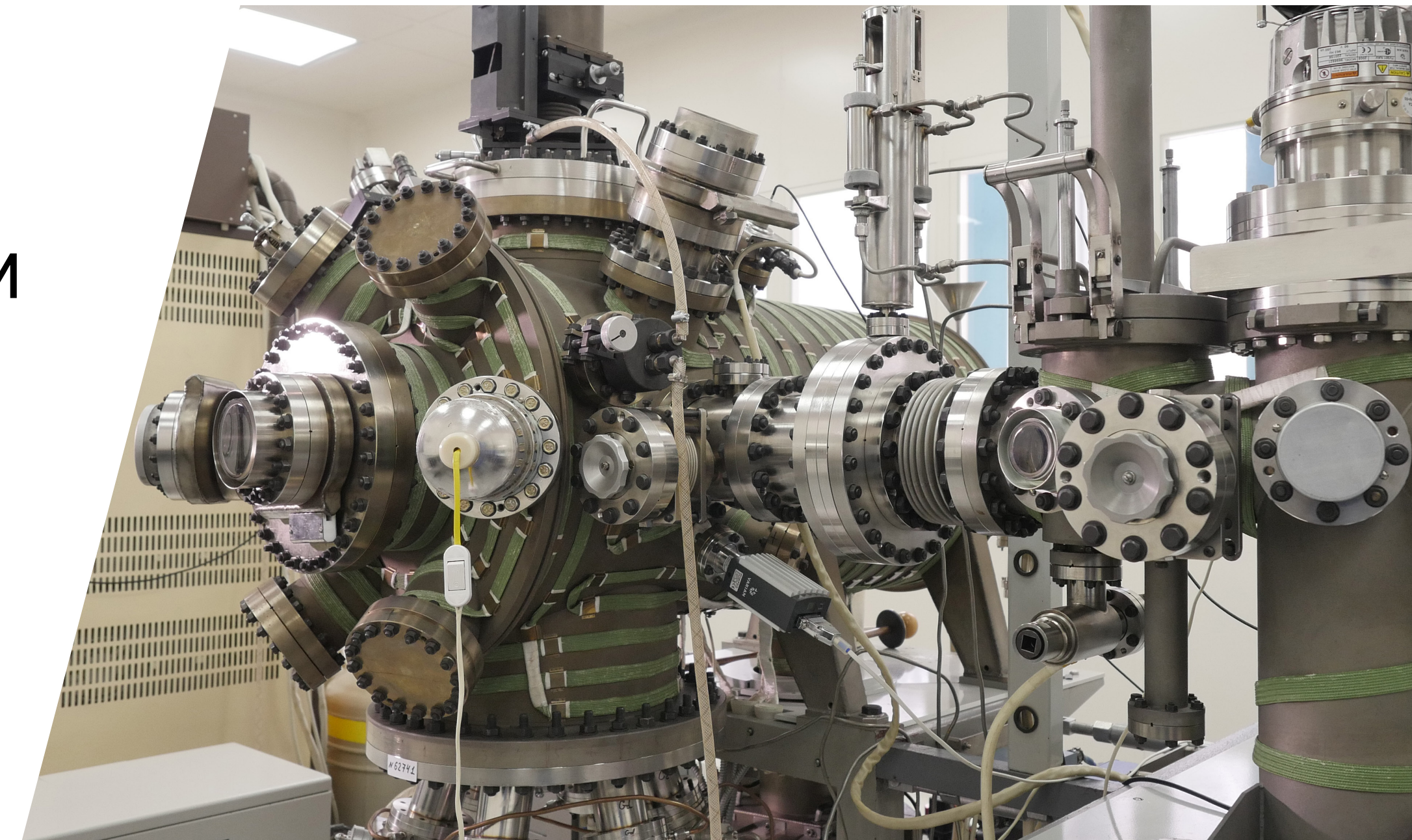




# Перспективные магнитные материалы с многоуровневой иерархической структурой для новых технологий энергетики, электроники и спинтроники



Стратегическая академическая единица

Школа естественных наук и математики

Научное направление

Исследования и разработки новых продвинутых функциональных материалов



## **Общая характеристика проекта**

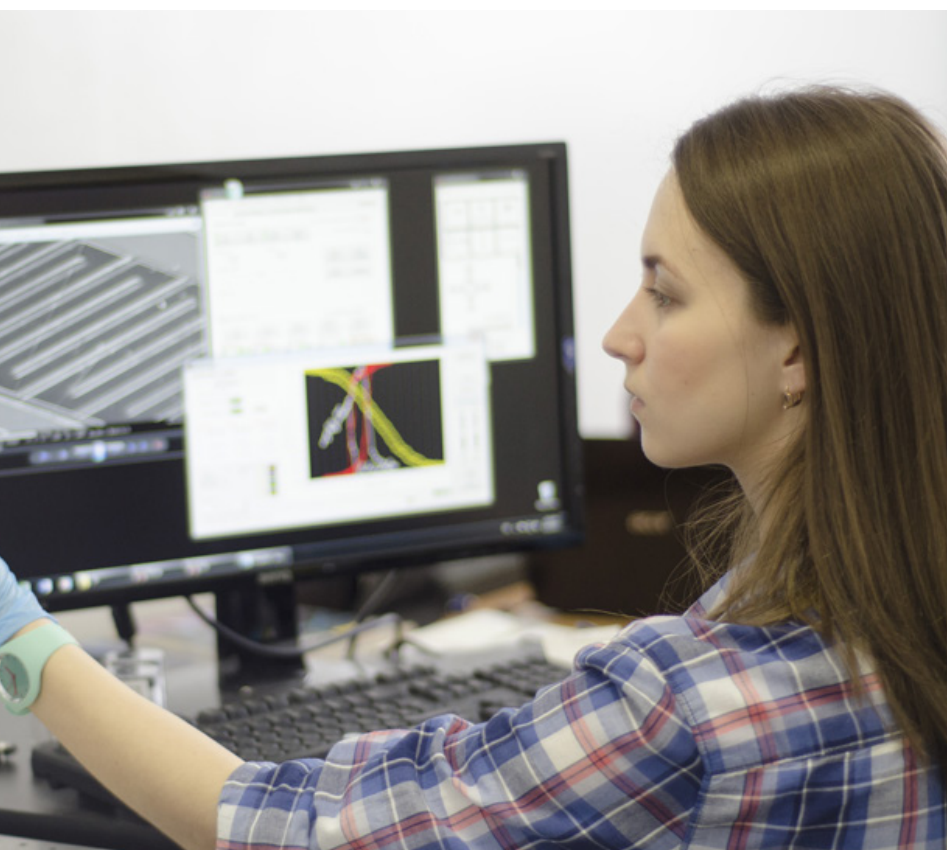
Магнетизм — притяжение идей и технологий: от фундаментальной науки к созданию высоких нанотехнологий постоянных магнитов, магнитных сенсоров и магнитной памяти.

Приоритет научной деятельности САЕ «Институт естественных наук и математики»: исследования и разработки новых продвинутых функциональных материалов.

Проект предусматривает разработку передовых технологий получения новых функциональных магнитных материалов с управляемой многоуровневой структурой, обладающих широким комплексом физических свойств, наличие которых предопределяет возможность реализации прорывных решений в развитии ключевых областей мирового научно-технического прогресса.

Проект рассматривается как масштабная реализация важнейшей составляющей научно-технической деятельности САЕ ИЕНиМ, которая обеспечивает скоординированность научной деятельности коллективов многих подразделений УрФУ и задействует академический научный потенциал.

В рамках образовательной деятельности САЕ ИЕНиМ проект вовлекает в научно-исследовательскую работу студентов бакалавриата, магистратуры и аспирантуры по направлениям подготовки «Физика и астрономия», «Нанотехнологии и микросистемная техника», «Стандартизация и метрология», «Инноватика».





## Руководитель проекта



**Устинов Владимир Васильевич**

Академик РАН, доктор физико-математических наук, профессор

### Наукометрические показатели:

- Автор более 300 научных статей и 4 патентов (за последние 5 лет — более 90 статей);
- Число цитирований ~1900 (за последние 5 лет ~ 600);
- Индекс Хирша — 21.

### Общественное признание:

- Лауреат научных премий (Премия РАН им. А. Ф. Иоффе, Премия им. В. Н. Татищева и Г. В. де Геннина, Золотая медаль им. С.В. Вонсовского, Медаль им. М. Н. Михеева),
- Кавалер Ордена Дружбы, Ордена Почета

### Связь с УрФУ:

- Совместная работа сотрудников ИФМ УрО РАН, УрФУ и НПОА, среди которых участники проекта В. В. Устинов, М. А. Миляев, В. О. Васьковский, удостоена Премии им. В. Н. Татищева и Г. В. де Геннина;
- Выполнен ряд совместных научно-технических проектов, в частности в рамках постановления Правительства РФ №218;
- Под руководством В. В. Устинова работает совместная (УрФУ-ИФМ) научная лаборатория «Магнетизм и магнитные наноструктуры»;
- Совместно организована и проведена форсайт-сессия «Магнетизм XXI века: физика, материалы, технологии».





## ***Соруководители разделов проекта***

### **Хиральная наноспинтроника**



**А. С. Овчинников**  
профессор УрФУ, д. ф.-м. н.



**А. П. Носов**  
зам. директора ИФМ, д. ф.-м. н.

### **Магнитная сенсорика**



**В. О. Васьюковский**  
зав.кафедрой УрФУ, д. ф.-м. н.



**М.А. Мильяев**  
ведущий науч. сотр. ИФМ, к.ф.-м.н.

### **Силовая энергетика**



**Н.В. Кудреватых**  
профессор УрФУ, д.ф.-м.н.



**Н. В. Мушников**  
зам. Председателя УрО РАН,  
академик, д. ф.-м. н.

### **Магнитные нанокompозиты**



**А. Ю. Зубарев**  
Профессор УрФУ, д. ф.-м. н.

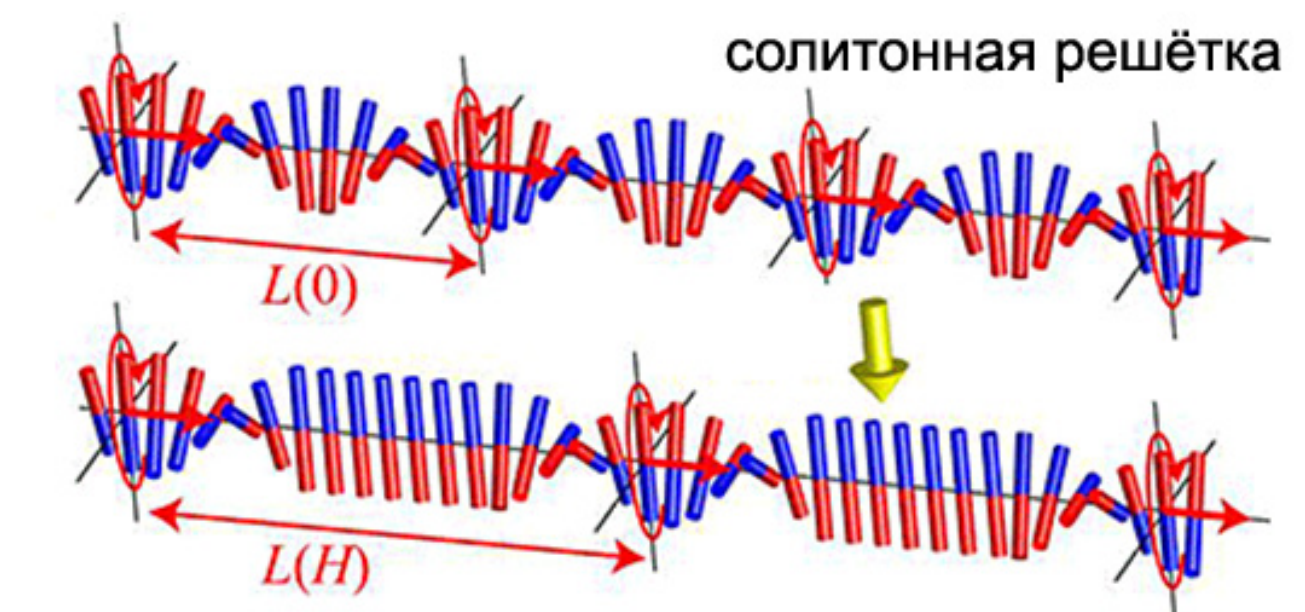
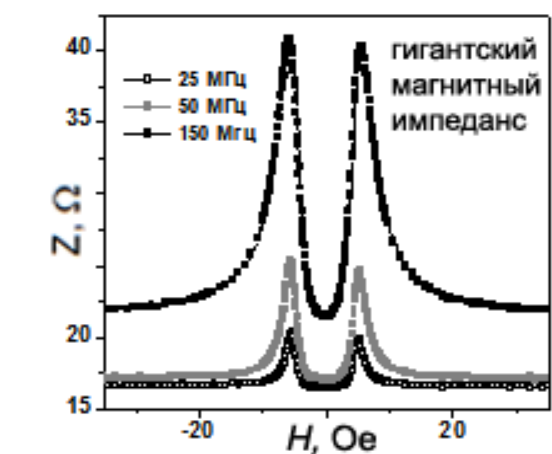
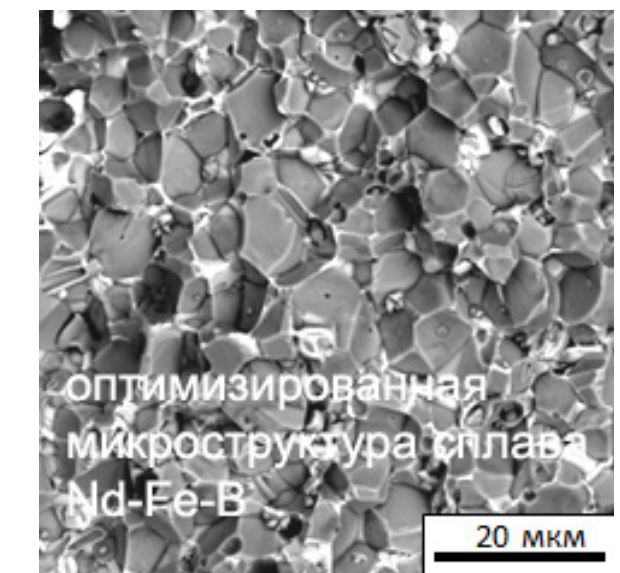
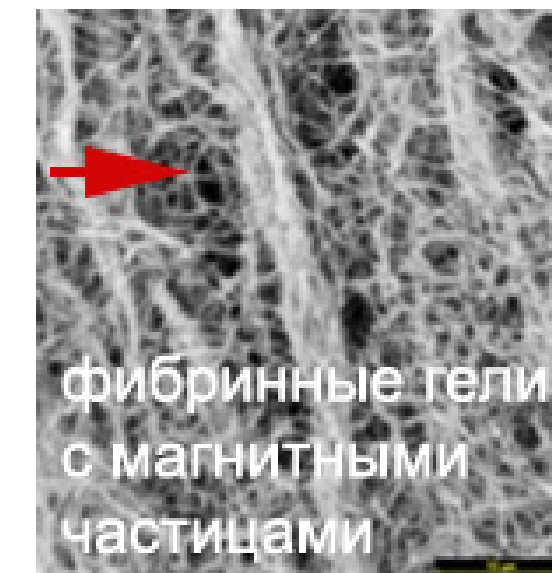
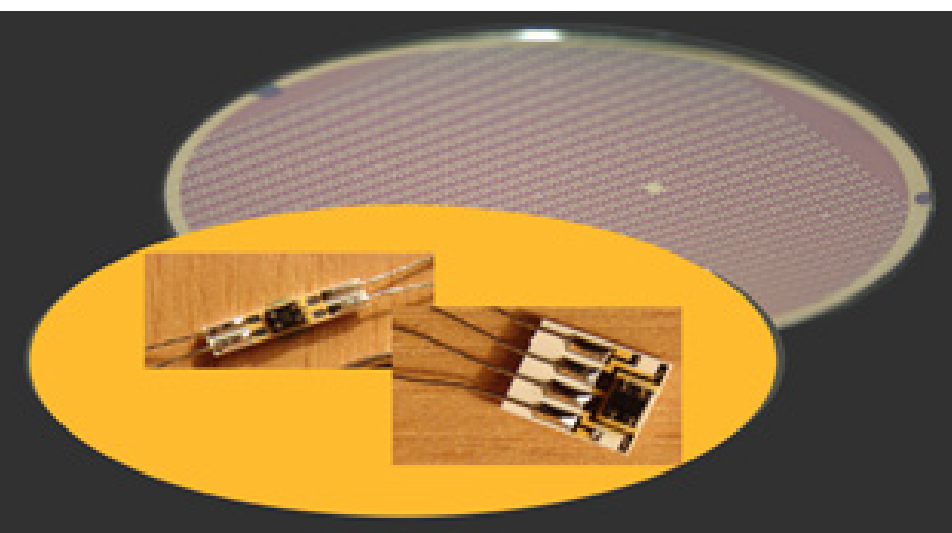


**А. Е. Ермаков**  
главный науч. сотр. ИФМ, д. ф.-м. н.



## Научно-технический задел

- Полный технологический цикл получения спин-туннельных магниторезистивных наноструктур;
- Физические основы магнитной памяти на хиральных гелимагнетиках: инициирование и контроль параметров солитонной решётки в  $\text{CrNb}_3\text{S}_6$ ; эффект дискретного изменения периода решетки магнитных солитонов, сопровождающийся дискретным изменением магнитосопротивления;
- Высокофункциональные магниточувствительные среды и прототипы магнитных сенсоров: низкогистерезисные аналоговые преобразователи на основе спин-вентильных структур и эффекта анизотропии магнитосопротивления; высокочувствительные среды с эффектом гигантского магнитного импеданса;
- Низкокислородная технология получения постоянных магнитов Nd-Fe-B: удельная магнитная энергия  $(BH)_{\text{max}} \geq 50$  млн Гс·Э;
- Технология получения и биологические приложения магнитных нанопорошков: модификация раковых клеток; инженерия биологических тканей при помощи биосовместимых магнитных гелей, изготавливаемых из плазмы крови.





## Прорывная научная новизна и практическая значимость





## Зарубежные академические партнеры

Токийский университет в рейтинге QS World University Rankings занимает 8 место в области физики и астрономии и 17 место в области наук о материалах.

Индекс Хирша — 499.

Совместные публикации — 88.

Мадридский институт материаловедения (ICMM) Национального исследовательского совета Испании (CSIC) — крупнейшее государственное учреждение, ведущее научные исследования в Испании.

Индекс Хирша — 145.

Совместные публикации — 17.

Профессор ICMM Мануэль Базкез является научным руководителем Лаборатории магнитной сенсорики УрФУ.

Институт твердого тела и материаловедения Дрездена — крупный научно-исследовательский институт Германии, член Ассоциации Лейбница. Ведёт научные и технологические исследования в области новых материалов.

Индекс Хирша — 109.

Совместные публикации — 44.



1. Hiroshima University (Хиросима, Япония);
2. University of Glasgow (Глазго, Великобритания);
3. The Open University of Japan (Чиба, Япония);
4. Osaka Prefecture University (Осака, Япония);
5. Tokyo University (Токио, Япония);
6. University of Delaware (Ньюарк, США);
7. University of Manchester (Манчестер, Великобритания);
8. University of Edinburgh (Эдинбург, Шотландия);
9. Institute of Materials Science of Madrid (Мадрид, Испания);
10. Institute for Materials Research, Tohoku University (Сендай, Япония);
11. Leibniz Institute for Solid State and Material Research (Дрезден, Германия);
12. Dresden High Magnetic Field Laboratory (Дрезден, Германия).



## ***Российские академические партнеры***



Институт физики металлов имени М. Н. Михеева УрО РАН (ИФМ) — стратегический партнёр УрФУ - является крупнейшим академическим институтом в Уральском федеральном округе и ведущим в России в области физики магнитоупорядоченных материалов, металлических наноструктур, физического металловедения, углеродных наноматериалов, теории сильнокоррелированных электронных систем, радиационной физики твердого тела. Индекс Хирша — 72, в коллективе 4 академика РАН и 6 членов-корреспондентов РАН. Совместные публикации — 1069, совместная УрФУ-ИФМ Лаборатория магнетизма и магнитных наноструктур – организационная основа проекта, академики В. В. Устинов и Н. В. Мушников — участники проекта.



Сибирский федеральный университет — ориентирован на создание передовой образовательной, научно-исследовательской и инновационной инфраструктуры, продвижение новых знаний и технологий для решения задач социально-экономического развития Сибирского федерального округа, а также формирование кадрового потенциала — конкурентоспособных специалистов по приоритетным направлениям развития Сибири и Российской Федерации, соответствующих современным интеллектуальным требованиям и отвечающих мировым стандартам. Индекс Хирша — 38. Совместные публикации — 14.



Балтийский федеральный университет им. И. Канта — крупнейший образовательный, научный, культурный, просветительский центр западного региона России. Среди приоритетных направлений научной деятельности - разработка функциональных материалов для современной электрофизики, медицины и биологии. Индекс Хирша — 27. Совместные публикации — 7, договор о сотрудничестве между УрФУ и БФУ.





## **Стратегические индустриальные партнеры**

НПО автоматики имени академика Н. А. Семихатова (НПОА) — одно из крупнейших предприятий России в области разработки и изготовления систем управления и радиоэлектронной аппаратуры для ракетно-космической техники и технологических процессов в различных отраслях промышленности.

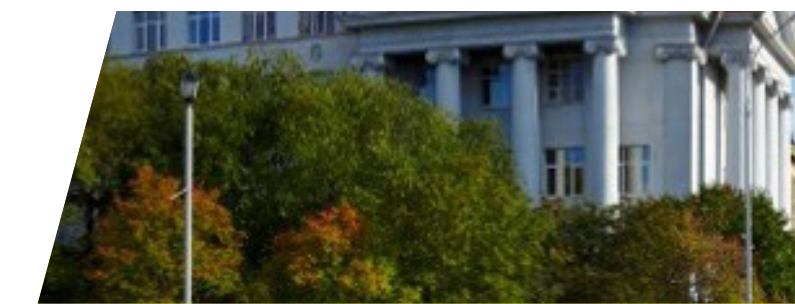
Между УрФУ и НПОА существуют устойчивые партнёрские связи в сферах научно-технической деятельности и подготовки квалифицированных кадров. Результатами последних совместных работ в рамках Федеральных целевых программ и программ Минобра стали новые образцы сенсорной техники, датчиковой аппаратуры, систем телеметрии, которые находятся в стадии внедрения или уже подготовлены к производству. Л. Н. Шалимов, будучи на посту генерального директора НПОА, наряду с сотрудниками УрФУ и ИФМ вошёл в состав коллектива, удостоенного Премии им. В. Н. Татищева и Г. В. де Геннина.

Реализация проекта позволит расширить спектр продукции предприятия в области энергетики, управления транспортом, связи, телемеханики и аэрокосмической техники.

ФГУП «Уральский электромеханический завод» (УЭМЗ) входит в состав Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и является крупным многопрофильным предприятием. В номенклатуру продукции, выпускаемой УЭМЗ, в частности, входят высокоэнергетические постоянные магниты на основе редкоземельных соединений, технология производства которых была разработана в результате совместной деятельности учёных, инженеров и технологов УрФУ, ИФМ и УЭМЗ.

Результаты исследований по проекту расширят спектр функциональных материалов и изделий силовой энергетики, рентабельных для производства и, в частности, лягут в основу технологии производства постоянных магнитов для высоко-температурных приложений.





## Софинансирование

Наименование источника	Объём финансирования, млн руб.		
	2016 г.	2017 г. (продолжающиеся проекты)	2017 г. (планируемые проекты)
Гранты РФФИ	10	10	4
Гранты РНФ	13	8	5
Гранты Президента для молодых кандидатов наук	1	-	1
ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»*)	12	15	-
Конкурсная часть бюджетного финансирования	15	-	15
Хоз. договоры	1	-	2
<b>Всего:</b>	<b>52</b>	<b>33</b>	<b>27</b>

**Итого на 2017 год 60 млн руб.**