

II. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУК

Фундаментальная работа №1

Кафедра: Физика и прикладная химия.

Название приоритетного направления развития науки и техники:

фундаментальные научные исследования по наиболее важным проблемам развития научно-технического, социально-экономического, общественно-политического, человеческого потенциала для обеспечения конкурентоспособности в мире и устойчивого развития общества и государства.

1.Тема НИР: «Развитие физико-химических основ кинетики кристаллизации переохлажденных расплавов и растворов».

2. Руководители НИР: Фролова Светлана Александровна, кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой физики и физического материаловедения (с 17.06.2020 г. по 30.06.2022 г.). На настоящий момент Фролова С. А. заведующая кафедрой физики и прикладной химии (с 01.09.2022 г.);

3.Номер государственной регистрации НИОКТР: 0121D000091

4. Номер учетной карточки заключительного отчета: -

5. Название высшего учебного заведения, научного учреждения: ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

6. Срок выполнения: начало – 11.01.2021, окончание – 31.12.2025 гг.

7. Предмет исследования. Закономерности влияния кинетики зародышеобразования и кристаллизации переохлажденных расплавов на структуру и свойства материалов.

8. Объект исследования. Цветные металлы и сплавы, кристаллогидраты и их смеси, низкомолекулярные органические вещества.

9. Суть процесса исследования. Суть процесса исследования в том, что в литературе отсутствуют систематические исследования относительно влияния зародышеобразования и кинетики кристаллизации переохлажденных расплавов разных веществ на структуру и свойства материалов, которые зависят от условий кристаллизации и влияния разных факторов. Поэтому эта работа направлена на исследования в этом направлении.

10. Основные научные результаты. Выполнен план работы по 2 этапу (2022 г.).

Проведен анализ современных методов исследования фазовых превращений. Проведен патентный поиск и проанализированы база данных российского патентного ведомства «Федеральный институт промышленной собственности», база данных патентов СССР и зарубежных патентных ведомств.

Проведены экспериментальные исследования переохлаждений при кристаллизации неорганических солей NaCl, NaNO₃, BaNO₃, K₂SO₄; низкомолекулярных органических веществ (уксусная, пальминовая, стеариновая кислоты). Проанализированы процессы кристаллизации кристаллогидратов солей по термограммам плавкости.

Проанализированы тепловые эффекты при плавлении и кристаллизации в системе ацетат натрия тригидрат–сульфат натрия декагидрат. Эвтектический состав в системе NaCH₃COO·3H₂O - Na₂SO₄·10H₂O рекомендован в качестве теплоаккумулирующего материала.

Дан анализ различных этапов взрывной кристаллизации: кластеризации жидкой фазы, зародышеобразования и коагуляции зародышей. Сделана попытка объяснения явления взрывной кристаллизации с позиции известных положений теории цепных реакций.

Проведены термографические исследования влияния перегрева расплава на величину предкристаллизационного переохлаждения сплавов в системе галлий-индий. По величинам переохлаждений соответствующих сплавов построена неравновесная диаграмма состояния системы Ga-In. Определены активности и коэффициенты активности компонентов на момент начала квазиравновесной и неравновесно-взрывной кристаллизаций (только для доэвтектических сплавов). Установлено, что активность галлия во всех сплавах системы Ga-In выше активности индия. Высокую активность галлия можно объяснить тем, что его кристаллизация складывается из двух этапов (образование молекул Ga₂, а затем – кристаллической решетки), затвердевание же индия происходит в один этап (соединение атомов в кристаллическую решетку).

Методом циклического термического анализа получены кривые нагревания-охлаждения сплавов в системе индий-свинец. Установлены величины

предкристаллизационных переохлаждений относительно линии ликвидус. Расчитаны критические размеры l_k зародышей кристаллов твёрдых растворов, работы A_k их образования. Установлена корреляция между зависимостями энтальпий плавления, межфазных поверхностных энергий σ_{LS} и переохлаждений от концентрации в системе твёрдых растворов на примере сплавов индия и свинца.

Подготовлен промежуточный отчет.

12. В работе принимают участие 4 студента 1 и 2 курса обучения.

13. Цель и предмет работы.

Экспериментальные и теоретические исследования кинетики зародышеобразования и массовой кристаллизации расплавов и растворов разных веществ, влияния термической предыстории на параметры равновесной и неравновесной кристаллизации, структуру и свойства материалов.

14. Перечень основных заданий.

Этап 2. 11.01.2022 г.-31.12.2022 г.

Анализ современных методов исследования фазовых превращений.

Экспериментальные исследования переохлаждений при кристаллизации неорганических солей NaCl, NaNO₃, K₂SO₄; низкомолекулярных органических веществ (уксусная, пальминовая, стеариновая кислоты). Сравнительный анализ процессов кристаллизации кристаллогидратов солей по термограммам плавкости.

Анализ тепловых эффектов при плавлении и кристаллизации в системе ацетат натрия тригидрат-сульфат натрия декагидрат.

Определение степени кристалличности в кристаллогидратах солей натрия, магния, железа с помощью ядерно-магнитного резонанса (ЯМР).

Подготовка промежуточного отчета.

15. Реализация заданий работы.

Актуальность работы.

Актуальность выполнения этого проекта состоит в том, что при получении разных изделий часто отсутствуют технологии, которые бы учитывали системный и комплексный подход к проблеме кристаллизации. Условия процесса кристаллизации имеют решающее значение в формировании нано-, микро- и макроструктуры материалов, определяют их качество относительно характера и распределения структурных элементов: фаз, зерен, инородных включений, примесей и целого ряда дефектов. Изучение особенностей кристаллизации как индивидуальных веществ так и их сплавов в зависимости от степени перегрева и

переохлаждения жидкой фазы, скорости отвода тепла, изотермической обработки расплава (или раствора) и выяснение отдельных важных моментов этого сложного процесса в настоящее время является весьма важной научной и практической проблемой.

Полученные результаты могут быть использованы в виде рекомендаций для металлургии цветных металлов, для химической промышленности в области производства эвтектических составов органических соединений, для создания теплоаккумулирующих материалов в области теплоэнергетики и т.д.

16. Основные научно результаты:

- Методами ЦТА и ДТА исследована кинетика кристаллизации органических соединений и их смесей (бензол, нафталин, *m*-терфенил, уксусная, пальминовая, стеариновая кислоты), кристаллогидратов ($\text{NaCH}_3\text{COO}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\cdot 5\text{H}_2\text{O}$) эвтектических сплавов в системах: Ga-In, Ga-Sn, $\text{NaCH}_3\text{COO}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

- Методом циклического термического анализа исследовано влияние перегрева расплава эвтектического сплава Ga-Sn и Ga-Sn на величину предкристаллизационного переохлаждения на образцах массами 2 г. Установлено, что зависимость переохлаждения от перегрева для обоих эвтектических сплавов имеет непрерывный возрастающий характер. Предельное значение переохлаждения составляет ~ 26 К (для сплава Ga-Sn) и ~ 25 К (для сплава Ga-In) независимо от величины предварительного перегрева расплава и всегда носило «взрывной» характер со скоростью $\approx 40-45$ К/с.

- Методом ЦТА получены и проанализированы термограммы плавления и кристаллизации воды в различных грунтах (глинистый сланец и песчаный сланец). По данным термограмм были определены значения кинетических параметров плавления и кристаллизации образцов.

- Проведен сравнительный анализ образцов $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, полученных в различных условиях кристаллизации под влиянием внешних воздействий: а) образец I, охлажденный в нормальных условиях в безградиентной печи; б) образец II, охлажденный в морозильной камере до температуры -23°C ; в) образец III, который предварительно расплавлен МВ-излучением; г) образец IV, который при температуре перегрева $T=50^\circ\text{C}$ предварительно был подвергнут вибрационному воздействию в течении $t=3$ мин. Были определены основные параметры плавления и кристаллизации.

- Методами термического анализа (ЦТА и ДТА) изучена механическая эвтектическая смесь в системе $\text{NaCH}_3\text{COO}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$, с координатами эвтектики: $T_3 = T_5 = 19^\circ \pm 1^\circ\text{C}$, $x_3 = 50 \pm 2$ масс. % $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Установлено, что

после слабых прогревов жидкой фазы с последующем охлаждении наблюдалась квазиравновесная кристаллизация с практическим отсутствием переохлаждения, а после достаточно хороших прогревов при охлаждении фиксировалась неравновесная кристаллизация с соответствующим большим переохлаждением. На основании полученных результатов установлено, что эвтектический состав имеет наименьшее предкристаллизационное переохлаждение (~ 2 К) и его можно рекомендовать в качестве теплоаккумулирующего материала, с энтальпией плавления $\Delta H_L = 261,7$ кДж/кг.

- Проанализированы различные этапы последовательного затвердевания переохлажденных расплавов и растворов, и рассчитаны критические размеры зародышей и работы их образования при кристаллизации из пересыщенных растворов на примере системы бензол – нафталин.

- Для расплава *m*-терфенила установлено, что в зависимости от величины предварительного прогрева расплава относительно температуры плавления и дальнейшего охлаждения фиксируются два вида кристаллизации: квазиравновесная без переохлаждения и неравновесно-взрывная с переохлаждением. Переходы от равновесной кристаллизации к неравновесно-взрывной и наоборот, происходили скачкообразно и носили гистерезисный характер. Разработаны схемы изменения энергии Гиббса и энтропии для этих видов кристаллизации.

- Дан анализ различных этапов взрывной кристаллизации: кластеризации жидкой фазы, зародышеобразования и коагуляции зародышей. Сделана попытка объяснения явления взрывной кристаллизации с позиции известных положений теории цепных реакций. В качестве «строительного» материала образования кристаллов предложено считать кристаллоподобные кластеры и наноразмерные зародыши кристаллов. Показано, что при коагуляции даже двух зародышей выделяется энергия эквивалентная квантам электромагнитного излучения, способствующим активации присоединения других зародышей по цепному механизму. Расчеты показали, что при коагуляции множества зародышей выделяется теплота достаточная для быстрого прогрева вещества из области переохлаждения до температуры плавления. По аналогии с известной диаграммой теплового взрыва по Н.Н. Семенову построена и проанализирована подобная диаграмма зависимости тепловыделения и теплоотвода от времени. Найдены критические значения начала взрывного процесса и скорости охлаждения жидкой фазы.

- Проведен патентный поиск и проанализированы база данных российского патентного ведомства «Федеральный институт промышленной собственности», база данных патентов СССР и зарубежных патентных ведомств.

- Изученные нами вещества широко используются в качестве теплоаккумулирующих материалов в термостабилизирующих устройствах, например, для системы обогрева тепловозов в период отстоя и для аккумуляирования солнечной энергии. Изобретение, основным компонентом которого является $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ предлагают использовать для защиты человека от переохлаждения при длительном выполнении работ в условиях воздействия холода, в медицинских грелках и компрессах, а также в устройствах для ингаляции, включающему источник тепла.

- Предложено большое количество различных устройств: для измерения параметров кинетики кристаллизации, для управления процесса кристаллообразования в переохлажденных расплавах или пересыщенных растворах, для термического анализа металлов, для измерения температуры кристаллизации веществ, для измерения температуры фазовых превращений и др.

- Можно сделать вывод, что изучение кристаллизации переохлажденных расплавов и растворов является достаточно актуальным. Однако недостаточно информации по зародышеобразованию и кинетике кристаллизации переохлажденных расплавов и растворов.

- По величинам переохлаждений соответствующих сплавов построена неравновесная диаграмма состояния системы Ga-In. Определены активности и коэффициенты активности компонентов на момент начала квазиравновесной и неравновесно-взрывной кристаллизаций (только для доэвтектических сплавов). Установлено, что активность галлия во всех сплавах системы Ga-In выше активности индия.

- Методом циклического термического анализа получены кривые нагревания-охлаждения сплавов в системе In-Pb. Установлено, что увеличение концентрации второго компонента приводит к уменьшению энтальпии плавления ΔH_{LS} твёрдого раствора, как со стороны первого, так и со стороны второго компонента, достигая определённого минимума при концентрации свинца 30%. Также установлена корреляция между зависимостями энтальпий плавления, межфазных поверхностных энергий σ_{LS} и переохлаждений ΔT^- от концентрации в системе твёрдых растворов на примере сплавов индия и свинца.

- Проведен сравнительный анализ четырех образцов $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, полученных в различных условиях кристаллизации под влиянием внешних воздействий. Были определены основные параметры плавления и кристаллизации, которые сведены в табл. 1.

Табл. 1

Образец	$v_{нагр.}$ °C/с	$T_L,$ °C	$\tau_L,$ с	$v_{охл.}$ °C/с	$T_{min.}$ °C	$T_s,$ °C	ΔT_ϕ^-	ΔT_ϵ^-	ΔT_{LS}^-	$\tau_s, \text{с}$		
										τ_1	τ_2	τ_3
I	0,2	48,5	127	0,05	21,5	46,5	27	25	2	1609	9,5	263
II	0,1	47,5	225	0,6	12,5	32,0	36	20	16	448	8	96
		20					-					
III	0,1	48,5	147	0,04	20,0	48,0	28	21	7	2186	10	165

						41,5						
IV	0,3	48,0	20	0,06	6,0	46,5	42	11	31	503	6	60
						17,0						

Установлено, что у образцов, подвергшихся внешним воздействиям, на кривой охлаждения фиксируются «первичная» кристаллизация типа КРК и «вторичная» типа НРВК.

17. Преимущество этой работы над другими

Преимущество этой работы над другими имеющимися аналогами заключается в том, что в литературе отсутствуют: систематические экспериментальные исследования кинетики кристаллизации переохлажденных расплавов и влияния внешних действий на параметры кристаллизации элементарных веществ, сплавов, химических соединений, кристаллогидратов, низкомолекулярных веществ и т.п. Из-за отсутствия системных исследований влияния разных факторов на кинетику кристаллизации, литературные данные по этой проблеме содержат много разногласий, которые не дают дальнейшего развития теории кристаллизации из переохлажденного состояния и получении надежных экспериментальных средств влияния на структуру и свойства изделий. Современная теория не способна объяснить явления взрывной кристаллизации, эффекты поэтапного плавления и кристаллизации, наличия устойчивых и значительных переохлаждений, влияния внешних воздействий на зародышеобразование при кристаллизации переохлажденных расплавов и др. Центральный вопрос в теории кристаллизации вещества (механизм формирования зародышей в расплаве) порой остается не выясненным, а существующие представления о зародышеобразовании достаточно дискуссионно. Ввиду определенных трудностей прямого наблюдения за начальной стадией формирования кристалла, экспериментальных опытов по кинетике зародышеобразования, динамики развития зародышей, ее морфологии и текстуры в настоящее время явным образом недостаточно для развития новых теорий кристаллизации.

18. Практическая ценность работы (результаты внедрения)

Практическое значение полученных результатов работы заключается в том, что проведенные исследования и выявленные эффекты позволят существенным образом управлять структурой и свойствами разных веществ.

Получен большой экспериментальный материал по измерению параметров кристаллизации, который интересен для дальнейшего развития теории и практики кристаллизации вещества, о физико-химической природе расплавов, углубление понимания взаимосвязи параметров кристаллизации со структурой и свойствами

полученных кристаллов. Результаты работы планируется использовать в научно-исследовательских институтах и производстве.

Установка для циклического термического анализа и экспериментальные данные по влиянию термической предыстории и внешних действий на кристаллизацию расплавов и растворов – в Донецком национальном техническом университете; Институте металлургии им. А.А. Байкова РАН.

19. Ценность результатов для учебно-научной работы.

Некоторые результаты работы введены в учебный процесс таких курсов, как «Технология конструкционных материалов», «Материаловедение», «Физико-химическое материаловедение», «Физика» (используются в лекционном курсе, лекционных демонстрациях, лабораторных работах). Например, разработаны лабораторные работы «Измерение электропроводности в кристаллогидратах при плавлении и кристаллизации», «Определение параметров кристаллизации растворов методом оптической микроскопии» и т.д.

Результаты работы докладывались на научных семинарах кафедры, на 4 международных конференциях различного уровня и были опубликованы в крупных научных журналах. Результаты работы за 2022 г. были рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ФФМ 24.12.2022 г, протокол № 5.

В выполнении этой работы принимают участие студенты. Вместе со студентами опубликовано 5 научных работ и представлены на 4 международных конференциях.

20. Перечень разработанной документации и образцов.

1. Аннотированный отчет за второй этап работы.
2. Методические указания к лабораторным работам.

21. Перечень научных публикаций, докладов на конференциях, семинарах

№ п/п	Название	Вид работы	Выходные данные	Авторы
1	Закономерности процесса кристаллизации эвтектик Ga-Sn и Ga-In	тезисы	Сборник научных трудов XII международной конференции «Химическая термодинамика и кинетика». – 25-29.05.2022. – г. Тверь. – С. 332-334.	Фролова С.А.
2	Износостойкие	тезисы	Сборник тезисов докладов	Доренский Н.А.,

	стали		VIII конференции ученых, студентов технические студентов, молодых строительно- архитектурной области». – Макеевка: ГБОУ ВО «ДонНАСА». –2022. С. (в печати)	республ. молодых аспирантов, «Научно- достижения аспирантов, ученых	Фролова С.А.
3	Спорные вопросы теории нуклеации при кристаллизации из расплавов и растворов и пути их преодоления	статья	The scientific heritage (Budapest, Hungary). – № 88 (2022). –Р. 23-30.		Фролова С.А., Щебетовская Н.В., Покинтелица Е.А
4	Анализ термических гистерезисных явлений при плавлении и кристаллизации тиосульфата натрия пятиводного.	статья	Вестник ДонНАСА. Современные строительные материалы. В. 2022-1 (153). – С. 134-142.		Фролова С.А., Щебетовская Н.В., Соболь О.В., Соболев А.Ю.
5	Исследование переохлаждений сплавов в системе индий-свинец	тезисы	Сборник научных трудов VIII конференции ученых, студентов технические студентов, молодых строительно-	республ. молодых аспирантов, «Научно- достижения аспирантов, ученых	Гончаров. А.М., Фролова С.А.

			архитектурной области». – Макеевка: ГБОУ ВО «ДонНАСА». –2022. –С. 42-50.	
6	Исследование процесса кристаллизации сплавов в системе галлий-индий	статья	Металлы. –Москва. –2022. –№ 5. – С. 86-91.	Фролова С.А.
7	Solidification of Gallium-Indium Alloys	статья	Russian Metallurgy (Metally). –Vol. 2022. – No 9. – pp. 1059-1064.	Frolova S.A.
8	Нуклеационный механизм взрывной кристаллизации	статья	Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – Донецк: ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 2022. – № 1. – С. 86-94	Фролова С.А., Щебетовская Н.В. Соболев О.В., Соболев А.Ю.
9	Анализ различных этапов последовательного затвердевания переохлажденных расплавов	тезисы	ХII Международная научная конференция «Химическая термодинамика и кинетика»: Сборник научных трудов – Тверь, Тверской государственный университет, 2022 – С. 245-246.	Покинтелица Е.А., Притыка А.А.
10	Термический гистерезис макрообъектов при фазовых превращениях первого рода	статья	Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – Донецк: ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 2022. – № 1. – С.80-85.	Покинтелица Е.А.
11	Расчет	тезисы	Химическая	Щебетовская

	критических размеров зародышей и работ их образования при кристаллизации из пересыщенных растворов		термодинамика и кинетика: сборник научных трудов XII Международной научной конференции / Тверской гос. ун-т; Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2022. С. 361-362.	Н.В. Притыка А.А.
12	Анализ особенностей кристаллизации м-терфенила из расплава по термограммам плавкости	статья	Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – Донецк: ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 2022. – № 3. – С. 53-61.	Покинтелица Е.А., Щебетовская Н.В.
13	Построение и анализ экспериментальных термограмм плавления и кристаллизации воды в различных грунтах, полученных методом циклического термического анализа (ЦТА)	статья	– Сборник научных трудов VIII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 г.) Том 1: Фундаментальные науки, с.156-163.	Кугель Е.С., Соболь О.В.
14	Сравнительный анализ кристаллизации образцов $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	тезисы	Сборник трудов Восьмой Международной научной конференции «Химическая термодинамика и кинетика» г. Тверь, 16 мая	Соболь О.В.

			– 22 мая 2022 г. С. 125-127.	
15	Calculation of eutectic component activities in water-salt systems	тезисы	XXIII International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia, RCCT-2022, August 22-26, 2022, Kazan, Russia: Abstracts. – Kazan, 2022. - 309 p.	Sobol O., Shazhko Y., Ozhegova L.
16	Эвтектический состав в системе $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ как теплоаккумулирующий материал	тезисы	Инновации в альтернативной энергетике: производство и накопление: Всероссийская конференция с международным участием (Дубна, 14–16 ноября 2022 г.): сб. тезисов докладов / под общей ред. канд. хим. наук А. Н. Воропая. – Дубна: Гос. ун-т «Дубна», 2022. – С. 49, с. ISBN 978-5-89847-676-2.	Соболь О.В., Фролова С.А., Соболев А.Ю., Ожегова Л.Д.
17	Международная база SCOPUS – инструмент оперативного, удобного и результативного поиска научных работ.	статья	Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции «Информационные и инновационные технологии в науке и образовании», Таганрогский институт им. А.П. Чехова, 27-28 октября, 2022 г., (в печати)	Фролова С.А., Соболь О.В., Греднев Д.С.

22. Основные выводы

1. Определены основные закономерности кристаллизации эвтектик Ga-Sn и Ga-In. Установлено, что зависимость переохлаждения от перегрева для обоих эвтектических сплавов имеет непрерывный возрастающий характер. Предельное значение переохлаждения составляет ~ 26 К (для сплава Ga-Sn) и ~ 25 К (для сплава Ga-In) независимо от величины предварительного перегрева расплава и всегда носило «взрывной» характер со скоростью $\approx 40-45$ К/с.

2. Исследована кинетика кристаллизации эвтектического состава в системе $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Установлено, что он имеет наименьшее предкристаллизационное переохлаждение (~ 2 К) и его можно рекомендовать в качестве теплоаккумулирующего материала.

3. Проанализированы различные этапы последовательного затвердевания переохлажденных расплавов и растворов и рассчитаны критические размеры зародышей и работы их образования при кристаллизации из пересыщенных растворов на примере системы бензол – нафталин.

4. Для расплава *m*-терфенила установлено, что в зависимости от величины предварительного прогрева расплава относительно температуры плавления и дальнейшего охлаждения фиксируются два вида кристаллизации: квазиравновесная без переохлаждения и неравновесно-взрывная с переохлаждением. Переходы от равновесной кристаллизации к неравновесно-взрывной и наоборот, происходили скачкообразно и носили гистерезисный характер. Разработаны схемы изменения энергии Гиббса и энтропии для этих видов кристаллизации.

5. Используя теории цепных реакций, показано, что при коагуляции даже двух зародышей выделяется энергия эквивалентная квантам электромагнитного излучения, способствующим активации присоединения других зародышей по цепному механизму. Расчеты показали, что при коагуляции множества зародышей выделяется теплота достаточная для быстрого прогрева вещества из области переохлаждения до температуры плавления. По аналогии с известной диаграммой теплового взрыва по Н.Н. Семенову построена и проанализирована подобная диаграмма зависимости тепловыделения и теплоотвода от времени. Найдены критические значения начала взрывного процесса и скорости охлаждения жидкой фазы.

6. Проведен патентный поиск и проанализированы база данных российского патентного ведомства «Федеральный институт промышленной собственности», база данных патентов СССР и зарубежных патентных ведомств.

Изученные вещества широко используются в качестве теплоаккумулирующих материалов в термостабилизирующих устройствах, например, для системы обогрева тепловозов в период отстоя и для аккумуляирования солнечной

энергии. Изобретение, основным компонентом которого является $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, предлагают использовать для защиты человека от переохлаждения при длительном выполнении работ в условиях воздействия холода, в медицинских грелках и компрессах, а также в устройствах для ингаляции, включающему источник тепла.

Предложено большое количество различных устройств: для измерения параметров кинетики кристаллизации, для управления процесса кристаллообразования в переохлажденных расплавах или пересыщенных растворах, для термического анализа металлов, для измерения температуры кристаллизации веществ, для измерения температуры фазовых превращений и др.

Можно сделать вывод, что изучение кристаллизации переохлажденных расплавов и растворов является достаточно актуальным. Однако недостаточно информации по зародышеобразованию и кинетике кристаллизации переохлажденных расплавов и растворов.

Фундаментальная работа №2

Секция: Математика

1. Приоритетные направления научных исследований: фундаментальные научные исследования по наиболее важным проблемам развития научно-технического, социально-экономического, общественно-политического, человеческого потенциала для обеспечения конкурентоспособности Республики в мире, устойчивого развития общества и государства.

2. Тема НИР: «Усовершенствование теории и методики обучения и воспитания студентов вузов с применением современных технологий; построение и анализ математических моделей явлений и процессов в механике, физике, строительстве, финансах и страховании».

3. Руководитель НИР: Герман Александрович Котов, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой Высшей математики; ответственный исполнитель работы: Наталья Александровна Галибина, доцент кафедры ВМ.

4. Номер государственной регистрации НИР: 0121D000078.

5. **Срок выполнения работы:** начало – 11.01.2021 г., окончание – 31.12.2025 г.

6. **Предмет исследования:** методическая система обучения и воспитания студентов ДонНАСА; детерминированные и стохастические дифференциальные уравнения и их системы.

7. **Объект исследования:** процесс обучения и воспитания студентов; абсолютно твёрдые тела и их системы, деформируемые твёрдые тела, экономические процессы.

8. **Суть процесса исследования:** уточнение целей и содержания обучения и воспитания, в том числе и дистанционного, отбор наиболее эффективных методов, средств и организационных форм обучения и воспитания студентов; разработка, теоретический и численный анализ математических моделей абсолютно твёрдых тел и их систем, деформируемых твёрдых тел, экономических процессов.

9. Основные научные результаты (научно-методические).

Обновлено методическое обеспечение по всем дисциплинам, читаемым кафедрой высшей математики, в том числе и на подготовительных курсах Центра довузовской подготовки (рабочие программы дисциплины, учебно-методические пособия).

Обновлены и внесены в ЭИОС рабочие программы всех дисциплин кафедры для очной и заочной форм обучения.

Разработаны следующие учебно-методические пособия:

1. Галибина Н. А. Высшая математика: учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 38.03.02 «Менеджмент» заочной формы обучения / Н.А. Галибина – Макеевка : ДонНАСА, 2022. – 111 с.

2. Галибина Н. А. Математика в вузе: теория и методика обучения: учебно-методическое пособие для преподавателей математических дисциплин технических вузов / Н.А. Галибина – Макеевка : ДонНАСА, 2022. – 118 с.

3. Глухов В. А. Практикум по высшей математике: учебно-методическое пособие / В. А. Глухов, Г. А. Котов, О. В. Котова. – Макеевка: ДонНАСА, 2022. – 547 с.

4. Жмыхова Т. В. Прикладная математика. Инженерные приложения теории вероятностей и математической статистики / Т. В. Жмыхова, А. А. Симогин – Макеевка : ДонНАСА, 2022. – 376 с.

5. Кононыхин Г. А. Линейная алгебра: учебно-методическое пособие / Г. А. Кононыхин, Л. А. Гончарова – Макеевка : ДонНАСА, 2022. – 116 с.

Научные и научно-методические исследования велись в следующих направлениях:

- разработка рекомендаций по усовершенствованию методики обучения и воспитания студентов, в том числе и дистанционного;
- разработка и внедрение в учебный процесс информационно-коммуникационных технологий обучения математике;
- отбор и внедрение в учебный процесс активных и интерактивных технологий обучения;
- получение новых подходов в стохастическом моделировании инвестиций на финансовом и страховом рынках.

10. Научная новизна исследования состоит в следующем:

- проведен анализ показателей, относящихся к категории добровольного медицинского страхования посредством методов многомерного статистического анализа, а именно на основе полученных результатов было проведено укрупнение выборок факторов риска, влияющих на страховой рынок, с целью нивелирования их разрозненности. Для оценки страховых показателей развития отрасли добровольного медицинского страхования был использован метод кластеризации существенно отличающийся от иерархических агломеративных методов, а именно метод k – средних, применяемый в случае уже имеющегося представления относительно числа кластеров, на которые необходимо разбить наблюдения;
- проведен анализ изменчивости доходов фермерских хозяйств при помощи декомпозиции дисперсии с использованием трех основных компонентов дохода: рыночного дохода, субсидий и затрат на внешние факторы; возможные различия между рассматриваемыми группами исследовались с использованием непараметрических тестов Коновера-Имана;
- усовершенствованы и разработаны новые средства дистанционного обучения студентов математическим дисциплинам;
- отобраны методы и организационные формы дистанционного обучения, позволяющие повысить качество математической подготовки студентов специальностей, связанных со строительством, экономикой и менеджментом;
- предложены активные и интерактивные технологии для повышения уровня подготовки студентов в технических вузах;
- усовершенствованы средства контроля эффективности обучения и воспитания студентов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры;
- исследованы особенности применения имитационных моделей в процессе обучения математике.

Исследования в указанном выше научно-методическом направлении целесообразно продолжить для построения методической системы обучения и

воспитания студентов ДонНАСА, в том числе и дистанционного, а также для усовершенствования педагогического сопровождения самостоятельной работы студентов.

11. Работали над кандидатскими диссертациями: асс. Д.А. Сапронов.

12. Цель и предмет работы: уточнить цели и содержание обучения и воспитания, в том числе и дистанционного, отобрать наиболее эффективные методы, средства и организационные формы обучения и воспитания студентов ДонНАСА; провести теоретический и численный анализ математических моделей абсолютно и деформируемых твёрдых тел и их систем, экономических процессов.

13. Перечень основных заданий:

- нахождение точного порядка приближения функций классическими методами суммирования рядов и интегралов Фурье;
- поиск условий существования прецессионных движений уравнения класса Кирхгофа-Пуассона движения гиростата с одной неподвижной точкой с одним или двумя носимыми телами в полях сложной структуры;
- изучение основных характеристик деятельности страховых компаний для различных видов страхования;
- построение и исследование стохастических моделей различных экономических процессов и явлений;
- теоретико-методологического обоснование и разработка методической системы обучения, воспитания и всестороннего развития студентов ДонНАСА.

14. Реализация заданий работы. Основные этапы:

- Анализ методик обучения и воспитания студентов вузов; математических моделей, явлений и процессов в механике, строительстве, финансах и страховании.
- Анализ экспериментальных данных, связанных с обучением и воспитанием студентов вузов; исследование условий существования прецессионных движений систем твердых тел в различных силовых полях; исследование динамики капитала компаний и потребительских фондов.
- Проверка гипотез об эффективности использования современных технологий в обучении и воспитании студентов вузов; построение математических моделей в механике, физике, строительстве, финансах и страховании.

- Корректировка использования современных технологий в обучении и воспитании студентов вузов; оценка математических моделей явлений и процессов в механике, физике, строительстве, финансах и страховании.

- Разработка методики обучения и воспитания студентов вузов с применением современных технологий; анализ применения математических моделей в механике, физике, строительстве, финансах и страховании.

15. Практическая ценность: полученные научные и научно-методические результаты могут быть полезны: проектным и научно-исследовательским организациям, высшим и средним профессиональным учебным заведениям, финансовым и страховым компаниям, а также могут быть использованы преподавателями математических дисциплин кафедры ВМ для разработки спецкурсов для студентов ДонНАСА.

16. Публикации.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ И ПРИНЯТЫХ РЕДАКЦИЯМИ В ПЕЧАТЬ ЗА 2020 ГОД, В ЗАРУБЕЖНЫХ ИЗДАНИЯХ, КОТОРЫЕ ИМЕЮТ ИМПАКТ-ФАКТОР

№	Авторы	Название работы	Название издания, где опубликована работа (название журнала, название научно-метрической базы)	Том, номер (выпуск, первая-последняя страницы работы)
1. Публикации в Scopus, Web of Science				
2. В международной научно-метрической базе данных РИНЦ, ICONDA, Index Copernicus и др.				
1	Галибина Н.А.	Дистанционная педагогическая поддержка научно-исследовательской работы будущих педагогов	Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «МИЛЛИОНЩИКОВ-2022» с международным участием, Россия, Чеченская Республика, г. Грозный; Типография «СПЕКТР», г. Грозный, 2022 г., РИНЦ	С. 35-39.
2	Галибина Н.А.	Сформированность коллектива в студенческой группе как фактор повышения качества обучения студентов	Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы VII Международной научной конференции, посвящённой 85-летию Донецкого национального университета (Донецк, 26–28 октября 2022 г.). – Том 6: Педагогические науки. Часть 1 / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. (РИНЦ)	Т. 6, С. 24-27.
3	Галибина Н.А., Плотников А.Д.	Насосы в природе и инженерии и их математические модели	Математическая культура инженера: сборник докладов Республиканской студенческой научно-технической конференции, 28 апреля 2022 г., Донецк	С. 72-76.

			[Электронный ресурс]. – Донецк: ДОННТУ, 2022. (РИНЦ)	
4	Галибина Н.А., Андронаки И.А.	Математика в задачах платёжного баланса	Математическая культура инженера: сборник докладов Республиканской студенческой научно-технической конференции, 28 апреля 2022 г., Донецк [Электронный ресурс]. – Донецк: ДОННТУ, 2022. (РИНЦ)	С. 108-112.
5	Галибина Н.А., Загорий К.С.	Исследование математической модели войны двух орд	Математическая культура инженера: сборник докладов Республиканской студенческой научно-технической конференции, 28 апреля 2022 г., Донецк [Электронный ресурс]. – Донецк: ДОННТУ, 2022. (РИНЦ)	С. 155-159.
6	Галибина Н.А., Плотников А.Д.	Математическое моделирование действия насоса в природе и инженерном деле.	Математическое моделирование действия насоса в природе и Сб. науч. трудов VIII Респ. конф. молодых учёных, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых учёных строительно-архитектурной отрасли»: в 3-х т. Т. 1: Фундаментальные науки – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. (РИНЦ)	Т. 1, С.42-48.
7	Галибина Н.А., Загорий К.С.	Модель войны двух орд.	Сб. науч. трудов VIII Респ. конф. молодых учёных, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых учёных строительно-архитектурной отрасли»: в 3-х т. Т. 1: Фундаментальные науки – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. (РИНЦ)	Т. 1, С.54-60.
8	Жмыхова Т.В., Шницар И.Н.	Многомерный статистический анализ в изучении статистических показателей добровольного медицинского страхования	Вестник СНО ДОННУ. Вып. 14. Том 1: Естественные науки. – 2022. (РИНЦ)	Т. 1, С. 228-231.
9	Жмыхова Т.В., Шницар И.Н.	Методы многомерного статистического анализа в исследовании показателей страховой медицины	Сб. науч. тр. VIII Респ. конф. молодых ученых, аспирантов, студ. «Научно-техн. достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-арх. отрасли» (22 апреля 2022 г.): В 3-х т. Т. 1: Фунд. науки. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. (РИНЦ)	Т. 1, С. 17-22
10	Жмыхова Т.В., Шницар И.Н.	О применении кластерного анализа для оценки характеристик	Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности Материалы VII Международной научной конференции,	Т. 1, С. 154-156

		индивидуальных рисков добровольного медицинского страхования	посвящённой 85-летию Донецкого национального университета (Донецк, 27–28 октября 2022 г.). – Том 1: Механико-математические, компьютерные науки, управление / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. (РИНЦ)	
11	Zhmykhova T.V., Aleksandrova O., Ants-Hannes V.	The role of subsidies in stabilising farm income: Evidence from Estonia	Agricultural and Food Science (2022) (AGRIS, Biological Abstracts, BIOSIS Previews, CAB Abstracts, Thomsonreuters, FSTA, Science Citation Index Expanded)	Vol.31, N 1: 24–36.
12	Жмыхова Т.В., Чудина Е.Ю.	Имитационные модели в обучении математике будущих экономистов и инженеров	Качество продукции, технологий и образования: материалы XVII Международной научно-практической конференции. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2022. (РИНЦ)	С. 162-164.
13	Жмыхова Т.В., Чудина Е.Ю.	Задача оптимального управления накопительным фондом с функциями страховой компании и инвестициями на финансовый рынок с описываемой моделью Хестона ценой рискованного актива	Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию образования ДВГУПС: ОТКРЫТЫЕ ЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ, Хабаровск, 08-09 июля 2022 г. (РИНЦ)	С.40-42.
14	Котова О.В., Антропов В.В.	Некоторые численные методы минимизации функции	Материалы VIII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 г.), раздел фундаментальных наук. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. (РИНЦ)	С. 38-41.
15	Котова О.В., Волошин И.А.	О парадоксе дней рождения	Материалы VIII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 г.), раздел фундаментальных наук. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. (РИНЦ)	С. 60-62.
16	Чудина Е.Ю.	Мировоззренческий потенциал	Соврем. учитель: проф. компетентность и социальная значимость: Матер. I	Т.2, С. 133-138.

	Моисеенко И. А., Цапов В. А., Цапова С. Г.	школьного курса математики.	Межд. научно-практ. конф. (Донецк, 24 июня 2022 г.). – Том 2 / под общей редакцией проф. С. В. Беспаловой, И. А. Кудрейко. – Донецк: Изд-во ДОННУ, 2022. (РИНЦ)	
17	Чудина Е.Ю., Шевченко А.О.	Вывод уравнений переходной кривой в неявном виде.	Математическая культура инженера. Сборник докладов Республиканской студенческой научно-технической конференции, 28 апреля 2022 г., Донецк [Электронный ресурс]. – Донецк: ДОННТУ, 2022. (РИНЦ)	С. 88-92.
18	Чудина Е.Ю., Чепурко А.Д.	Использование комплексных чисел в моделировании множества Жюлиа.	Сб. науч. трудов VIII Респ. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-техн. достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строит.-архит. отрасли» (22 апреля 2022 г.): В 3-х т. Т. 1: Фунд. науки. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. (РИНЦ)	Т.1, С. 48-53.
19	Чудина Е.Ю., Бойко В.С.	Лэпбук как средство речевого развития дошкольников в контексте требований образовательного стандарта.	Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Межд. науч. конф., посвящённой 85-летию Донецкого национ. ун-та (Донецк, 27–28 октября 2022 г.). – Том 6: Пед. науки. Часть 1 / под общ. ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. (РИНЦ)	Т.6, С. 241-244.
20	Чудина Е.Ю., Луцык Ю.Н.	Экологическое воспитание в условиях дошкольного образовательного учреждения.	Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Межд. науч. конф., посвящённой 85-летию Донецкого национ. ун-та (Донецк, 27–28 октября 2022 г.). – Том 6: Пед. науки. Часть 1 / под общ. ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. (РИНЦ)	Т.6, С. 244-247.
21	Чудина Е.Ю., Топалова А.С.	Этическая беседа как метод нравственного воспитания с точки зрения особенностей формирования личности в младшем школьном возрасте.	Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. VII Межд. науч. конф., посвящённой 85-летию Донецкого национ. ун-та (Донецк, 27–28 октября 2022 г.). – Том 6: Пед. науки. Часть 1 / под общ. ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. (РИНЦ)	Т.6, С. 308-311.
3 Статьи, принятые редакцией к печати в журналах, входящих в международные наукометрические базы данных				
1	Галибина Н.А.	Дистанционное обучение математике будущих	Сб. материалов по итогам XVI Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых	

		инженеров-строителей в контексте устойчивого развития	ученых и студентов «Перспективы развития строительного комплекса: образование, наука, бизнес». – Астрахань, 2022 (РИНЦ)	
2.	Галибина Н.А.	Дистанционное обучение математике будущих менеджеров в контексте устойчивого развития	Сб. материалов по итогам Международной научно-практической конференции «Управление стратегическим развитием основных сфер и отраслей народного хозяйства в условиях современных вызовов» – Донецк, 2022 (РИНЦ)	

17. Научное и научно-техническое сотрудничество с зарубежными организациями:

№ п/п	Мероприятие	Название, основное содержание	Страна	Сроки (дата)	Примечание
1	Участие в научных конференциях, в т. ч. в вебинарах	Жмыхова Т.В. участие в вебинаре «Управление интеллектуальной собственностью: основы для инженеров»	РФ	декабрь 2019 – январь 2020	очное
		Жмыхова Т.В. участие в конференции VI Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естеств. и технических наук»	РФ, Голыятти	23-25 апреля 2020	заочное
		Жмыхова Т.В., Александрова О.В. участие III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежная наука: вызовы и перспективы» секции Математика, физика, информац. системы	ДНР, Макеевка	6 апреля 2020	заочное
		Шитов А.А., Жмыхова Т.В., Номбре С.Б., Галибина Н.А., Король Е.В., Александрова О.В. Участие в экспертном вебинаре Медиацентра НИУ ВШЭ «Преподаватель на дистанте: возможности и преимущества»	РФ, Москва	23 апреля 2020	очное
		Жмыхова Т.В., Номбре С.Б., Александрова О.В., Галибина Н.А., Симогин А.А., Шитов А.А., Король Е.В. Участие в вебинаре IPR Media «Сессия онлайн: экзамены и зачеты»	РФ	30 апреля 2020	очное
		Жмыхова Т.В., Номбре С.Б., Моисеенко В.А., Галибина Н.А., Александрова О.В., Симогин А.А., Чудина Е.Ю., Король Е.В. Участие в Московском международном салоне образования	РФ, Москва	26-29 апреля 2020	очное
		Александрова О.В. Участие в научных	РФ,	06 мая	очное

	семинарах "Математические модели информационных технологий" и семинаре "Перспективные математические технологии"	Москва	2020	
	Галибина Н.А. Участие в вебинарах от IPR MEDIA: 1. Вопросы дистанционного проведения ГИА 2. Платформа ВКР: эффективные инструменты удаленного взаимодействия преподавателя и студента при подготовке ВКР	РФ, Москва	06 мая 2020	очное
	Галибина Н.А, Ковалёв И.Н. Участие во Всероссийской научно-технической конференции «Управление качеством в образовании и промышленности»	РФ, Севастополь	21 мая 2020	очное
	Чудина Е.Ю. Участие в вебинаре IPR Media «Организация промежуточной аттестации, выпускного и вступительного экзамена в дистанционном формате: первый опыт и постановка технологических задач перед преподавателями РК»	РФ	15 мая 2020	очное
	Чудина Е.Ю. Участие в вебинаре IPR Media «Роль социальных сетей в проведении приемной кампании университетов 2020»	РФ	09 июня 2020	очное
	Галибина Н.А. Участие в вебинаре IPR Media «Обновление контента ЭБС IPR BOOKS: эксклюзивные коллекции и издания для повышения качества образовательного процесса учреждений ВО»	РФ	03 июня 2020	очное
	Галибина Н.А. Участие во Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Социальная, профессиональная и персональная ответственность личности в современном обществе»	РФ, Омск	8-10 октября 2020 г.	заочное
	Чудина Е.Ю., Жмыхова Т.В., Сапронов Д.А., Симогин А.А., Галибина Н.А. Участие в V Международной научно-практической конференции «Донецкие чтения — 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности»	ДНР, Донецк	21 октября 2020 г.	заочное
	Галибина Н.А. Участие в Международной научно-практической конференции "Приоритетные направления развития спорта, туризма, образования и науки".	РФ	12 ноября 2020 г.	заочное
	Жмыхова Т.В., Чудина Е.Ю. Симогин А.А. участие в онлайн-семинаре «Платформа ВКР: эффективные инструменты удаленного взаимодействия преподавателя и студента при подготовке ВКР»	РФ	10 декабря 2020	очное
	Котов Г.А., Котова О.В, Галибина Н.А., Шитов А.А., Чудина Е.Ю., Жмыхова Т.В., Покинтелица А.Е. Участие в вебинаре IPR Media «Новые форматы образовательного процесса,	РФ	17 декабря 2020	очное

		инструмент дистанта и оперативной подготовки РПД»			
2	Публикации материалов исследований в зарубежных научных сборниках	Жмыхова Т.В. Оценка вероятности разорения страховой компании, функционирующей на финансовом (B,S) – рынке для различных моделей цены рискованного актива / Т.В. Жмыхова, И.Л. Шурко, А.П. Никулина, В.В. Тимакова // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Том 1: Физико-математические и технические науки. Часть 1./ под общей ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 197-199.	ДНР, Донецк	17-18 ноября 2020	
		Жмыхова Т.В. О стохастической компоненте в обучении студентов вузов / Т.В. Жмыхова, И.Л. Шурко // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Том 6: Педагогические науки. Часть 1./ под общей ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 267-269.	ДНР, Донецк	17-18 ноября 2020	
		Чудина Е.Ю. О практике проведения экзаменационного тестирования в условиях дистанционного обучения в инженерном вузе// Т.В. Жмыхова, Е.Ю. Чудина // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Том 6: Педагогические науки. Часть 1./ под общей ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 348-351.	ДНР, Донецк	17-18 ноября 2020	
		Галибина Н.А. Развитие ответственности у будущих инженеров-строителей в процессе обучения математике // Н.А. Галибина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Социальная, профессиональная и персональная ответственность личности в современном обществе». – Омск, 2020. – С. 402-405.	РФ, Омск	8-10 октября 2020 г.	
		Галибина Н.А. Обучение будущих инженеров-строителей математике в контексте устойчивого развития// Н.А. Галибина // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Том 6: Педагогические	ДНР, Донецк	17-18 ноября 2020	

	науки. Часть 2./ под общей ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 17-20.			
	Симогин А.А. Формирование математических компетенций инженера-строителя в рамках изучения дисциплины «специальные разделы высшей математики» Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Том 6: Педагогические науки. Часть 2./ под общей ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 74-77.	ДНР, Донецк	17-18 ноября 2020	
	Сапронов Д.А. Разрешимость задачи Коши-Дирихле для многомерных вырождающихся параболических уравнений высокого порядка типа нестационарной диффузии – конвекции// Д.А.Сапронов// Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Том 1: Физико-математические и технические науки. Часть 1./ под общей ред. проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 164-166.	ДНР, Донецк	17-18 ноября 2020	
	Галибина Н.А. Организация самостоятельной работы при обучении математике будущих менеджеров. – Сб. статей по итогам международной научно-практической конференции «Наука, Образование, Культура», «Știință, Educație, Cultură», посвященную 29-и летию Комратского государственного университета. Психолого-педагогические науки – Комрат, 2020. – Т. 3. – С. 245-247.	Молдави я, Комрат		
	Галибина Н.А. Профессиональная направленность математике будущих менеджеров. – Общественные и гуманитарные науки: материалы 84-й науч.-техн. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 3–14 февраля 2020 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И. В. Войтов; УО БГТУ. – Минск : БГТУ, 2020. – С.171-172	Беларусь, Минск	3–14 февраля 2020	
	Галибина Н.А. Использование активных и интерактивных методов в обучении будущих педагогов. – Гуманитарные аспекты высшего профессионального образования: Электронный сборник научных трудов 4-ой Международной заочной научно-практической конференции / Редкол.: Д.В. Алфимов, Ю.А. Романенко, М.Г. Коляда и др. – Макеевка, ДОННАСА, 2020. – С.	ДНР, Макеевка		

	95-101.			
	Галибина Н.А, Ковалёв И.Н. К вопросу о повышении качества образования будущих инженеров-строителей. – Управление качеством в образовании и промышленности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции (21 – 22 мая 2020 г., г. Севастополь) / редкол.: Белая М.Н. (отв. ред.). – Севастополь: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 2020. – С. 670-674.	РФ, Севастополь	22 мая 2020	
	Александрова О.В. Капитал инвестиционной компании с описываемой моделью Орнштейна-Уленбека ценой рискового актива как решение стохастического дифференциального уравнения // О.В. Александрова, Т.В. Жмыхова // Вестник Пермского университета, Серия: Математика, механика, информатика – 2020. – №3(50). – С. 24–28.	РФ, Пермь		
	Жмыхова Т.В., Болдырева В.О. Оптимальное управление потребительским фондом с функциями страховой компании при условии его работы на финансовом рынке и проводящим рекламную кампанию// Random operators and stochastic equation, 2020. – Issue 1, Volume 28. - P.27-35.	Германия, Берлин		
	Александрова О.В. Soft Budget Constraints and Investment Support in Estonian Agriculture. HSE Economic Journal, 2020- 24(1). – P. 85–100.	РФ, Москва		

18. Сведения о научно-исследовательской работе и инновационной деятельности студентов, молодых ученых.

Публикации студентов с преподавателями / студентов под руководством преподавателей

№ п/п	Авторы	Название работы	Название издания	Том, номер
1	Галибина Н.А., Плотников А.Д.	Насосы в природе и инженерии и их математические модели	Математическая культура инженера: сборник докладов Республиканской студенческой научно-технической конференции, 28 апреля 2022 г. Донецк [Электронный ресурс]. – Донецк: ДОННТУ, 2022.	С. 72-76.
2	Галибина Н.А., Андронаки И.А.	Математика в задачах платёжного баланса	Математическая культура инженера: сборник докладов Республиканской студенческой научно-технической конференции, 28 апреля 2022 г.	С. 108-112.

			Донецк [Электронный ресурс]. – Донецк: ДОННТУ, 2022.	
3	Галибина Н.А., Загорий К.С.	Исследование математической модели войны двух орд	Математическая культура инженера: сборник докладов Республиканской студенческой научно-технической конференции, 28 апреля 2022 г. Донецк [Электронный ресурс]. – Донецк: ДОННТУ, 2022.	С. 155-159.
4	Галибина Н.А., Плотников А.Д.	Математическое моделирование действия насоса в природе и инженерном деле.	Математическое моделирование действия насоса в природе и в науч. трудов VIII Респ. конф молодых учёных, аспирантов студентов «Научно-технические достижения студентов аспирантов, молодых учёных строительно-архитектурной отрасли» : в 3-х т. Т. 1. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022.	Т. 1, С.42-48.
5	Галибина Н.А., Загорий К.С.	Модель войны двух орд.	Сб. науч. трудов VIII Респ. конф молодых учёных, аспирантов студентов «Научно-технические достижения студентов аспирантов, молодых учёных строительно-архитектурной отрасли» : в 3-х т. Т. 1. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022.	Т. 1, С.54-60.
6	Жмыхова Т.В., Шницар И.Н.	Многомерный статистический анализ в изучении статистических показателей добровольного медицинского страхования	Вестник СНО ДОННУ. Вып. 14. Том 1: Естественные науки. – 2022.	Т. 1, С. 228-231.
7	Жмыхова Т.В., Шницар И.Н.	Методы многомерного статистического анализа в исследовании показателей страховой медицины	Сб. науч. тр. VIII Респ. конф молодых ученых, аспирантов студ. «Научно-техн. достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительно-арх. отрасли» (22 апреля 2022 г.): В 3-х т. Т. 1: Фунд. науки. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022.	Т. 1, С. 17-22
8	Жмыхова Т.В., Шницар И.Н.	О применении кластерного анализа для оценки характеристик индивидуальных	Донецкие чтения 2022 образование, наука, инновации культура и вызовы современности Материалы VI Международной научной	Т. 1, С. 154-156

		рисков добровольного медицинского страхования	конференции, посвящённой 85-летию Донецкого национального университета (Донецк, 27–28 октября 2022 г.). – Том 1. Механико-математические, компьютерные науки, управление / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. (РИНЦ)	
9	Котова О.В., Антропов В.В.	Некоторые численные методы минимизации функции	Материалы VIII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 г.), раздел фундаментальных наук. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. (РИНЦ)	Т.1, С. 38-41.
10	Котова О.В., Волошин И.А.	О парадоксе дней рождения	Материалы VIII Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной-архитектурной отрасли» (22 апреля 2022 г.), раздел фундаментальных наук. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2022. (РИНЦ)	Т.1, С. 60-62.