

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 01.03.15
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «23» октября 2020 г. № 16

о присуждении Тороповой Любови Валерьевне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование устойчивой моды дендритного роста при различных условиях кристаллизации» по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите диссертационным советом УрФУ 01.03.15 20 мая 2020 г. протокол № 11.

Соискатель, Торопова Любовь Валерьевна, 1986 года рождения.

В 2008 г. окончила ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ» по специальности «Информационные системы и технологии»;

в 2019 году окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (Механика жидкости, газа и плазмы);

работает в должности специалиста по проектному управлению Дирекции информационных технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»; младшего научного сотрудника (по совместительству) Лаборатории многомасштабного математического моделирования физико-химических процессов в многофазных средах Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена на кафедре теоретической и математической физики Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский

федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, Александров Дмитрий Валерьевич, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, кафедра теоретической и математической физики, профессор.

Официальные оппоненты:

Кисеев Валерий Михайлович, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем, профессор;

Попель Петр Станиславович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», г. Екатеринбург, кафедра физики, технологии и методики обучения физике и технологии, профессор;

Анкудинов Владимир Евгеньевич, кандидат физико-математических наук, ФГБУН Институт физики высоких давлений им. Л. Ф. Верещагина Российской академии наук, г. Москва, Теоретический отдел, научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 15 работ, из них 11 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, в том числе 10 статей, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science; 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 4,95 п.л., авторский вклад – 2,95 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ:

1. **Toropova L.V.**, Alexandrov D.V., Rettenmayr M., Galenko P.K. The role of intense convective flow on dendrites evolving with n-fold symmetry // *Journal of Crystal Growth*. — 2020. — Vol. 535. — P. 125540 (0.23 п.л. / 0.18 п.л.) (Scopus / WoS).
2. Kao A., **Toropova L.V.**, Alexandrov D.V., Demange G., Galenko P.K. Modeling of dendrite growth from undercooled nickel melt: sharp interface model versus enthalpy method // *Journal of Physics: Condensed Matter*. — 2020. — Vol. 32 (19). — P. 194002 (0.46 п.л. / 0.20 п.л.) (Scopus / WoS).
3. **Toropova L.V.**, Galenko P.K., Alexandrov D.V., Demange G., Kao A., Rettenmayr M. Theoretical modeling of crystalline symmetry order with dendritic morphology // *The European Physical Journal: Special Topics*. — 2020. — Vol. 229 (2-3). — Pp. 275–286 (0.63 п.л. / 0.5 п.л.) (Scopus / WoS).
4. **Toropova L.V.** Effect of forced convection on dendrite growth kinetics // *American Institute of Physics Inc.* — 2019. — Vol. 2174. — P. 020177 (0.23 п.л. / 0.23 п.л.) (Scopus).
5. Alexandrov D.V., Galenko P.K., **Toropova L.V.** Thermo-solutal and kinetic modes of stable dendritic growth with different symmetries of crystalline anisotropy in the presence of convection // *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. — 2018. — Vol. 376. — P. 20170215 (1.725 п.л. / 0.5 п.л.) (Scopus / WoS).
6. **Торопова Л.В.**, Александров Д.В., Галенко П.К. К вопросу об устойчивом росте анизотропного дендрита при конвективном теплопереносе в жидкой фазе у поверхности дендрита // *Расплавы*. — 2018. — Т. 3. — С. 320–329 (0.52 п.л. / 0.40 п.л.).
7. **Toropova L.V.**, Alexandrov D.V., Galenko P.K. How the convective heat transport at the solid/liquid phase interface influences the stable mode of dendritic growth // *American Institute of Physics Inc.* — 2018. — Vol. 1997. — P. 020030 (0.23 п.л. / 0.15 п.л.) (Scopus / WoS).
8. **Toropova L.V.**, Alexandrov D.V., Galenko P.K. On the theory of dendritic growth under convective heat and mass transfer in a binary alloy // *American Insti-*

tute of Physics Inc. — 2018. — Vol. 2034. — P. 020003 (0.23 п.л. / 0.18 п.л.) (Scopus / WoS).

9. **Toropova L.V.** On the theory of stable mode of dendritic growth in the case of convective heat and mass transport at the solid-liquid interface // American Institute of Physics Inc. — 2018. — Vol. 2015. — P. 020103 (0.23 п.л. / 0.23 п.л.) (Scopus / WoS).

10. **Toropova L.V.**, Alexandrov D.V., Galenko P.K. Solvability criterion for stable mode of dendritic evolution in the case of convective heat and mass transfer in a binary alloy // American Institute of Physics Inc. — 2018. — Vol. 1953. — P. 040005 (0.23 п.л. / 0.20 п.л.) (Scopus / WoS).

11. Alexandrov D.V., **Toropova L.V.**, Galenko P.K. Thermo-solutal growth of an anisotropic dendrite in the case of convective heat and mass transfer in a binary system // American Institute of Physics Inc. — 2018. — Vol. 1978. — P. 470065 (0.23 п.л. / 0.18 п.л.) (Scopus / WoS).

Патенты и программы:

12. Александров Д.В., Галенко П.К., **Торопова Л.В.** DendriteN-symmetry. — Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2019617711 от 19.06.2019 г.

13. Александров Д.В., **Торопова Л.В.** DendriteTurbulent. — Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2018616310 от 29.05.2018 г.

14. Александров Д.В., Титова Е.А., **Торопова Л.В.** DendriteShape. — Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2018616311 от 29.05.2018 г.

15. Александров Д.В., **Торопова Л.В.** DendriteN-theta. — Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2018616067 от 22.05.2018 г.

На автореферат поступили отзывы от:

1. Юрченко Станислава Олеговича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры «Физика», главного научного сотрудника «НОЦ Фотоника и ИК-техника» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Без замечаний.

2. Коверды Владимира Петровича, доктора физико-математических наук, члена-корреспондента РАН, заведующего лабораторией фазовых переходов и неравновесных процессов ФГБУН Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург). Без замечаний.

3. Григоревского Ивана Николаевича, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Исследовательского центра Системного анализа ФГБУН Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук (с. Веськово, Ярославская область). Без замечаний.

4. Харанжевского Евгения Викторовича, доктора технических наук, доцента, заведующего лабораторией «Физика и химия материалов» ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» (г. Ижевск). Без замечаний.

5. Голода Валерия Михайловича, кандидата технических наук, доцента, доцента Высшей школы физики и технологий материалов ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Без замечаний.

6. Слепухиной Евдокии Сергеевны, кандидата физико-математических наук, научного сотрудника Института прикладной математики и статистики Гогенгеймского университета (г. Штутгарт, Германия). Без замечаний.

7. Рыльцева Романа Евгеньевича, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника Лаборатории аналитической химии ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург). Содержит вопрос о зависимости скорости роста дендрита от величины переохлаждения в случае монотонно возрастающих кривых.

Выбор официальных оппонентов обосновывается известностью их научных достижений, большим научным вкладом и авторитетом в области физики конденсированного состояния.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение научной задачи математического моделирования устойчивого дендритного роста при различных кристаллических симметриях и реализации конвективного механизма тепло- и массопереноса вблизи поверхности растущего дендрита, что имеет значение для фундаментальных, теоретических исследований свойств веществ в твердом и жидком состояниях, протекающих при тепловых процессах и агрегатных изменениях в физических системах, а также для развития литейной и металлургической промышленности, традиционно заинтересованной в развитии наукоемких технологий, в том числе и для получения материалов со специальными свойствами в условиях невесомости.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Сформулирована модель и решена система уравнений устойчивого роста дендритного кристалла в условиях вынужденной конвекции в бинарной системе.
2. Проведен линейный анализ морфологической устойчивости роста вершины дендрита при различных кристаллических симметриях.
3. Получены критерии отбора устойчивой кристаллизации для термического и термо-химического устойчивого роста параболического дендрита с симметрией n -ого порядка.
4. Сопоставлены модельные предсказания с данными, полученными методами численного моделирования, а также экспериментальными данными по кинетике роста кристаллов.

Результаты диссертационной работы решают проблему проверки результатов численного моделирования дендритного роста, а также интерпретации экспериментальных данных по росту кристаллов, получаемых в условиях микро-гравитации (когда конвективное течение существенно замедленно) и в наземных условиях проведения натуральных исследований (когда существенно возрастает роль конвекции в кинетике кристаллического роста).

На заседании 23 октября 2020 г. диссертационный совет УрФУ 01.03.15 принял решение присудить Тороповой Л.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет УрФУ 01.03.15 в количестве 17 человек, из них в удаленном интерактивном режиме – 10, в том числе 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, воздержались – нет.

Председатель
диссертационного совета

УрФУ 01.03.15

Огородников Игорь Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

УрФУ 01.03.15

Ищенко Алексей Владимирович

23 октября 2020 г.