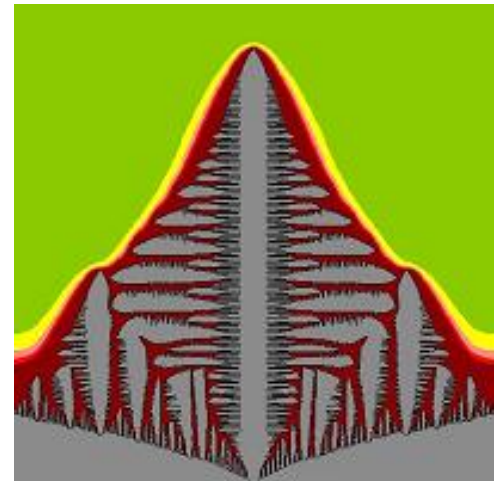


Создание цифровых моделей и систем полного жизненного цикла изделий для предприятий машиностроения, металлургии и химической промышленности

М.Д. Кривилёв

заведующий лабораторией,
докт. физ.-мат. наук., Институт математики,
информационных технологий и физики УдГУ



Расчетные методы в инженерных задачах



РАБОЧИЙ



ТЕХНОЛОГ



ПРОЕКТИРОВЩИК

Разработка и автоматизация НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

- САПР: системы автоматического проектирования → КОМПАС
- автоматизированные ЧПУ системы → специализированное программное обеспечение
- ГИС: геоинформационные системы

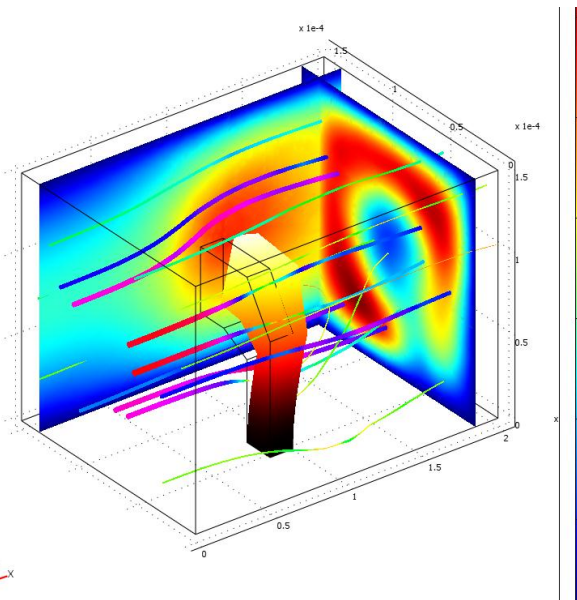
КАЕ(САЕ) системы: компьютерные программы
для проведения инженерных расчетов

Ansys, Abaqus, Comsol,
SolidWorks, CATIA, ЛОГОС

Расчет напряжений в изделиях с термическими и механическими нагрузками

Практические проблемы:

- задание фактических деформационных кривых по результатам механических испытаний
- зависимость деформационных кривых от режимов закалки и отпуска
- явления упругого гистерезиса



- Инструментарий: лицензионное ПО - вычислительный пакет Comsol MultiPhysics для инженерных расчетов
- Расчет напряжений и деформаций в для изотропных и анизотропных материалов при упругих и пластических деформациях
- Задание сложных видов нагружения
- Зависимость свойств от температуры

Государственные стандарты на цифровые модели

- ГОСТ Р 52440-2005 «Модели местности цифровые. Общие требования» – **введен.**
- Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.052-2006, ЕСКА «Электронная модель изделия» – **введен.**
- ГОСТ на использование цифровых моделей в качестве приемочной документации вместо испытаний – **в разработке, ожидается в 2019 году.**

- Кривилев Михаил Дмитриевич, докт. физ.-мат. Наук по направлению «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
- mk@udsu.ru, т.р. (3412) 916230, т.м. 8(912)4689531

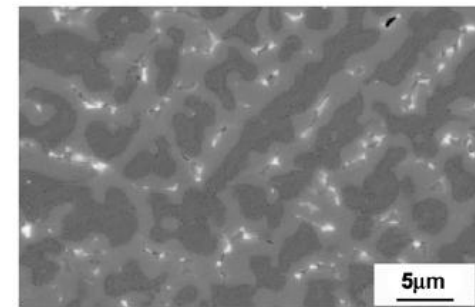
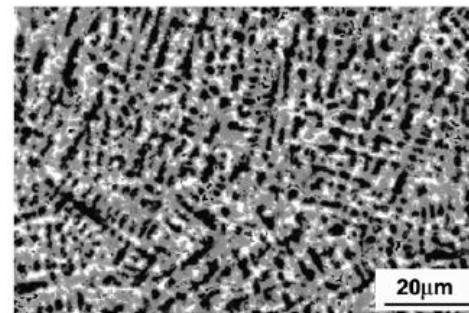
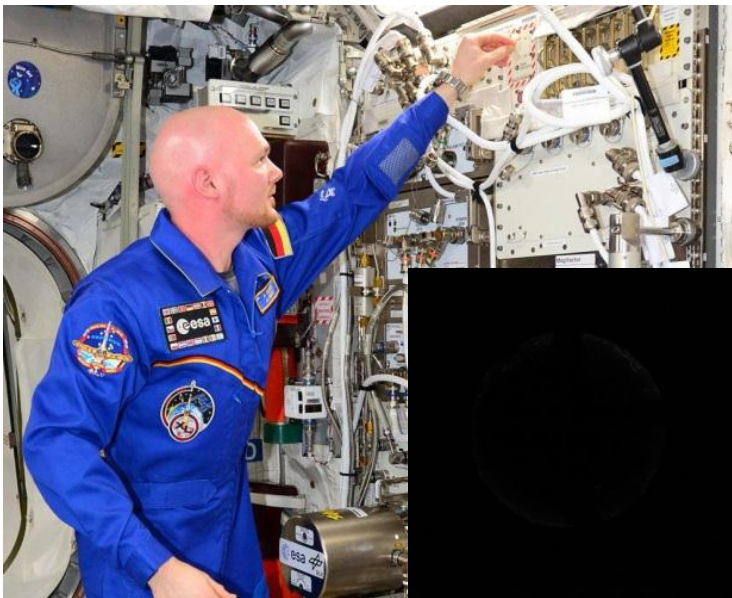
Прикладные научные разработки УдГУ, в которых были разработаны цифровые модели изделий и техпроцессов

- **Технология получения магнитных и жаропрочных перитектических сплавов**, 2012-24 гг., Роскосмос
- **Разработка новых припоев при пайке алюминиевых радиаторов твердым прием**, 2001-настоящее время.
- **Изучение механизмов отбора фаз в тройных редкоземельных сплавах**, 2004-2008 гг., Европейское космическое агентство
- **Получение функциональных покрытий при лазерном спекании металлических порошков**, 2009-н.в., РФФИ, Минобрнауки, ОАО «Элеконд»

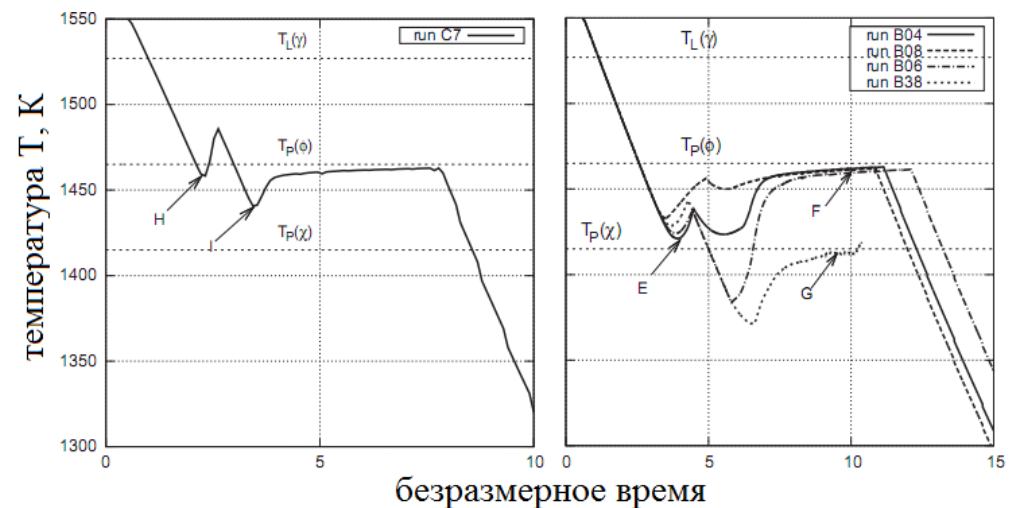
Ключевая проблема заключается в отсутствии региональных заказчиков в лице промышленных предприятий Удмуртской республики

Расчет процессов кристаллизации и отбора микроструктуры в КЭ Перитектика

- Крупный международный проект Роскосмоса, ЕКА и НАСА
- Разработка нового класса магнитомягких и магнитожестких материалов



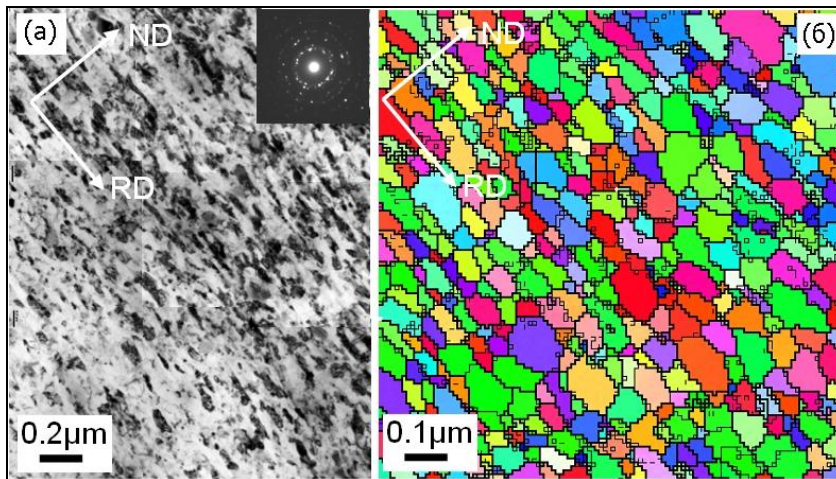
- анализ тепломассопереноса
- отбор фаз с высокой остаточной намагниченной



Термическая обработка металлов

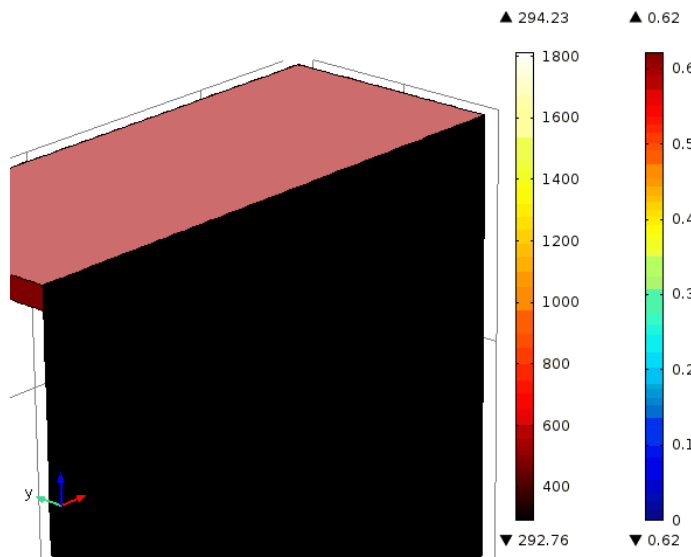
Практические проблемы:

- прогнозирование формирования микроструктуры при горячей и холодной пластической деформации
- анализ карт локальной ориентации зерен
- разработка легированных FeMnC и FeMnAlC TWIP сталей для автомобильной промышленности с эффектом упрочнения при ударных нагрузках



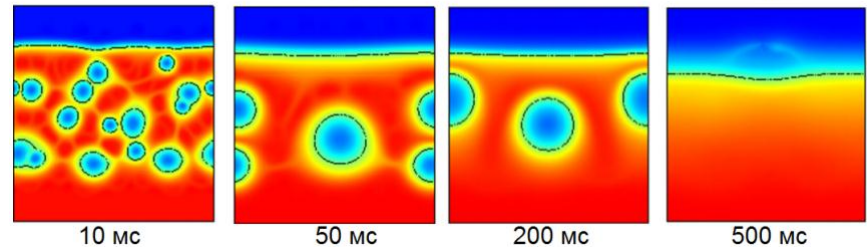
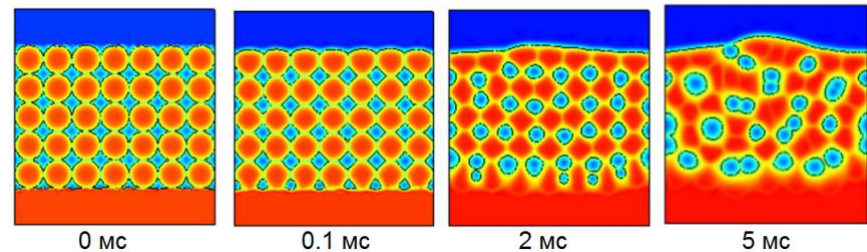
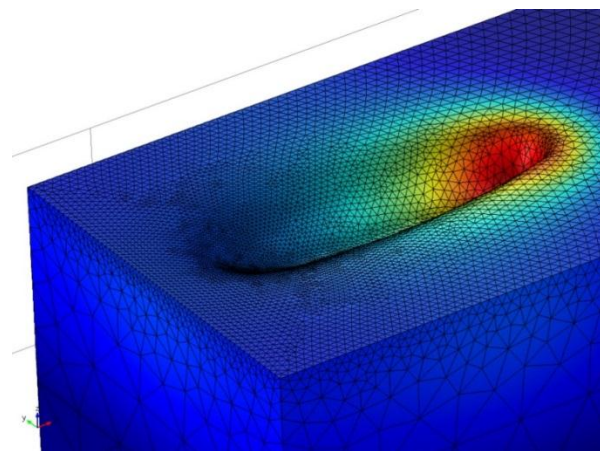
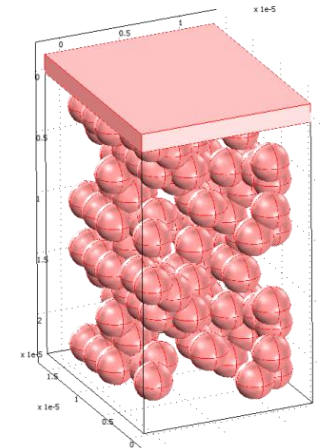
<http://imim-phd.home.pl>

Многоуровневое моделирование аддитивного производства изделий методом лазерного плавления



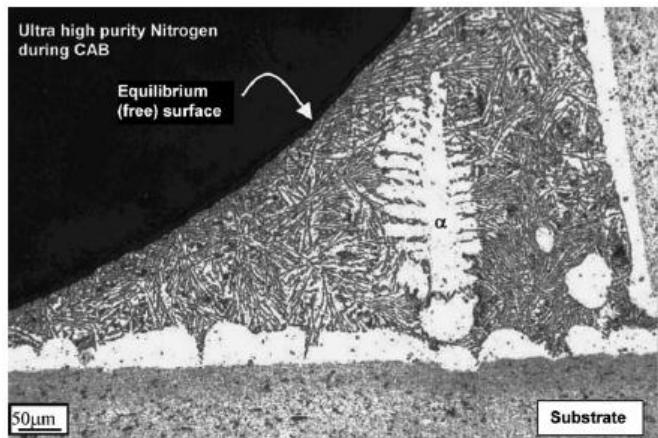
Анализ тепловых полей и зоны оплавления на уровне отдельного слоя (макроуровень)

Анализ теплопереноса и консолидации порошка на уровне отдельных частиц (мезоуровень)

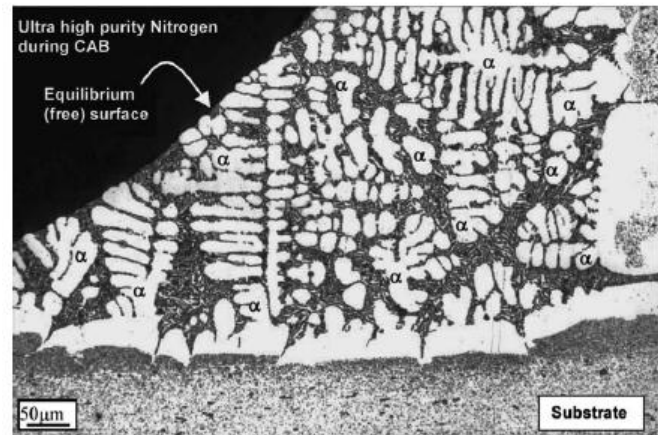
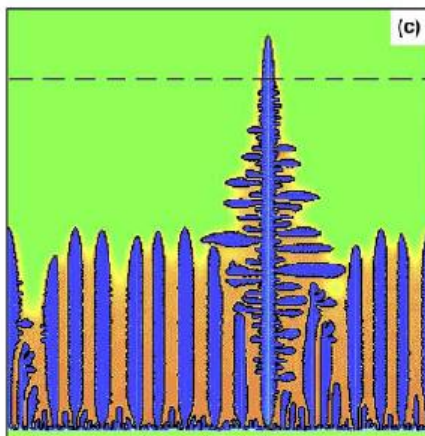


Пайка твердым прием алюминиевых радиаторов со сложной геометрией

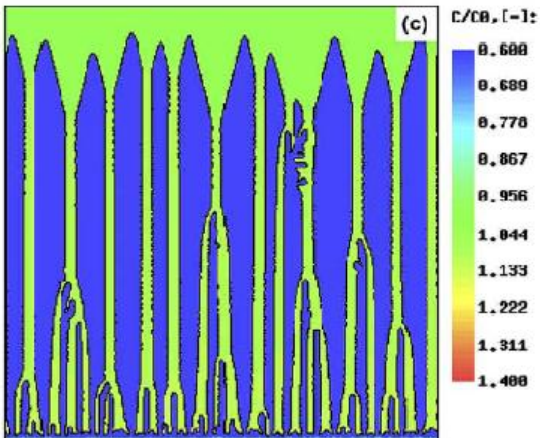
сплавы Al-(6.5-7.2) вес.% Si



(a)



(a)



выдержка 5 мин при температуре 873 К

выдержка 5 мин при температуре 883 К

Процессы электрохимического травления поверхностей и электролитического осаждения покрытий

Практические проблемы:

- подбор режимов травления при изменении геометрии ванны или изделия,
- высокая зависимость ионной проводимости от температуры,
- неоднородная плотность тока при травлении листового материала, например, при травлении в процессах анодирования алюминия \Rightarrow «горение» электрода.



Проект Министерства инноваций Фландрии:

- проектирование линии по производству анодированного алюминия (United Anodizers)
- оптимизация технологических режимов линии по производству печатных плат (Agfa)
- производство проволочных биологических фильтров (Beckaerts)

Сложности в организации взаимодействия ВУЗов и промышленных компаний

ВУЗы	компании УР
<ul style="list-style-type: none">■ малое количество прикладных разработок■ переоценка стоимости работ■ отставание от графика работ	<ul style="list-style-type: none">■ создание новых, «прорывных» направлений■ решение силами своих технологов■ приоритет финансирования ФОТ перед заказом научных разработок

Предлагаемые пути:

- обеспечение финансирования разработок с привлечением государственного финансирования (ФЦП)
- внедрение новых для РФ технологий и их лицензирование
- проведение лабораторных испытаний в центрах коллективного пользования УдГУ
- апробация результатов на базе предприятий с участием ведущих технологов заказчика

Состав, трудоемкость и сроки выполнения работ по подготовке цифровых моделей

Показатель	Традиционная схема	Схема на базе УдГУ
Составление ТЗ и ФЭО	1,0 чел. мес.	0,5 чел. мес.
Разработка цифровой модели	1,5 чел. мес.	1,0 чел. мес.
Расчет режимов	3,0 чел. мес.	1,0 чел. мес.
Оформление отчета	0,5 чел. мес.	0,5 чел. мес.
Трудоемкость	6,0 чел.-мес.	3,0 чел.-мес.
Сроки выполнения	до 6 месяцев	до 3 месяцев
Стоимость работ	определяется предприятием	180 тыс. руб.

Наши предложения:

- Создание цифровых моделей изделий и технолог. процессов
 - Имитационное моделирование и оптимизация режимов техпроцессов с использованием систем инженерного анализа
 - Верификация цифровой модели и ее оформление согласно действующим техническим регламентам
 - Области применения: 1) литейные технологии, 2) аддитивное производство, 3) термическая обработка металлов, 4) электрохимические технологии
 - НХ эффект: снижение затрат на разработку изделия до 7 млн. руб. в год в рамках одного предприятия
- Кривилев Михаил Дмитриевич, доктор физико-математических наук по направлению «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
- mk@udsu.ru, т.р. (3412) 916230, т.м. 8(912)4689531