

Smart Composites
International School
For beginners



Международная Школа SCIS 2021



Российский
научный
фонд



Research and Education Center
Smart Materials &
Biomedical Applications
IKBFU

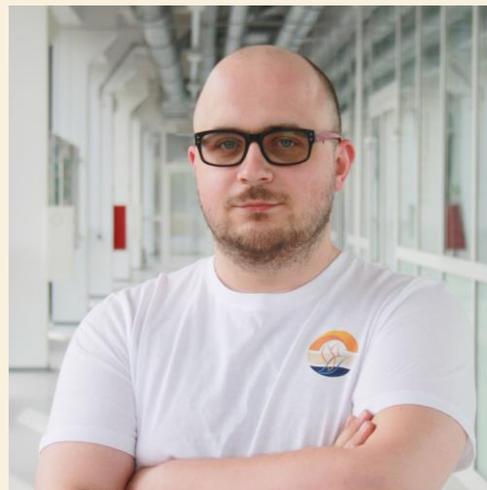
Калининград, 22 - 29 Августа, 2021

Основные организаторы SCIS 2021



Екатерина Левада

Заведующая лабораторией
биомедицинских приложений



Виктор Беляев

Заведующий лабораторией
магнитооптических исследований



НОЦ “Умные материалы и биомедицинские приложения”



Развитие подразделения



Laboratory of Novel Magnetic Materials

LABORATORY OF
Novel Magnetic Materials



5100
RUSSIAN ACADEMIC
EXCELLENCE PROJECT



Research and Education Center
Smart Materials &
Biomedical Applications
IKBFU

2013

2015

2017

2020

Направления деятельности

Образовательные программы

Научные исследования



Международные
научные мероприятия

Коммерциализация

Работа с школьниками



Лаборатории НОЦ «УМБП»



Нано- и
Микромагнетизм



Композитные
Материалы



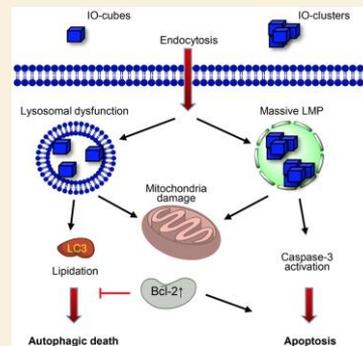
Биомедицинские
Приложения



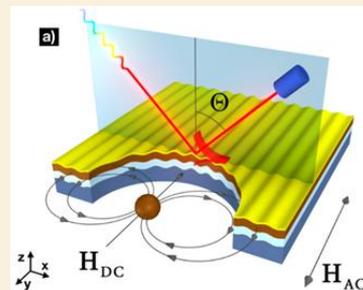
Магнитооптические
Исследования



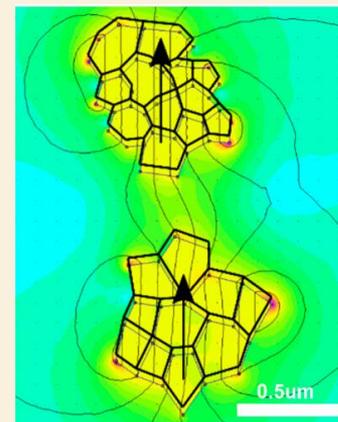
Теоретическая
Физика



Nano Converg. 7, 17, 2020,
IF=8.000



Sci. Rep., 10, 7133, 2020, IF=4.379



Nanomaterials, 11, 1154, 2021,
IF=5.346



Inmm.ru/publication/

Коммерциализация

ПРОГРАММА «УМНИК»



Поддержка коммерчески ориентированных научно-технических проектов молодых ученых

Иноваторы от 18 до 30 лет

лет

₽ 500 тыс. рублей

ПРОГРАММА «СТАРТ»

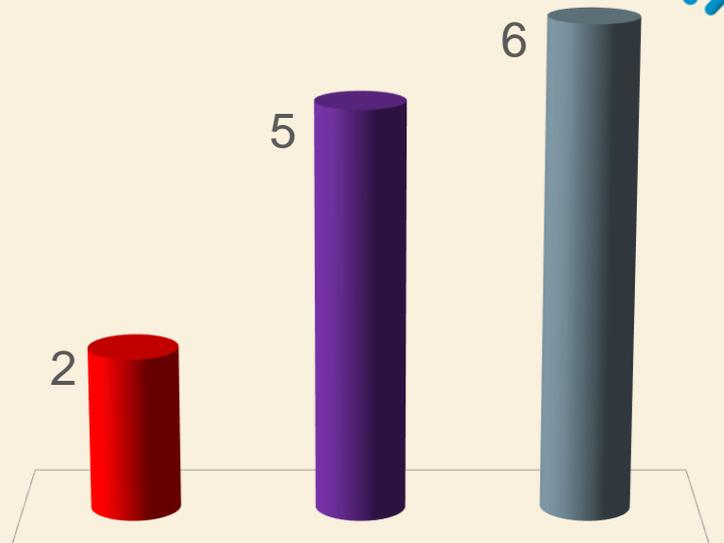
Поддержка стартапов на ранних стадиях развития

Физические лица

МИП согласно № 209-ФЗ

₽ До 10 млн рублей

НОЦ «УМБП»



■ СТАРТ ■ УМНИК ■ ПАТЕНТ

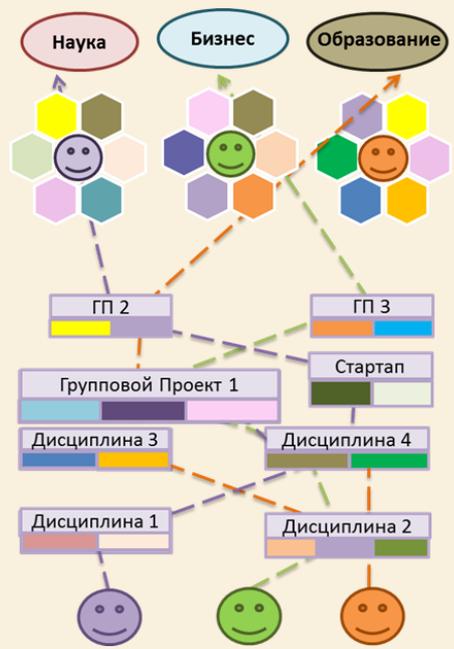
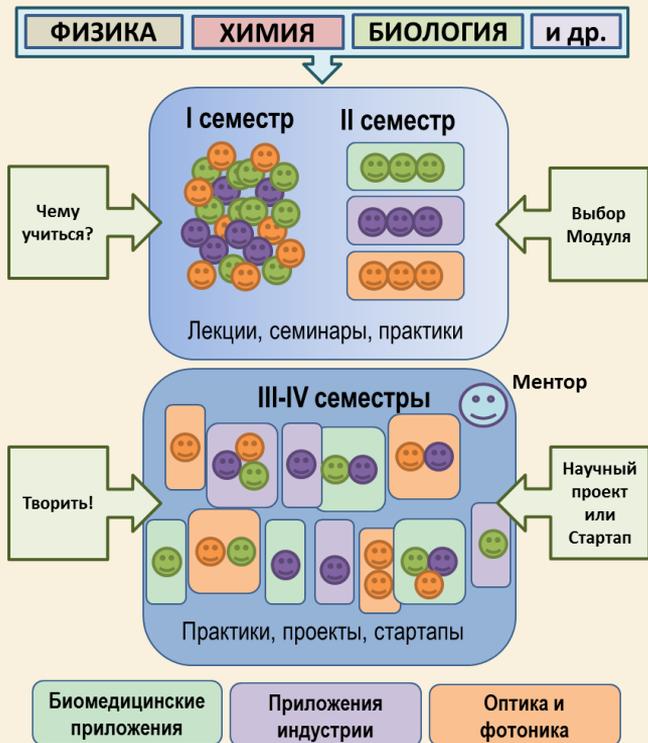
(2010-2021гг)

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ
ИННОВАЦИЯМ

ПАТЕНТ
НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

Магистерская программа

«Функциональные наноматериалы и современные технологии»



Собери набор компетенций!



Европейский партнер –
Gdańsk University of Technology,
Гданьск, Польша

Европейская степень магистра
"Master of Science in
Nanotechnology"

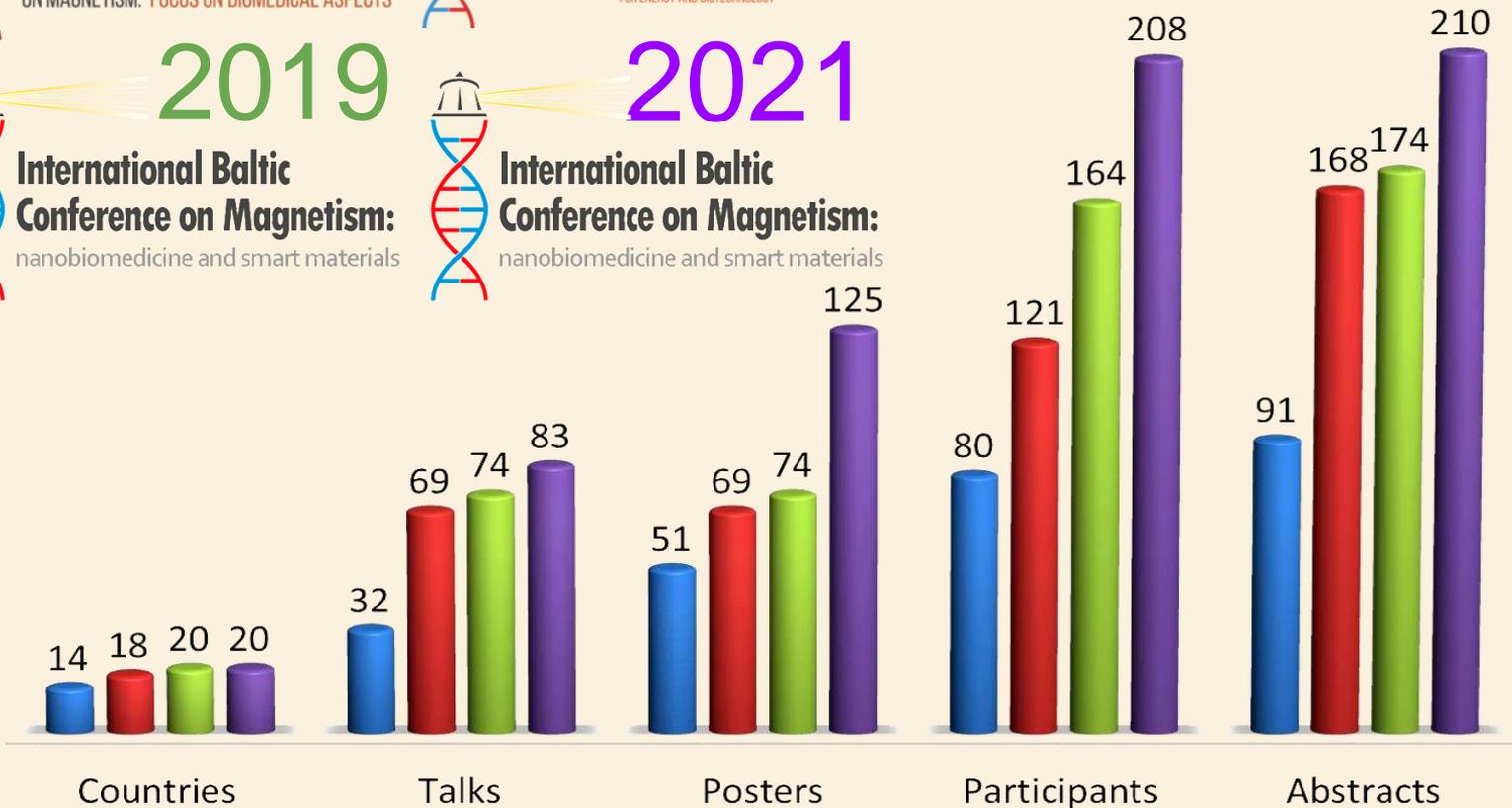


2015
 INTERNATIONAL
BALTIC CONFERENCE
 ON MAGNETISM: FOCUS ON BIOMEDICAL ASPECTS

2017
 INTERNATIONAL
BALTIC CONFERENCE
 ON MAGNETISM: FOCUS ON FUNCTIONALIZED MAGNETIC STRUCTURES
 FOR ENERGY AND BIOTECHNOLOGY

2019
 International Baltic
Conference on Magnetism:
 nanobiomedicine and smart materials

2021
 International Baltic
Conference on Magnetism:
 nanobiomedicine and smart materials



Inmm.ru/ibcm-2021/

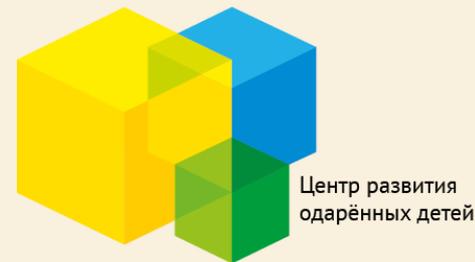


Лаборатория «Структурное материаловедение»

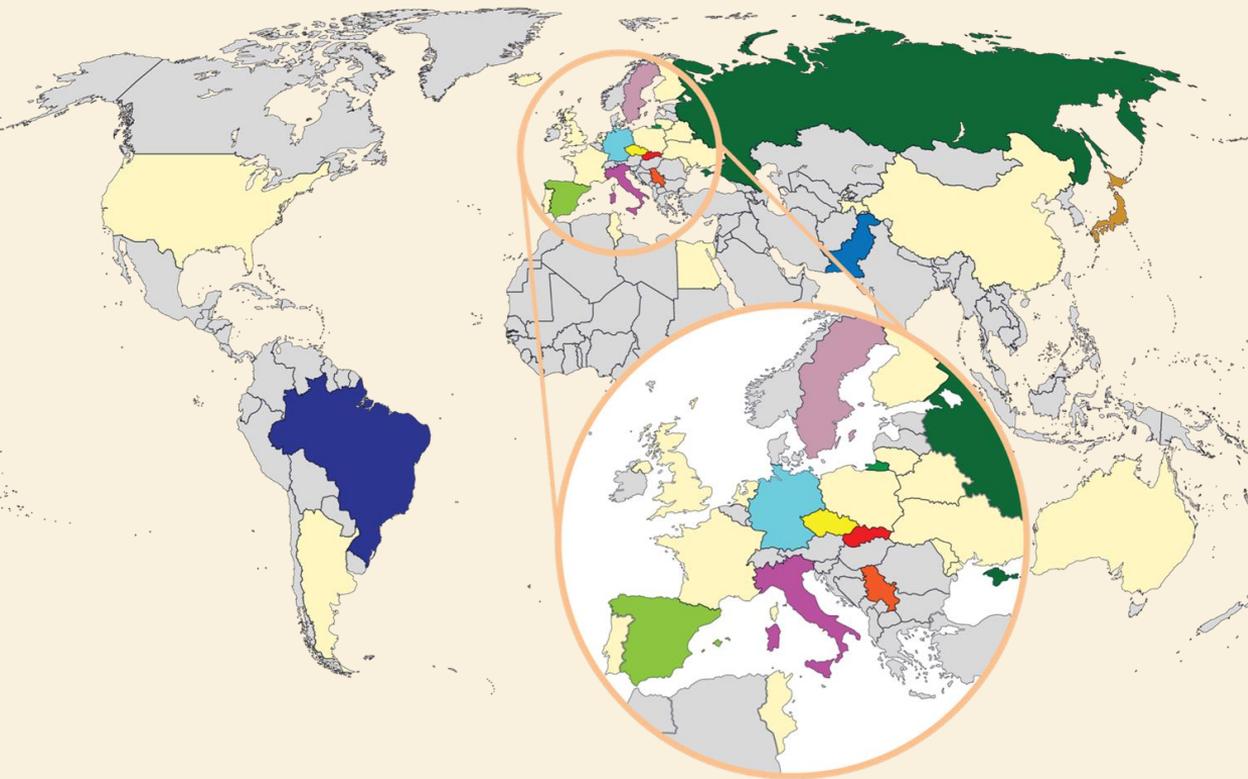
Миссия Центра — формирование центра развития физико-математического, инженерного и лингвистического образования в Калининградской области.

Лаборатория в центре развития одаренных детей: «Структурное материаловедение». Открытие – 1 сентября 2021 года

- XRD дифрактометрия
- Рамановская спектроскопия



Коллаборации НОЦ “УМБП”



Россия: Москва, Санкт-Петербург, Владивосток, Махачкала, Красноярск;
Италия: Рим, Флоренция, Генуя;
Испания: Сан-Себастьян, Мадрид, Астурия;
Германия: Дрезден, Мюнстер, Дуйсбург, Штутгарт, Ахен;
Чехия: Прага;
Япония: Тоёхаши;
Словакия: Кошице;
Сербия: Белград;
Швеция: Упсала;
Бразилия: Бразилия;
Пакистан: Саргодха.





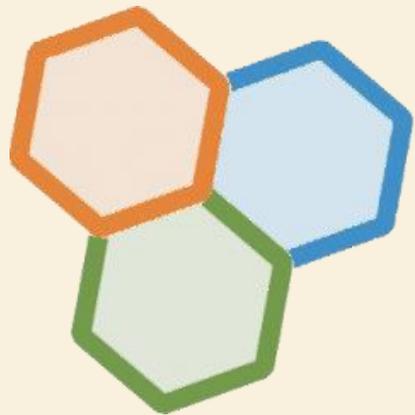
Финансовая поддержка SCIS 20²¹

Грант “Разработка и исследование мультиматериалов с магнитными микро и нано компонентами для аддитивных 3d-5d технологий” № 20-62-46036. Цель - расширение функциональности 3D печати за счет использования магнитных микро- и нано- частиц, входящих в рабочий материал.



**Российский
научный
фонд**

- Наука
- Индустрия
- Образование



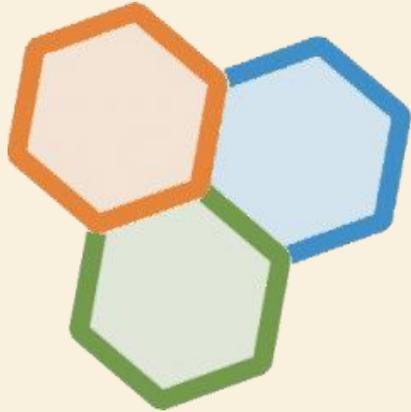
Smart Composites International School





?

?



Smart Composites International School

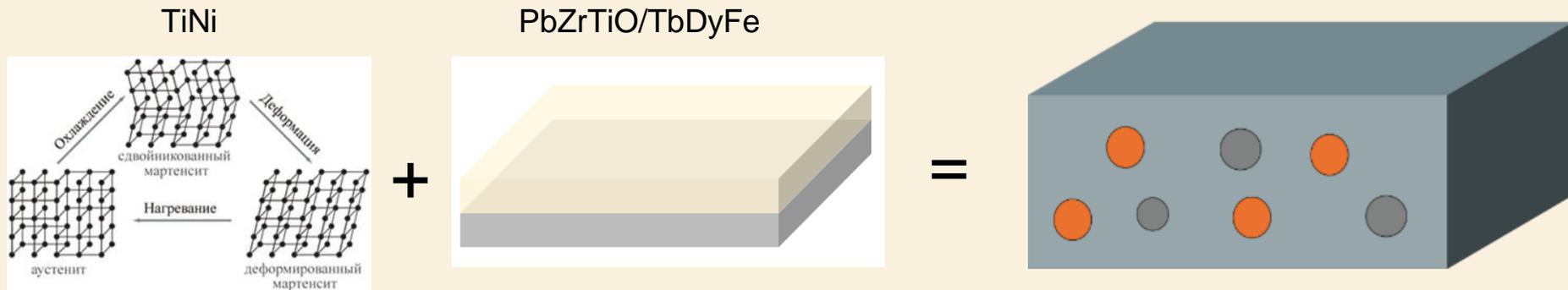
?

?

Умные и композитные материалы

Умные материалы - класс материалов обладающих физико-химическими характеристиками, значительно изменяющихся под влиянием внешних воздействий.

Композитные материалы - многокомпонентный материал, изготовленный из двух или более компонентов с существенно различными физическими и/или химическими свойствами

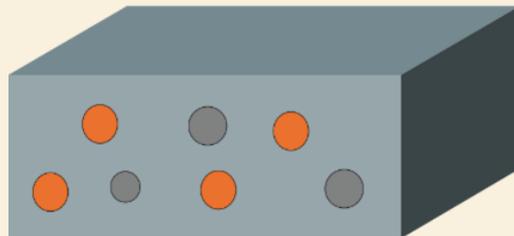


С чего начать свое знакомство с темой?



Материал:

- Состав
- Морфология поверхности
- Химические и физические свойства



Умные композитные материалы

Приложения:

- Поставленная проблема
- Актуальность решения
- Преимущество выбранного решения

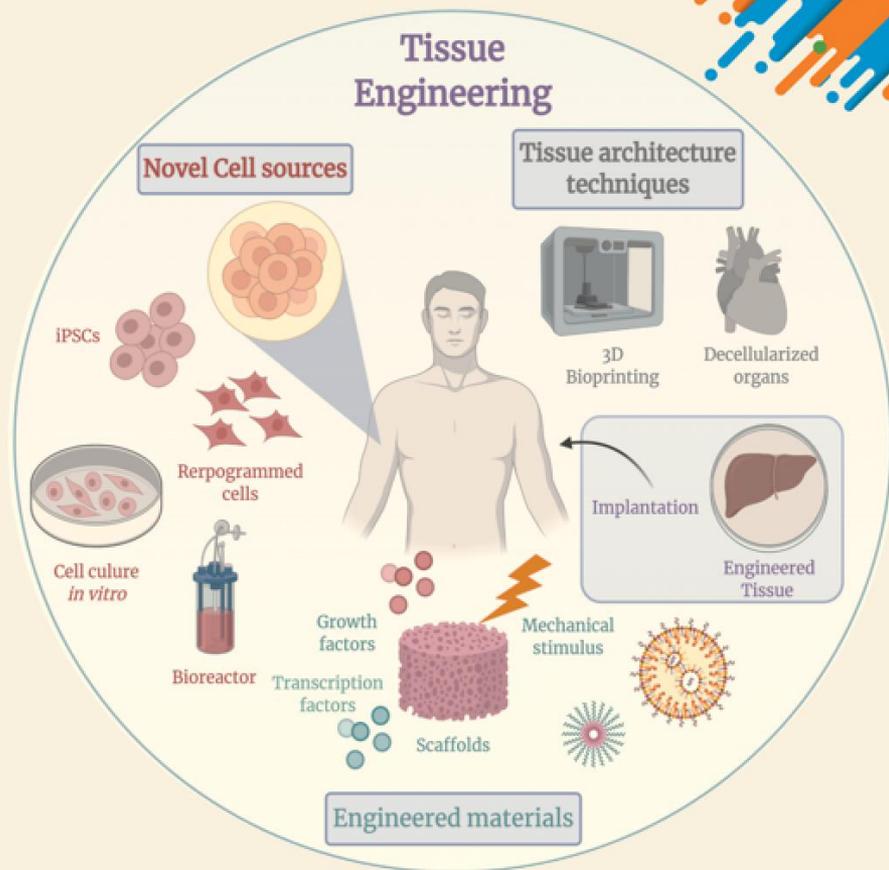
Тканевая инженерия

Стволовые клетки – клетки-предшественники всех клеток организма. Они превращаются в специализированные клетки (клетки органов и тканей).

Тканевая инженерия разрабатывает и исследует методы восстановления, поддержания, усовершенствования или имплантации различных типов биологических тканей.

Контролируемое поддержание жизнедеятельности клеток и дифференцировка стволовых клеток перспективны для клинических применений.

Активация пролиферации и/или дифференцировки клеток для регенерации тканей и органов имеет огромное значение для использования в персонализированной медицине.

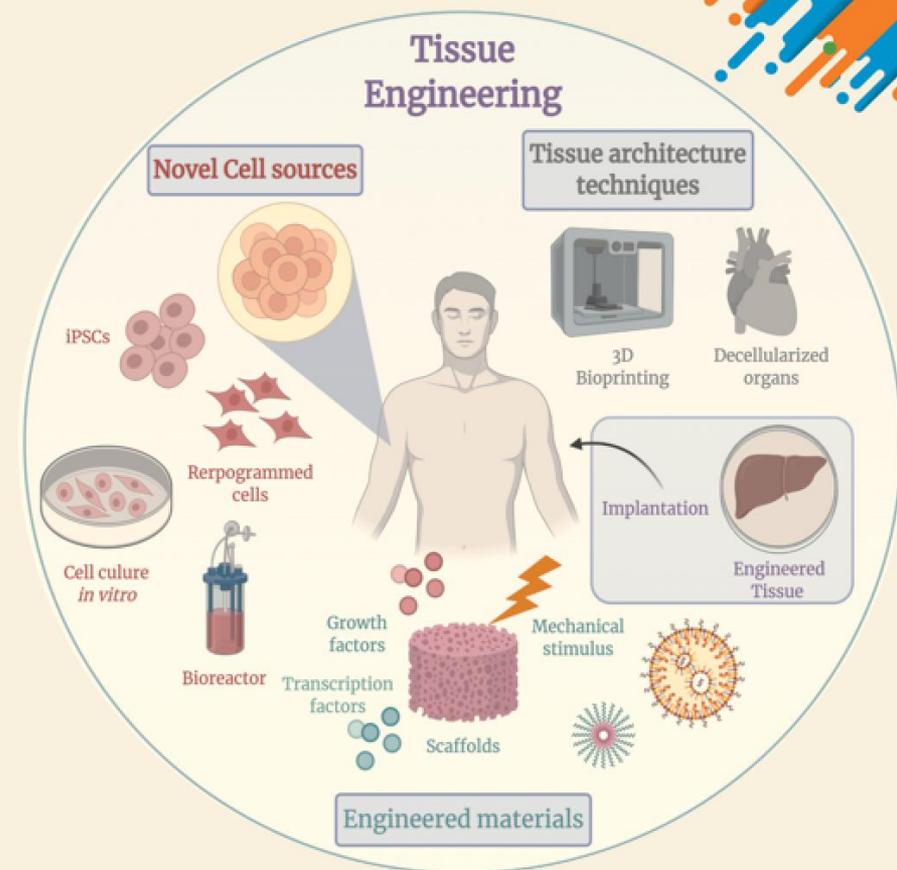


Тканевая инженерия

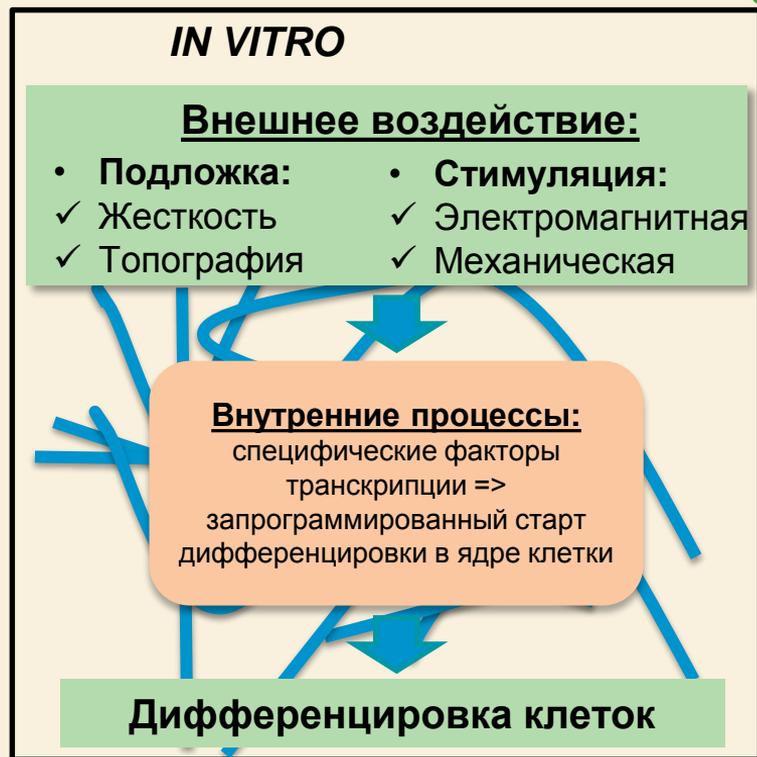
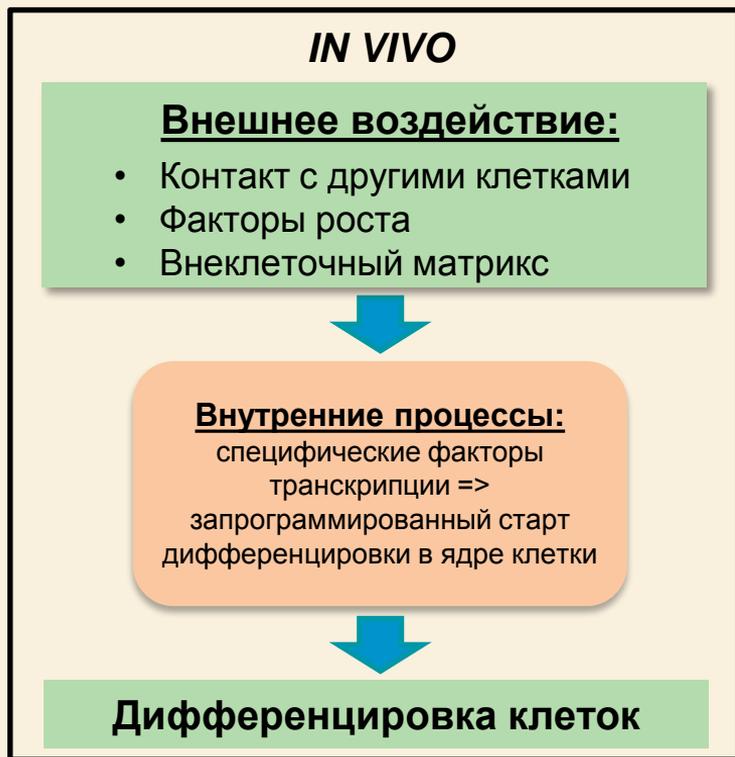
Скаффолд – тканеинженерные конструкции, клеточные каркасы – подложки для выращивания

Контроль физических параметров скаффолдов позволяет разрабатывать печатные подложки для разных типов клеток

- ✓ повысить эффективность клеточной терапии
- ✓ создавать модели человеческих органов для более точной оценки безопасности лекарств



Механизмы дифференцировки стволовых клеток



IN VITRO без скаффолда

- Использование факторов роста
- Большая стоимость
- Большие времена дифференциации

IN VITRO с скаффолдом



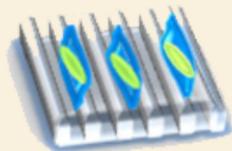
- Возможность регулирования параметров
- Меньшая стоимость
- Меньшие времена дифференциации

Типы тканеинженерных конструкций

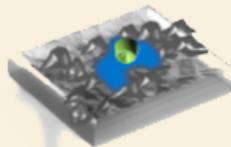
Волокнистые
структуры



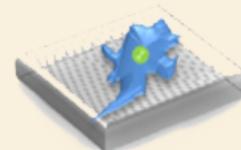
Наноборозды/гребни



Структуры с регулируемой жесткостью и
топографией поверхности



Структуры с
топографией
наноточек



Углеродные
нанотрубки



Мягкая
литография



Пористый скаффолд
с выпуклыми и вогнутыми
поверхностями



Гидрогели



Физические факторы,
такие как нанотопография, механические напряжения, жесткость и шероховатость матрицы, **влияют на процесс и результат дифференцировки** стволовых клеток.

Стволовые клетки



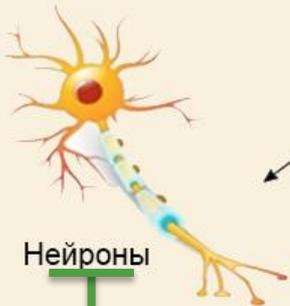
Бластоциста



Кардиомиоциты



Эпителиальные клетки



Нейроны



Хондроциты

- Жесткость подложки
- Стимуляция:
 - ✓ Электромагнитная
 - ✓ Механическая
- Геометрия
- Топография

- Упругость матрицы
- Механическая стимуляция
- Микроструктура подложки

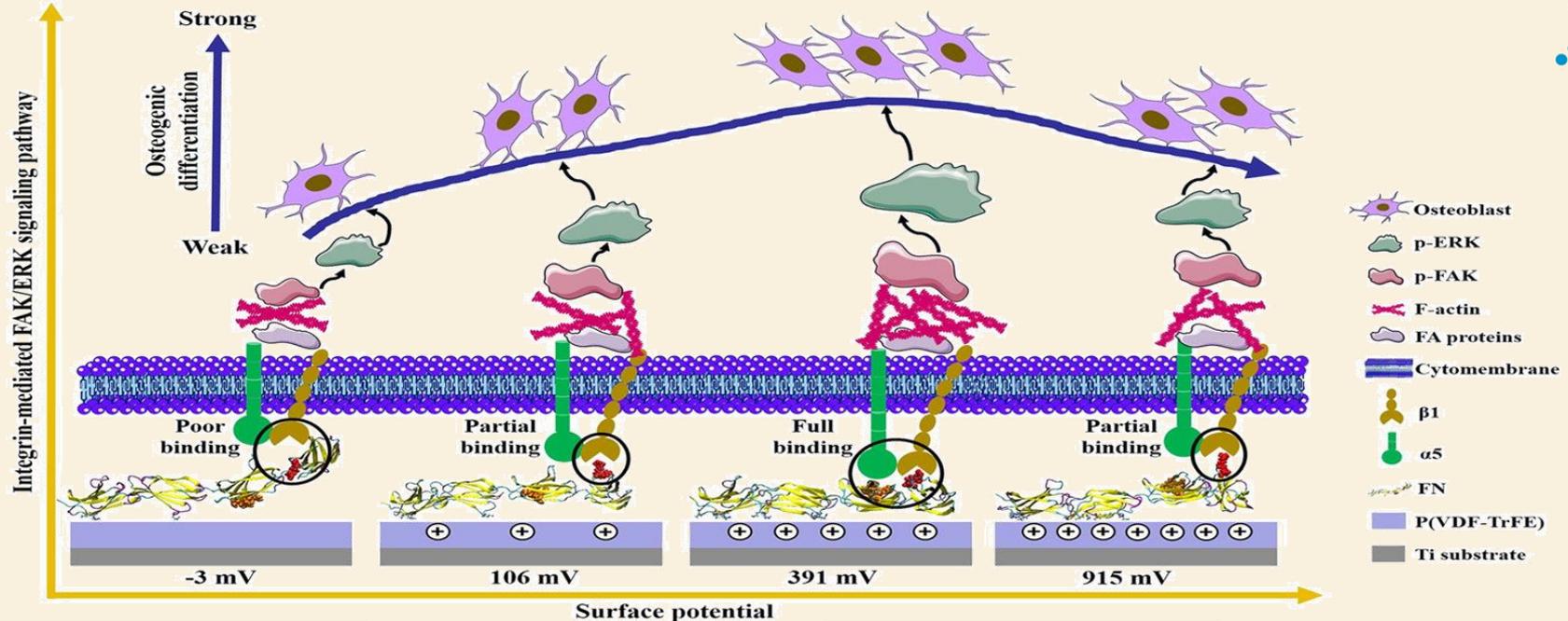
- Мягкая матрица
- Электрическая стимуляция
- 3D волокна

- Упругость матрицы
- Механическая стимуляция
- Геометрия
- Топография





Влияние физических импульсов на дифференцировку стволовых клеток



Присоединение
белка к ПВДФ-
подложке

Формирование
и созревание
адгезивных
комплексов

Перестройка
цитоскелета
клетки

Активация
остеогенной
дифференцировки

Использование магнитоэлектрических эластомеров

Для стимуляции стволовых клеток необходимы следующие условия:

Механические напряжения

($F \approx 1-100$ нН) [1]

Параметры материала:

- Модуль Юнга: 1–1000 мПа
- Напряжение на разрыв: 1–100 мПа

ПВДФ-трифторэтилен [2]



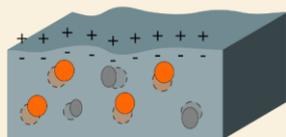
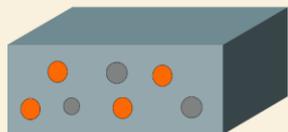
Поверхностный потенциал

($\Delta V \approx 1-1000$ мВ) [3]

Параметры материала:

- Магнитоэлектрический коэффициент:
1–100 мВ·см⁻¹·Э⁻¹

ПВДФ-трифторэтилен
с частицами оксида железа [4]



[1] V. Du, Nat. Commun. 8 (2017) 400

[2] Y.-S. Lee, T.L. Arinzeh, Tissue Eng. Part A. 18 (2012)

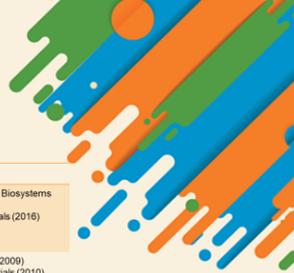
[3] B. Tang, et al., ACS Appl. Mater. Interfaces. 10 (2018) 7841–7851.

[4] P. Martins, S. Lanceros-Méndez, Adv. Funct. Mater. 23 (2013) 3371–3385.



Влияние физических свойств подложки на дифференцировку стволовых клеток

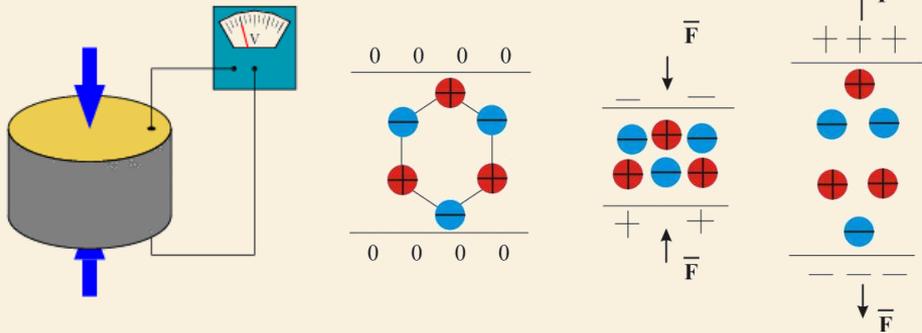
Свойство подложки	Значение	Влияние	Ссылки
Жесткость (Модуль Юнга)	Гидрогель: 0,1–1 кПа 8-17 кПа 25–40 кПа ПВДФ: 17560 - 28140 кПа	Нейрогенное Миогенное Остеогенное	S.-B. Han et al., Advanced Biosystems (2020) J. Ding et al., Biomaterials (2016)
Нанотопография (шероховатость)	Нанотрубки (≈70-100-нм в диаметре) Наногребни 350 нм (интервал 350 нм, высота 500 нм)	Остеогенное Нейрогенное	S. Oh et al., PNAS (2009) M.R. Lee et al., Biomaterials (2010)
Смачиваемость	Контактный угол воды θ 73° (50° - 95°) Полиэтилен	Остеогенное	L. Hao et al., J. Mater. Chem. B (2014)
Поверхностный потенциал	ПВДФ-трифторэтилен: 391 мВ (-3 – 915 мВ)	Остеогенное	B. Tang et al., Acta Biomaterialia 74 (2018)
Электрическая стимуляция	200 мкА (0–250 мкА) 0, 75, 150, 200 мВ/мм	Остеогенное Нейрогенное	J. Zhang et al., J Tissue Eng Regen Med. (2017) J. Du et al., Biomaterials (2018)
Пьезоэлектрический коэффициент*	9.21 пК/Н БТО/ПВДФ-трифторэтилен	Остеогенное	Y. Bai et al., Int J Nanomedicine (2019)



Пьезоэлектрический эффект

Пьезоэлектрики — диэлектрики, в которых возникает электрическая поляризация под действием деформации (прямой пьезоэффект), либо деформироваться при поляризации (обратный пьезоэффект).

Поляризация диэлектриков приводит к возникновению электрического заряда на поверхности.



Свойство подложки	Значение	Влияние	Ссылки
Жесткость (Модуль Юнга)	Гидрогель: 0,1–1 кПа 8–17 кПа 25–40 кПа	Нейрогенное Миогенное Остеогенное	S.-B. Han et al., <i>Advanced Biosystems</i> (2020) J. Ding et al., <i>Biomaterials</i> (2016)
	ПВДФ: 17560 - 28140 кПа		
Нанотопография (шероховатость)	Нанотрубки (≈70-100-нм в диаметре) Наногребни 350 нм (интервал 350 нм, высота 500 нм)	Остеогенное	S. Oh et al., <i>PNAS</i> (2009) M.R. Lee et al., <i>Biomaterials</i> (2010)
		Нейрогенное	
Смачиваемость	Контактный угол воды θ 73° (50° - 95°) Полиэтилен	Остеогенное	L. Hao et al., <i>J. Mater. Chem. B</i> (2014)
Поверхностный потенциал*	ПВДФ-трифторэтилен: 391 мВ (-3 – 915 мВ)	Остеогенное	B. Tang et al., <i>Acta Biomaterialia</i> 74 (2018)
Электрическая стимуляция	200 мкА (0–250 мкА)	Остеогенное	J. Zhang et al., <i>J. Tissue Eng Regen Med.</i> (2017)
	0, 75, 150, 200 мВ/мм	Нейрогенное	J. Du et al., <i>Biomaterials</i> (2018)
Пьезоэлектрический коэффициент*	9,21 пК/Н БТО/ПВДФ-трифторэтилен	Остеогенное	Y. Bai et al., <i>Int. J. Nanomedicine</i> (2019)

- Натуральные кристаллы ($AlPO_4$)
- Искусственные кристаллы ($GaPO_4$)
- Пьезокерамика (на основе титаната бария (ВТО) и цирконата-титаната свинца (ЦТС))
- Полупроводники (ZnO , ZnS , $GaAs$)
- Полимеры (Поливинилиденфторид (PVDF))
 - ✓ Механические свойства



Пьезоэлектрические и магнитоэлектрические материалы

Возможность управления свойствами материала магнитным полем

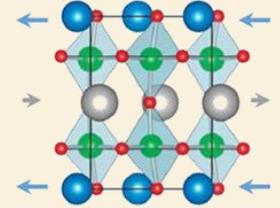
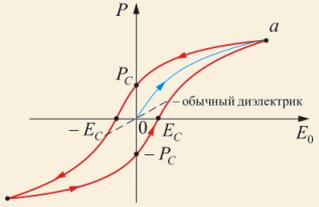
Электричество

Пьезоэлектрики

Поляризация P ↔ Деформация



Сегнетоэлектрики – материалы, обладающие **спонтанной поляризацией** (без воздействия внешнего электрического поля) в определенном температурном диапазоне



Сегнетоэлектрическое упорядочение

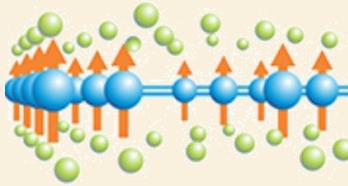
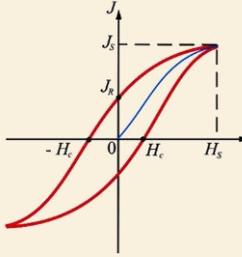
- Титанат бария $BaTiO_3$
- Титанат свинца $PbTiO_3$
- Цирконат-титанат свинца $PbZr/TiO_3$

Магнетизм

Магнитоэлектрические материалы

Намагниченность M ↔ Деформация

Ферромагнетики – материалы, обладающие **спонтанной намагниченностью** (без воздействия внешнего магнитного поля) в определенном температурном диапазоне



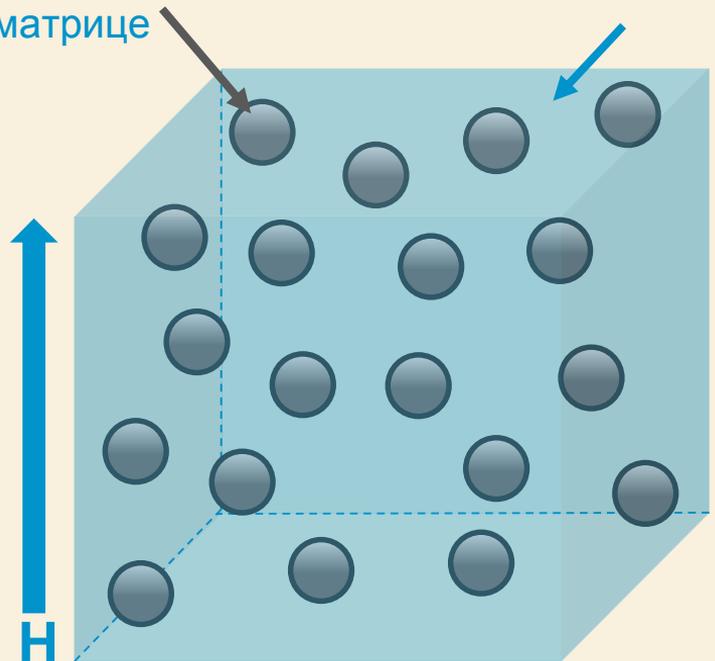
Ферромагнитное упорядочение

- Железо Fe,
- Никель Ni,
- Кобальт Co,
- Гадолиний Gd,
- различные сплавы



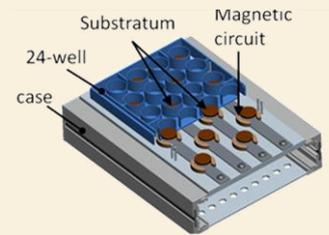
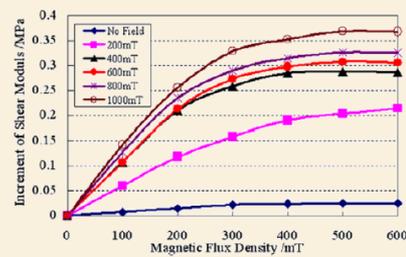
Магнитореологические материалы

Магнитореологические эластомеры Ферромагнитные частицы в полимерной матрице



Свойство подложки	Значение	Влияние	Ссылки
Жесткость (Модуль Юнга)	Гидрогель: 0,1–1 кПа	Нейрогенное Миогенное Остеогенное	S.-B. Han et al., <i>Advanced Biosystems</i> (2020) J. Ding et al., <i>Biomaterials</i> (2016)
	ПВДФ: 17560 - 28140 кПа		
Нанотопграфия (шероховатость)	Нанотрубки (≈70-100-нм в диаметре)	Остеогенное	S. Ch et al., <i>PNAS</i> (2009)
	Наногребни 350 нм (интервал 350 нм, высота 500 нм)	Нейрогенное	M.R. Lee et al., <i>Biomaterials</i> (2010)
Смачиваемость	Контактный угол воды θ 73° (50° - 95°) Полиэтилен	Остеогенное	L. Hao et al., <i>J. Mater. Chem. B</i> (2014)
Поверхностный потенциал*	ПВДФ-трифторэтилен: 391 мВ (-3 – 915 мВ)	Остеогенное	B. Tang et al., <i>Acta Biomaterialia</i> 74 (2018)
Электрическая стимуляция	200 мкА (0–250 мкА)	Остеогенное	J. Zhang et al., <i>J Tissue Eng Regen Med.</i> (2017)
	0, 75, 150, 200 мВ/мм	Нейрогенное	J. Du et al., <i>Biomaterials</i> (2018)
Пьезоэлектрический коэффициент*	9,21 пКН БТО/ПВДФ-трифторэтилен	Остеогенное	Y. Bai et al., <i>Int J Nanomedicine</i> (2019)

- Механические свойства близки к свойствам живых тканей
- **Жесткостью и шероховатостью поверхности можно управлять магнитным полем**



L. Chen et al. *SMS*, 2007, 16, 2645–2650
M. Mayer et al. *PLoS One* 2013

Магнитореологический эффект



Пьезоэлектрические и магнитоэлектрические материалы

Возможность управления свойствами материала магнитным полем

Электричество

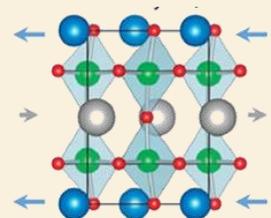
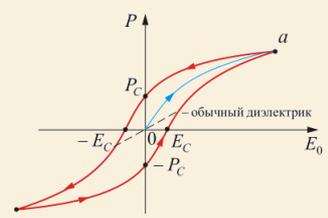
Магнетизм

Пьезоэлектрики



Поляризация P ↔ Деформация

Сегнетоэлектрики – материалы, обладающие **спонтанной поляризацией** (без воздействия внешнего электрического поля) в определенном температурном диапазоне



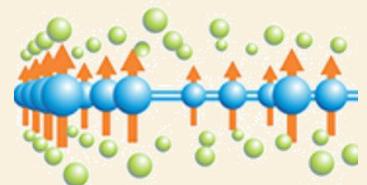
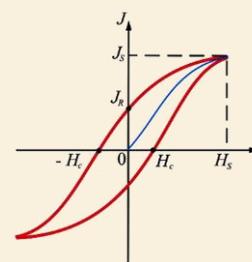
Сегнетоэлектрическое упорядочение

- Титанат бария $BaTiO_3$
- Титанат свинца $PbTiO_3$
- Цирконат-титанат свинца $PbZr/TiO_3$

Магнитоэлектрические материалы

Намагниченность M ↔ Деформация

Ферромагнетики – материалы, обладающие **спонтанной намагниченностью** (без воздействия внешнего магнитного поля) в определенном температурном диапазоне



Ферромагнитное упорядочение

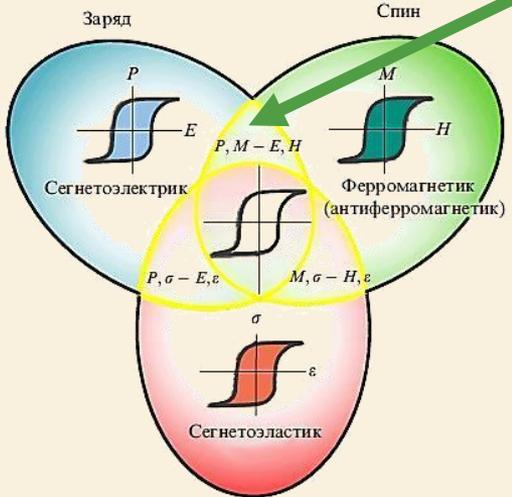
- Железо Fe,
- Никель Ni,
- Кобальт Co,
- Гадолиний Gd,
- различные сплавы





Мультиферроики

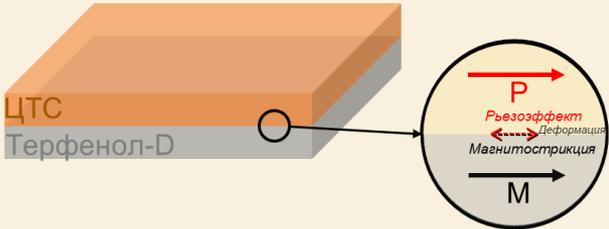
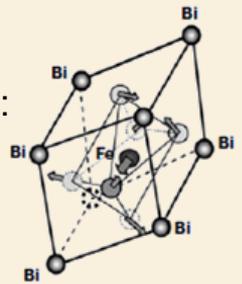
Мультиферроики - материалы, в которых сосуществуют одновременно два и более типов «ферро»-упорядочения



Магнитоэлектрический эффект - возникновение электрической поляризации под действием внешнего магнитного поля и, наоборот, намагниченности под действием электрического поля

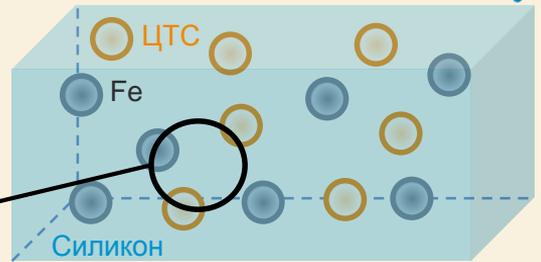
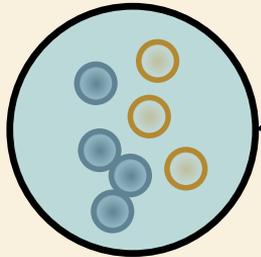
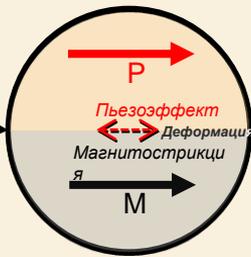
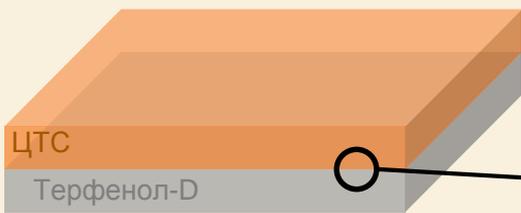
Материалы, демонстрирующие магнитоэлектрическое преобразование:

- **Однофазные** (феррит висмута)
- **Композитные** – большой магнитоэлектрический эффект за счет комбинации магнитострикции и пьезоэффекта





Магнитоэлектрический эффект



 Модуль Юнга $\sim 10^{10}$ Па
• URL: <https://www.memsnat.org/material/leadzirconatetitanatepzt/>

 Большие токи утечки
• Ma, J. *Adv. Mater.* 23 (2011)

 Большой магнитоэлектрический эффект $\sim 1 \cdot 10^2 \text{ В} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{Э}^{-1}$
• Nan, C.-W., et al. *JAP*, 103(3) (2008)
• Martins, P., *ACS App. Mat.&Interf.* 7 (2015)

 Модуль Юнга $\sim 10^3 \cdot 10^6$ Па
• Makarova L. et al. *JMMM* 470 (2019)

 Магнитоэлектрический эффект $\sim 700 \text{ мВ} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{Э}^{-1}$
• Makarova L. et al. *EPJ WoC* 185 (2018), *PZT/NdFeB*

 Изоляция поверхностного заряда
Требуются большое количество сегнетоэлектрического наполнителя

Магнитоэлектрический эффект



Модуль Юнга $\sim 10^{10}$ Па

- URL: <https://www.memscnet.org/material/leadzirconatetitanatepzt/>



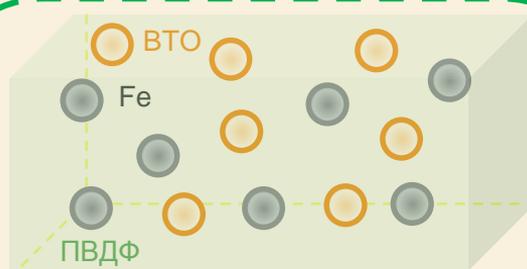
Большие токи утечки

- Ma, J. *Adv. Mater.* 23 (2011)



Большой магнитоэлектрический эффект $\sim 1 \cdot 10^2 \text{ В} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{Э}^{-1}$

- Nan, C.-W., et al. *JAP*, 103(3) (2008)
- Martins, P., *ACS App. Mat.&Interf.* 7 (2015)



Модуль Юнга $\sim 10^6 \cdot 10^9$ Па

- Lee, Y.-S., et al. *Tissue Eng. Part A.* 18 (2012)



Малые токи утечки (частицы титаната Бария ВТО)

- Y. Feng et al. *Journ. Phys. Chem. C* (2021)



Магнитоэлектрический эффект $\sim 1 \cdot 100 \text{ мВ} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{Э}^{-1}$

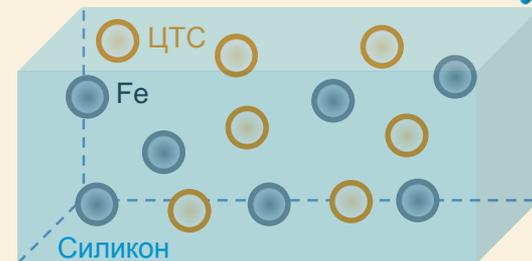
- P. Martins et al. *Adv. Funct. Mater.* (2013)



Равномерно распределенный поверхностный заряд:

- ✓ Улучшает адгезию клеток
- ✓ Стимулирует остеогенную дифференцировку

- F Jia et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* (2019)



Модуль Юнга $\sim 10^3 \cdot 10^6$ Па

- Makarova L. et al. *JMMM* 470 (2019)



Магнитоэлектрический эффект $\sim 700 \text{ мВ} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{Э}^{-1}$

- Makarova L. et al. *EPJ WoC* 185 (2018), *PZT/NdFeB*



Изоляция поверхностного заряда
Требуются большое количество сегнетоэлектрического наполнителя



Организация научного процесса

- Сгенерировать набор идей
- Сделать обзор литературы (State of art), SciVal
- Постановка цели и задач
- Выбор подходов, методов и коллабораторов, SciVal
- Моделирование и проведение экспериментальных исследований
- Анализ полученных данных и сопоставление с данными статей мирового уровня
- Подготовка статьи/патента/доклада
- Оценка успешности выбранного пути при помощи SciVal

Организация научного процесса

- Сгенерировать набор идей
- Сделать обзор литературы (State of art), SciVal
- Постановка цели и задач
- Выбор подходов, методов и коллабораторов, SciVal
- Моделирование и проведение экспериментальных исследований
- Анализ полученных данных и сопоставление с данными статей мирового уровня
- Подготовка статьи/патента/доклада
- Оценка успешности выбранного пути при помощи SciVal



- позиционировать себя
- верифицировать свои топики
- увидеть чем дополнить других
- увидеть кого дополнить
- узнать актуальные топики
- изменение актуальности

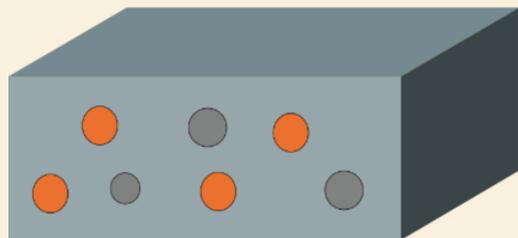


Организация научного процесса

- Сгенерировать набор идей
- Сделать обзор литературы (State of art), SciVal
- Постановка цели и задач
- Выбор подходов, методов и коллабораторов, SciVal
- Моделирование и проведение экспериментальных исследований
- Анализ полученных данных и сопоставление с данными статей мирового уровня
- [Подготовка](#) статьи/патента/[доклада](#)
- Оценка успешности выбранного пути при помощи SciVal

**Задачи участников первой
недели Школы SCIS 2021**

Треки SCIS 2021



Название трека

Цель трека

Моделирование

Моделирование и численное решение модельных задач методом конечных элементов в рамках теории больших деформаций

Пьезоэлектрика

Создание мультиферроидных композитных материалов и исследование пьезоэлектрического эффекта

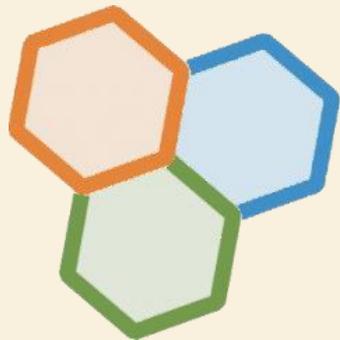
Магнитоэлектрика

Создание магнитоэлектрических композитов и исследование магнитоэлектрического эффекта

Биосовместимость

Создание и проверка биосовместимости магнитных эластомеров

Подробнее с методами создания и исследования материалов вы можете ознакомиться в «Методиках практических работ»



Smart Composites International School



Наука

Лекции, практики, методики,
анализ данных, моделирование

Коммерциализация

Формирование и генерация идей,
маркетинговая стратегия, бизнес-
план, презентация проекта,
патентный поиск

Wellbeing & Soft Skills

Эмоциональный интеллект,
личные качества, психология
и физическая активность

Блок “Наука”



к.ф.-м.н. Олег
Валерьевич
Столбов
ИМСС УрО
РАН, Пермь,
Россия



к.ф.-м.н. Ольга
Серафимовна
Столбова
ИМСС УрО РАН,
Пермь,
Россия



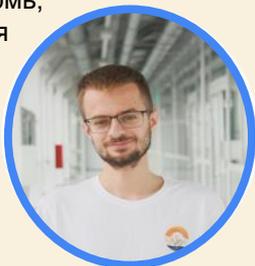
д.ф.-м. н. Геннадий
Владимирович Степанов,
МГУ им. М.В. Ломоносова,
Москва, Россия



проф. Андрей Петухов
Утрехтский Университет,
Утрехт, Нидерланды



проф., д. ф.-м. н. Александр
Павлович Пятаков, МГУ имени
М.В. Ломоносова, Москва, Россия



Александр Сергеевич
Омельяничик
БФУ им. И. Канта, Калининград,
Россия



к.б.н. Ольга Геннадьевна
Хазиахматова БФУ им. И. Канта,
Калининград, Россия



к. ф.-м. н. Людмила
Александровна Макарова, МГУ
имени М.В. Ломоносова, Москва,
Россия



Блок “Коммерциализация”



Всеволод Сергеевич Тормасов
Информационный центр по
атомной энергии Калининград,
Россия



Анна Викторовна Лисевич
БФУ им. И. Канта, Калининград,
Россия



Блок “Wellbeing & Soft Skills”



к.п.н. Александра
Сергеевна Зёлко, БФУ
им. И. Канта,
Калининград, Россия



Александра Вячеславовна
Коробейникова
Мастер спорта по
художественной гимнастике
БФУ им. И. Канта,
Калининград, Россия



Юлия Николаевна Романенко
Преподаватель Soft Skills
Университет ИТМО, Санкт-
Петербург, Россия



Кирилл Владимирович
Соболев
БФУ им. И. Канта,
Калининград, Россия



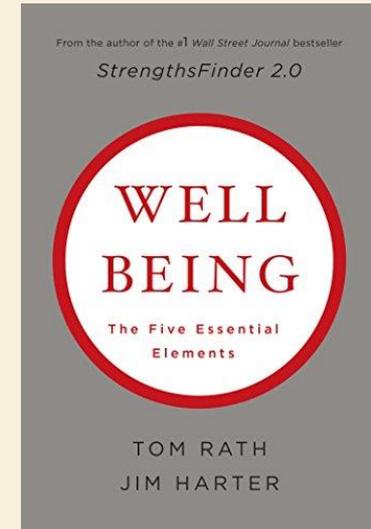
Wellbeing & Soft Skills



noun: **wellbeing**

1. the state of being comfortable, healthy, or happy.

- Наша повседневная деятельность
- Наш взгляд на жизнь
- Как мы относимся к себе
- Как мы справляемся со стрессом
- Как мы относимся к другим и принимаем решения



Wellbeing: The Five Essential Elements, 2010

Wellbeing & Soft Skills

What Exactly Are Soft Skills?

Soft skills are personal attributes needed for success on the job.



Time Management



Networking



Teamwork

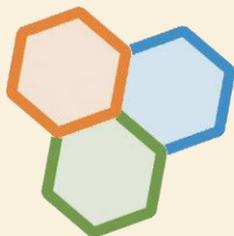


Creative Thinking



Conflict Resolution

- Адаптивность
- Коммуникация
- Креативное мышление
- Надежность
- Трудовая этика
- Командная работа
- Позитивность
- Тайм-менеджмент
- Мотивация
- Решение проблем
- Критическое мышление



Smart Composites International School



Наука

Коммерциализация

Wellbeing &
Soft Skills

Время	Ауд.	Виды занятости
09:00 – 10:00	201	Открытие школы SCIS 2021 для начинающих
10:00 – 11:00		Тур по лабораториям НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения»
11:00 – 12:30	201	ЛЕКЦИЯ-ИНТЕРАКТИВ: А.ЛИСЕВИЧ «Принцип формирования идеи, генерация идей»
12:30 – 13:30		ОБЕД
13:30 – 15:00	204	ЛЕКЦИЯ: О. СТОЛБОВ, О. СТОЛБОВА «Python, Jupyter, Метод конечных элементов, библиотека FEniCS Project»
15:00 – 16:15	201	SOFT SKILLS: А. ЛИСЕВИЧ, А. МОТОРЖИНА Тренинг на знакомство, сплочение и командообразование
16:15 – 16:30		КОФЕ-ПАУЗА
16:30 – 19:00	204	ПРАКТИКА: О. СТОЛБОВ, О. СТОЛБОВА «Решение прикладных задач методом больших деформаций»

Проведение практических работ



Геннадий
Владимирович



Олег
Валерьевич



Ольга
Серафимовна



Кристина



Карим



Максуд



Станислав



Валентина



Анна



Кирилл



Александр



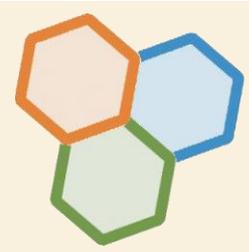
Станислав



Дмитрий



Виктор



Smart Composites
International School

Лабтур

Виктор Беляев

Выбери свой трек в SCIS 2021!

Расставь треки в соответствии с приоритетом!



Название трека

Цель трека

Моделирование

Моделирование и численное решение модельных задач методом конечных элементов в рамках теории больших деформаций

Пьезоэлектрика

Создание мультиферроидных композитных материалов и исследование пьезоэлектрического эффекта

Магнитоэлектрика

Создание магнитоэлектрических композитов и исследование магнитоэлектрического эффекта

Биосовместимость

Создание и проверка биосовместимости магнитных эластомеров



Smart Composites
International School
For beginners



Международная Школа SCIS 2021 открыта!



Российский
научный
фонд



Research and Education Center
Smart Materials &
Biomedical Applications
IKBFU

Калининград, 22 - 29 Августа, 2021