торрефикации для древесины, торфа и соломы? В тексте автореферата данный момент не освещен. Кроме того, в тексте по обоснованию актуальности дана информация, что торрефикация осуществляется при температурах 200-300°C, а большая часть данных на графиках (рис. 2-4) приведена для массовых потерь более 60%, соответствующих температурам свыше 300°C (рис. 1).

4. В сведениях о публикациях (стр. 5) упомянуто, что по результатам диссертации получено 2 патента на изобретение и 1 патент на полезную модель. Однако в перечне основных публикаций по теме (стр. 19-20) они отсутствуют.

Д.ф.-м.н. **Щербаков В.А.**, главный научный сотрудник лаборатории энергетического стимулирования физико-химических процессов **Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук** (142432, г. Черноголовка, ул. Акад. Осипьяна, д. 8) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. В автореферате на рис. 10 представлены данные по объемному выходу водорода и монооксида углерода, полученных путем крекинга летучих продуктов, выделяющихся при торрефикации древесных, соломенных и торфяных таблетированных масс. Показано, что мольное соотношение водорода и монооксида углерода в полученном синтез-газе независимо от температуры торрефикации и вида использованного сырья составляет 1:1. При этом объемное выделение водорода в синтез-газе, полученном при торрефикации соломы, в полтора раза выше, чем при использовании торфа и в три раза выше, чем при использовании древесины. Однако объяснение этого результата в автореферате не представлено.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что:

Д.т.н., профессор **Косивцов Юрий Юрьевич** является крупным специалистом в области биотехнологий и энергетического использования биомассы. В сферу научных интересов Косивцова Ю.Ю. входит изучение методов термической обработки органического сырья, в том числе процесса пиролиза различных видов биомассы, исследование конечных продуктов пиролиза и направлений их дальнейшего энергетического применения.

Основные публикации Косивцова Ю.Ю., связанные с тематикой диссертационной работы Сычева Г.А.:

1. Kosivtsov Y.Y., Chalov K.V., Lugovoy Y.V., Sulman E.M., Stepacheva A.A., Molchanov V.P. Catalytic pyrolysis of volatile tars contained in gaseous products of

fast pyrolysis of agricultural waste. Chemical Engineering Transactions, 2016, 52, с. 607-612.

2. Sulman E.M., Kosivtsov Y.Y., Sidorov A.I., Stepacheva A.A., Lugovoy Y.V. Fuel gas production through low-temperature catalytic pyrolysis of flax shives. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016, 11(7), с. 4439-4447

3. Молчанов В.П., Сульман М.Г., Шиманская Е.И., Косивцов Ю.Ю. Исследование и оптимизация ресурсосберегающих способов биоконверсии торфонавозных смесей и отходов пищевой промышленности. Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2017. № 4. С. 65-72.

К.т.н. **Литун Дмитрий Степанович** является ведущим специалистом в области термохимических способов переработки биомассы. В настоящее время основные исследования Литуна Д.С. связаны с изучением проблем процесса сжигания различных видов биомассы в топках с псевдоожиженным, кипящим и плотным слоем, а также с разработкой технологии сжигания твёрдых топлив, носящих условно CO₂-нейтральный характер.

Основные публикации Литуна Д.С., связанные с тематикой диссертационной работы Сычева Г.А.:

1. Г.А. Рябов, И.А. Долгушин, Д.С. Литун, Д.А. Мельников, О.М. Фоломеев. Применение технологии сжигания твердых топлив в кипящем слое на отечественных ТЭС. Новое в российской электроэнергетике. 2017. № 7. С. 46-57

2. Д.В. Сосин, Д.С. Литун, И.А. Рыжий, А.В. Штегман, Н.А. Шапошников. Опыт сжигания лузги подсолнечника в пылеугольных котлах Кумертауской ТЭЦ. Теплоэнергетика. 2020. № 1. С. 15-22.

3. D.S. Litun, G.A. Ryabov, O.M. Folomeev, E.A. Shorina, O.A. Smirnova. Fragmentation and agglomeration of biomass in fluidised bed pyrolysis and combustion. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1565(1), 012004.

Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" – является одним из широко известных институтов России в области развития природоподобных технологий, биоэнергетики и изучения термохимических методов конверсии биотоплива.

Основные публикации сотрудников ФГБУ «НИЦ «Курчатовский институт», близкие к тематике диссертации:

1. Намсараев З.Б., Готовцев П.М., Комова А.В., Борголов А.В., Сергеева Я.Э. Василев Р.Г. Оценка сырьевой базы Российской Федерации для производства топлива и энергии из биомассы // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова, «АНО Информационно-аналитический центр медико-социальных проблем», Москва, 2015. Т.11. №4. С. 41-46.
2. Василев Р.Г. Значение биоэнергетики для развития территорий Российской Федерации / Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова, «АНО Информационно-аналитический центр медико-социальных проблем», Москва, 2016. Т. 12, №1, С. 23-28.
3. Grigoriev A.S., Skorlygin V.V., Grigoriev S.A. Models of thermal processes for design optimization of power plants based on renewable energy sources and fuel cells. Thermal science. 2019, Volume 23, Issue 2, Part B, Pages: 1225-1235.

Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:

экспериментально получены результаты, описывающие влияние режимных параметров процесса торрефикации на теплофизические свойства биомассы трех типов: отходы деревообрабатывающей промышленности (древесные опилки), отходы сельскохозяйственного производства (солома) и торф;

предложен универсальный критерий сопоставления характеристик торрефицированного сырья;

экспериментально доказана возможность интенсификации процесса торрефикации за счет использования тепла экзотермических реакций, сопровождающих процесс термической деструкции биомассы растительного происхождения;

экспериментально доказана возможность получения синтез-газа с заданным составом путем последовательного использования процессов торрефикации и двухстадийной пиролизической конверсии.

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

экспериментально показана возможность реализации непрерывного процесса торрефикации гранулированной биомассы растительного происхождения, позволяющего в значительной мере снизить удельное энергопотребление при производстве твердого кондиционного биотоплива за счет частичного использования тепла экзотермических реакций;

получены новые экспериментальные данные по теплофизическим свойствам торрефицированной биомассы, их зависимости от режимных параметров процесса термообработки, что может быть использовано при проектировании промышленных установок и энерготехнологических комплексов с реактором торрефикации.

Полученные результаты могут быть рекомендованы для использования в научно-исследовательских и конструкторских организациях, занимающихся разработкой, совершенствованием и внедрением методов энергетического использования местных топливно-энергетических ресурсов: ОАО «Продмаш», ООО «Энергонезависимость» и др.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на сертифицированном оборудовании;

идея диссертационной работы **базируется** на анализе научно-технической литературы в предметной области исследования, обобщении опыта работы других научных групп, лабораторий и технологических компаний и является шагом вперед в решении проблемы развития малой энергетики;

использованы современные методы и приборы для исследования теплофизических характеристик биотоплива;

установлено удовлетворительное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии в выборе темы исследования, постановке задачи; с участием автора разработаны основные узлы лабораторной и пилотной установок, составлен план и методика проведения экспериментов. Автором лично получены данные по основным

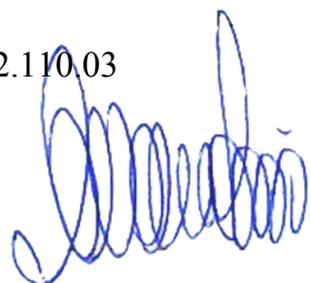
теплофизическим характеристикам исследуемых видов биотоплива, проведены все научные эксперименты. Обработка и интерпретация экспериментальных данных выполнена также при его непосредственном участии. Апробация результатов исследования проводилась на 25 научных конференциях, в которых автор принимал личное участие. Основные публикации по выполненной работе подготовлены при непосредственном участии Сычева Г.А.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную для энергетики тему, и соответствует критериям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании от 15.12.2020 г. Диссертационный совет принял решение присудить Сычеву Г.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования Диссертационный совет в количестве 18 человек, из них очно 4 доктора наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы и 4 доктора наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы и дистанционно 2 доктора наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы и 7 докторов наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0.

Председатель Диссертационного совета Д 002.110.03
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор

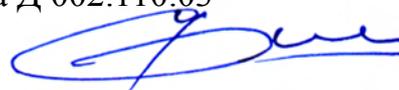


Вараксин А.Ю.

Ученый секретарь Диссертационного совета Д 002.110.03

К.Т.Н.

М.П.



Фрид С.Е.

15.12.2020 г.