



УГТУ  
- УПИ



Финансово-промышленный  
ВЕНЧУРНЫЙ ФОНД ВПК

# **МУЛЬТИЭЛЕКТРОННАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЯ КОМНАТНОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ**

Екатеринбург, 2008



УГТУ  
- УПИ

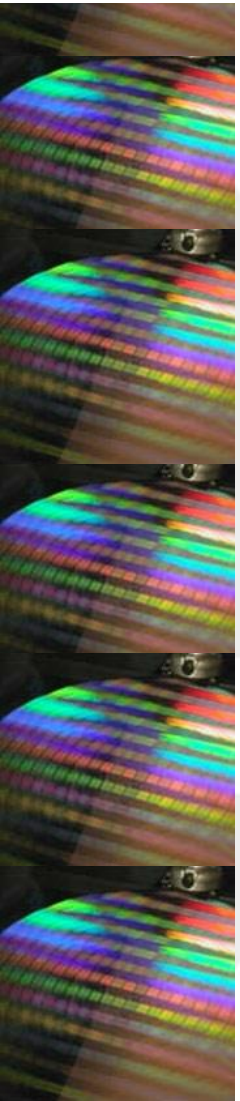


Финансово-промышленный  
ВЕНЧУРНЫЙ ФОНД ВПК

# Цель проекта

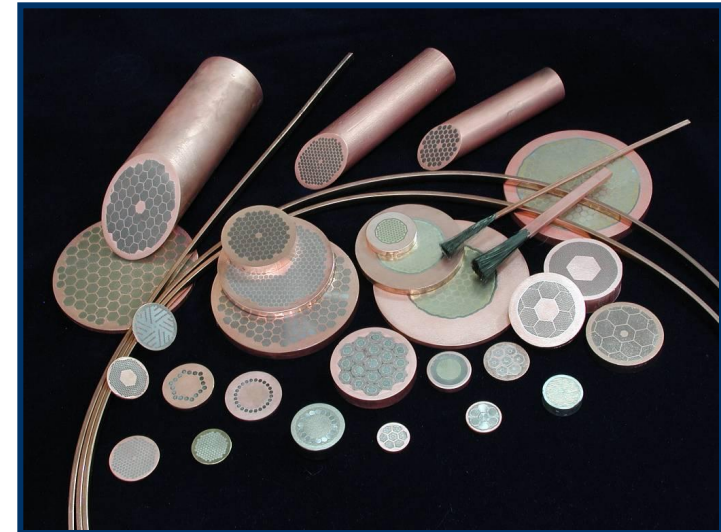
Использование сверхпроводников, работающих при **комнатной температуре**, позволит **создать принципиально новые** накопители энергии, трансформаторы, магнитные сепараторы, двигатели, генераторы. Перспективные сферы применения - в автомобильном, морском, авиационном транспорте, в транспортном магнитном подвесе на железных дорогах, в установках термоядерного синтеза и ускорителях.

[www.vpkf.ru](http://www.vpkf.ru) / [www.vpkf.com](http://www.vpkf.com)

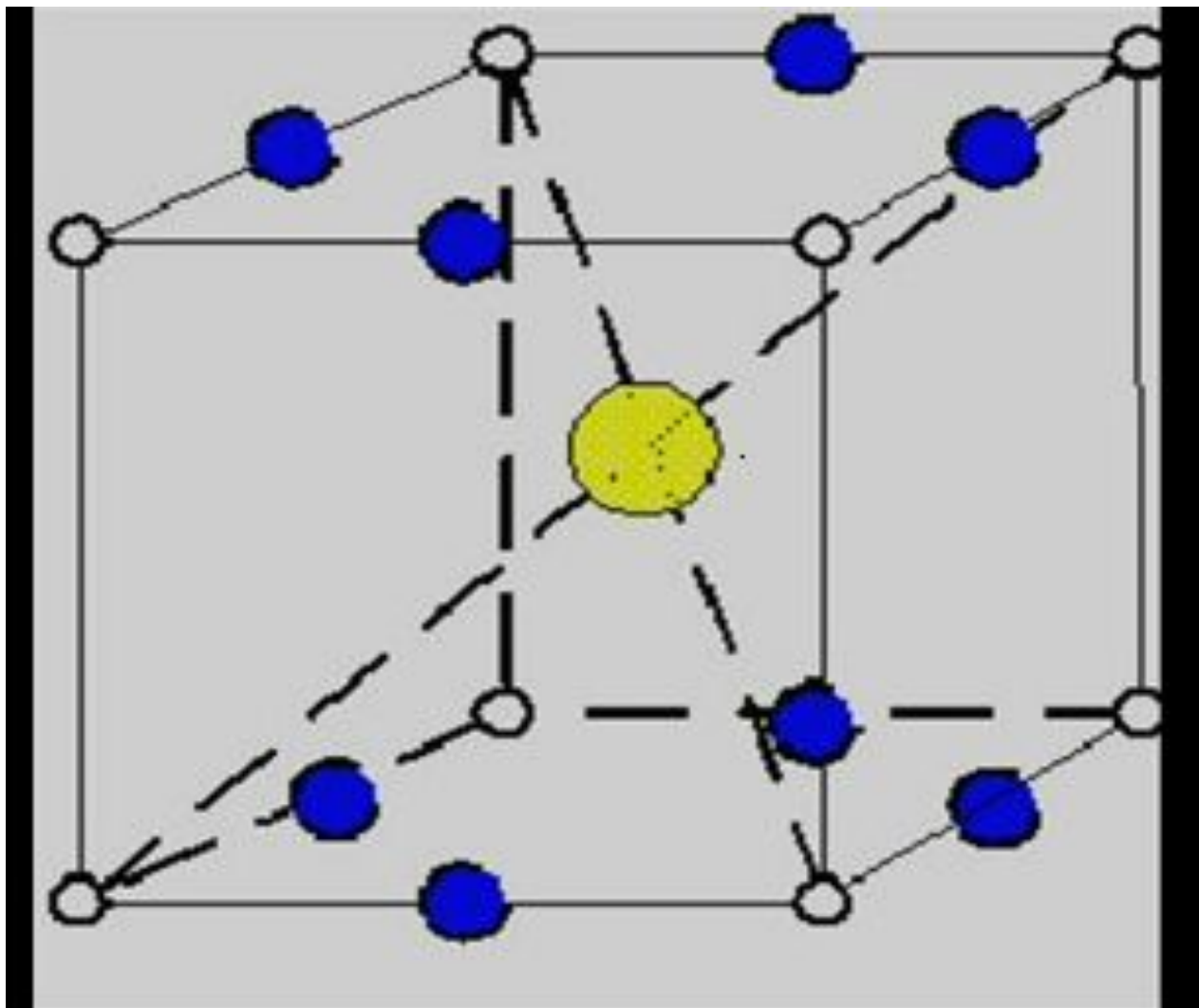


# Актуальность проекта

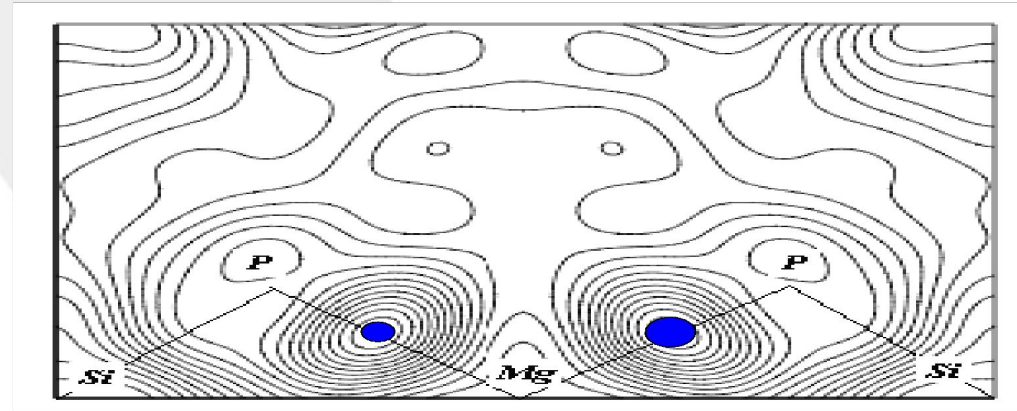
С момента открытия высокотемпературной сверхпроводимости за рубежом (1986) прошло более 20 лет, а **комнатотемпературный сверхпроводник** так и не создан. Сейчас в России эту проблему решают 45 организаций и фирм, но результатов у них нет, так как **механизм высокотемпературной сверхпроводимости** им неизвестен. В данном проекте этот механизм был установлен на основе открытия новой квантовой частицы, которую назвали **мультиэлектрон (me)**.



# Кристаллическая решетка сверхпроводника

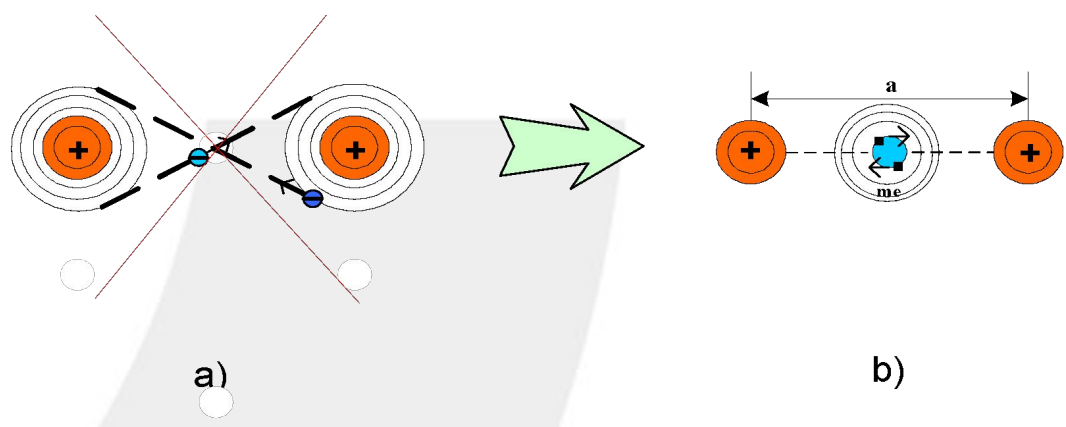


# Открытие мультиэлектрона



Изображение мультиэлектрона на карте электронной плотности в кристалле халькопирита  $MgSiP_2$  ( $ABC_2$ )

## Схема образования мультиэлектрона

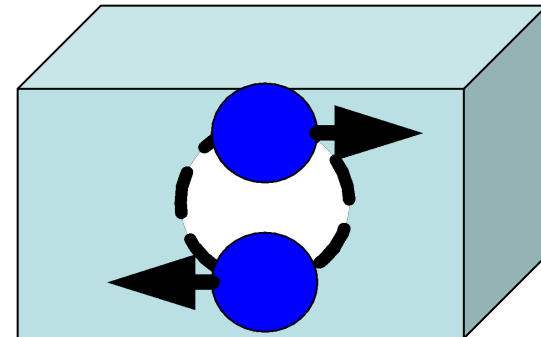


# Что такое мультиэлектрон?

**Мультиэлектрон** – это новая, ранее неизвестная, квантовая частица, которая образуется из двух и более электронов в силовом поле атома.

Сила притяжения между электронами аналогична силе, связывающей протоны и нейтроны в ядре атома (сила Юкавы).

Эта сила уравнивает отталкивание между отрицательно заряженными электронами и приводит к **взаимному вращению** электронов вокруг общей оси.



# Движение электронов в обычном проводнике



**Электроны сталкиваются с кристаллической решеткой и теряют свою кинетическую энергию, которая идет на нагрев решетки. Поэтому возникает электрическое сопротивление.**



УГТУ  
- УПИ

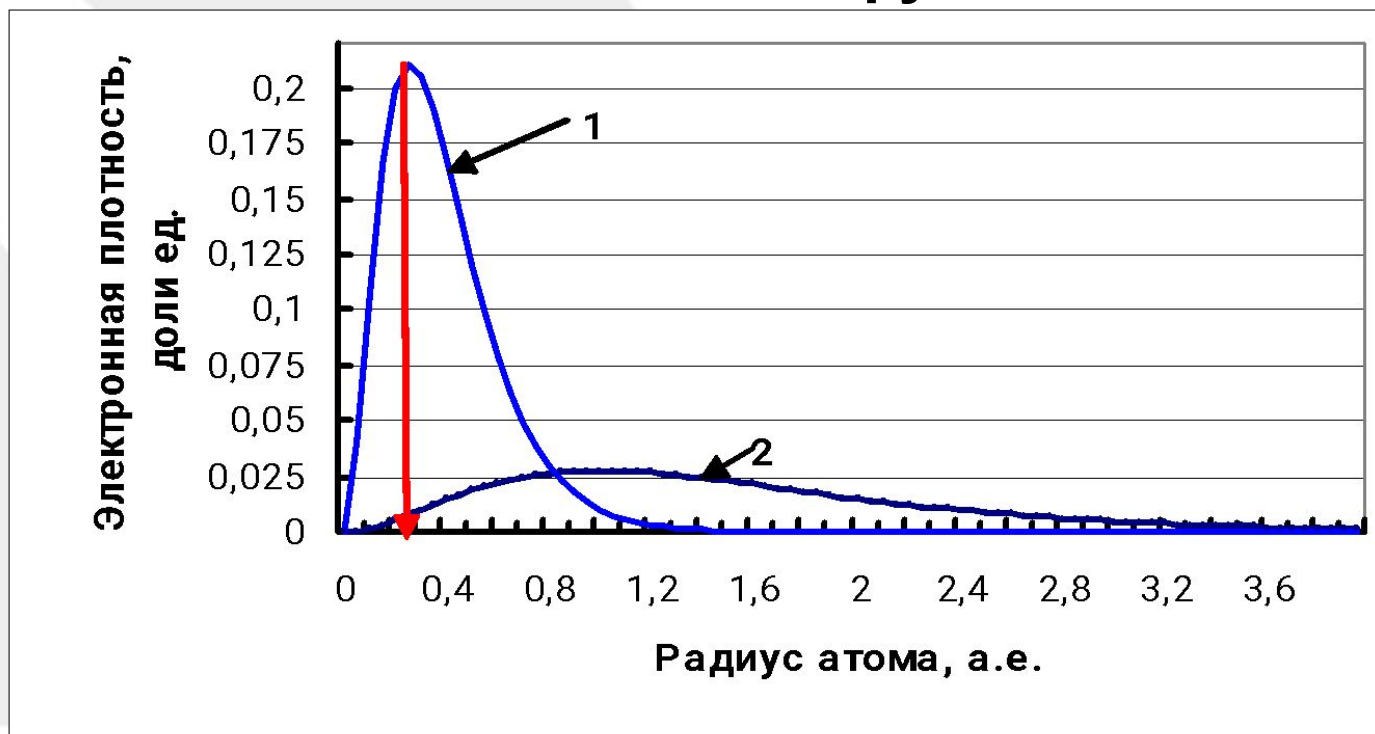
# Движение мультиэлектрона в сверхпроводнике



Кинетическая энергия электронов, составляющих **мультиэлектрон** переходит во вращательную энергию частицы. Поэтому мультиэлектрон не сталкивается с кристаллической решеткой и не испытывает сопротивления. Так возникает **сверхпроводимость**.

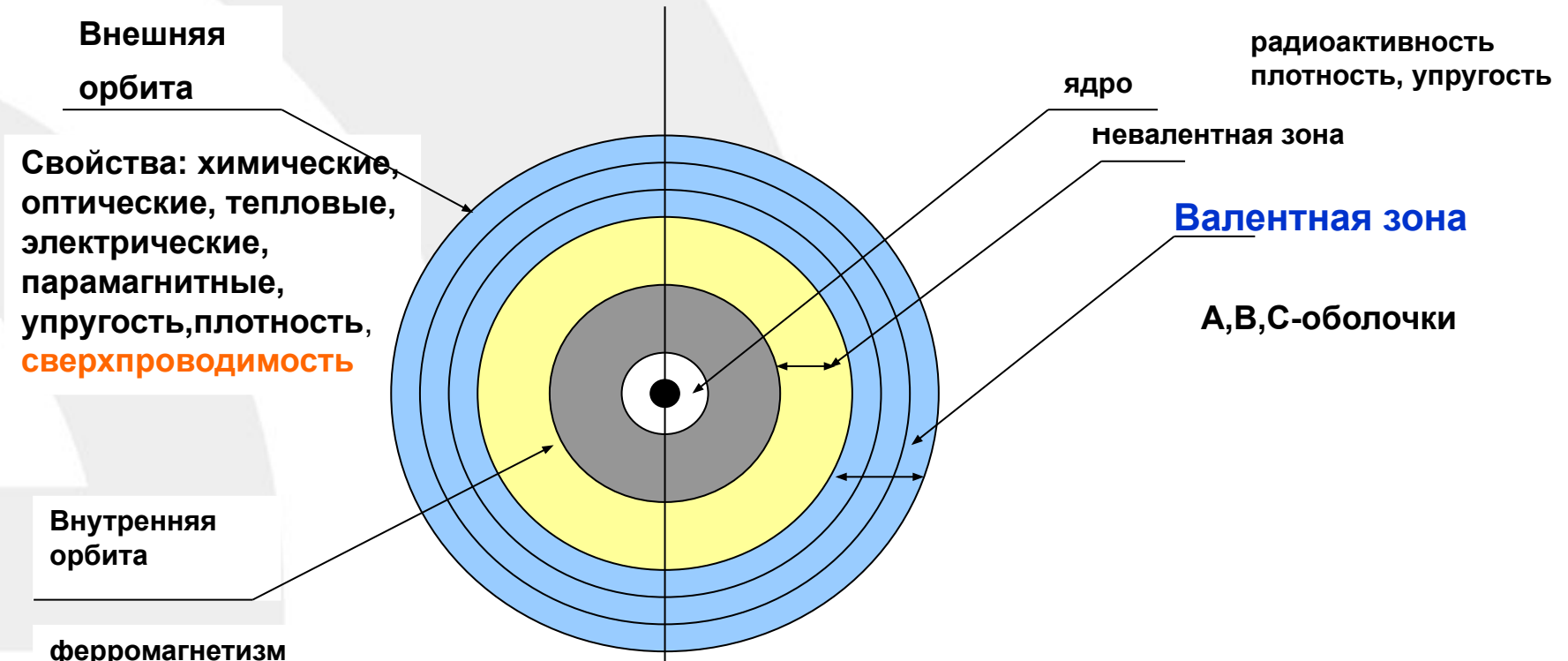


## Определение размеров мультиэлектрона на основе волновой функции



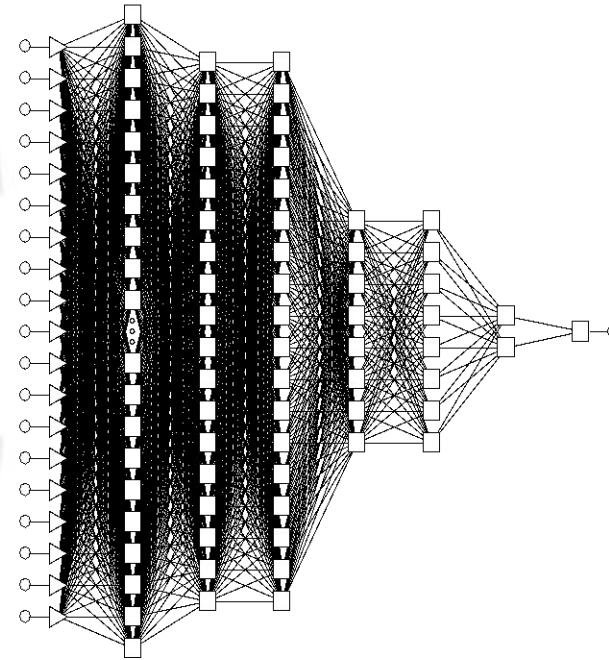
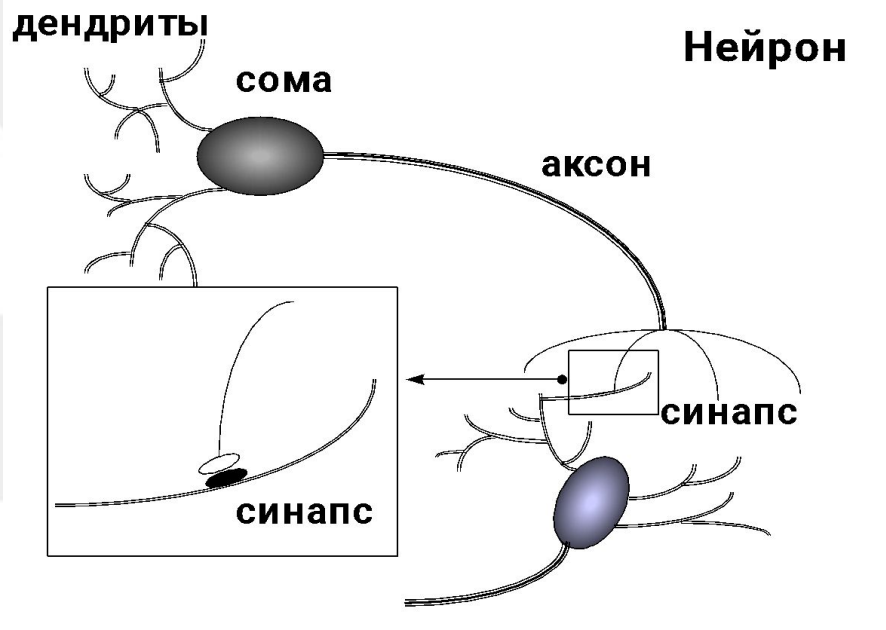
Радиус мультиэлектрона равен 6,9 ...7,2 пм. - (1).  
 Это в 7,5 раз меньше  
 радиуса атома водорода (52,9 пм.)- (2).  
 Поэтому для реализации сверхпроводника  
 необходима нанотехнология

# Влияние мультиэлектрона на **сверхпроводимость**

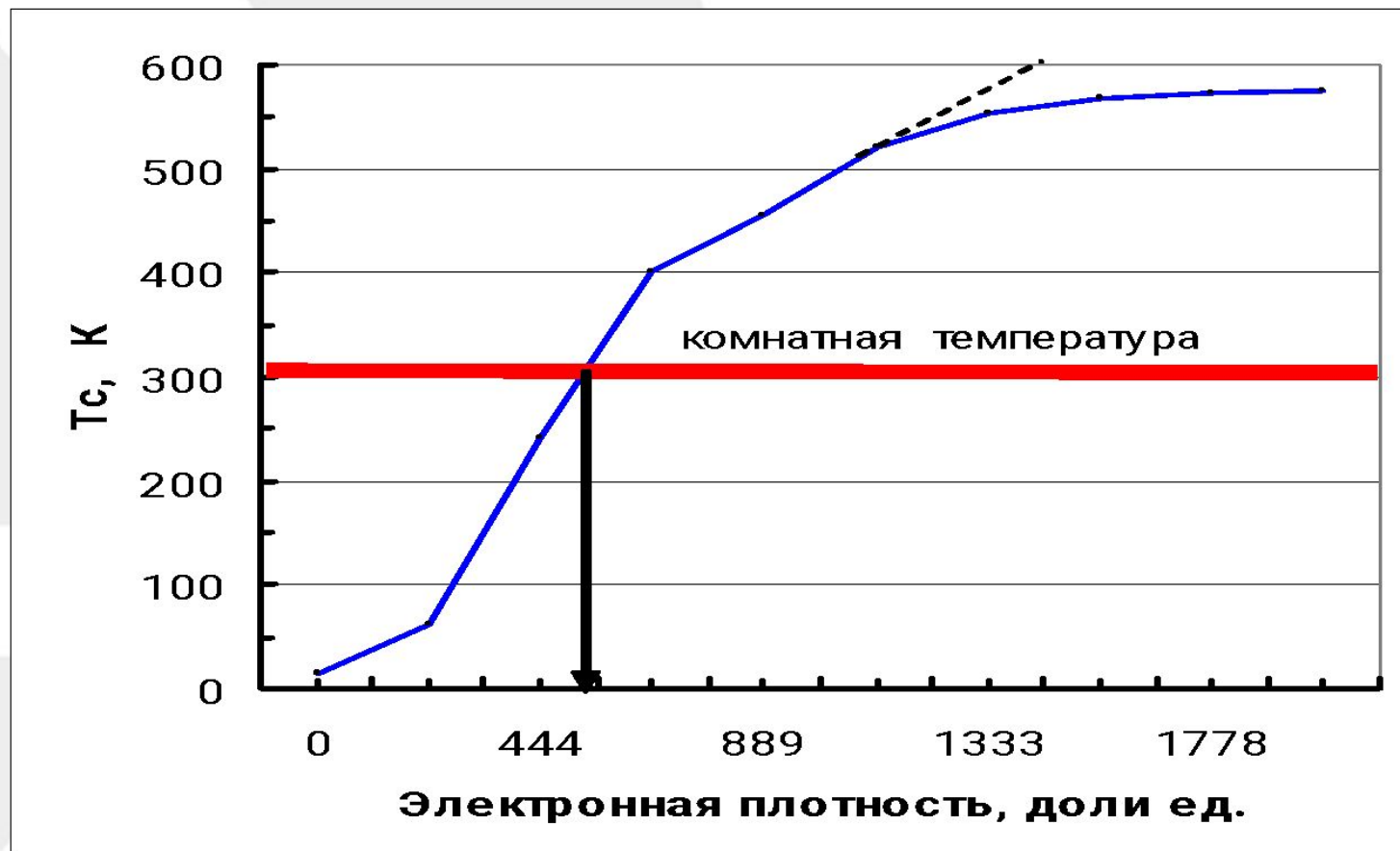


**Мультиэлектрон**  
**должен находится**  
**в зоне проводимости !**

# Применение искусственного интеллекта для определения влияния на температуру сверхпроводимости $T_c$ электронной плотности



## Зависимость температуры сверхпроводимости $T_c$ от электронной плотности



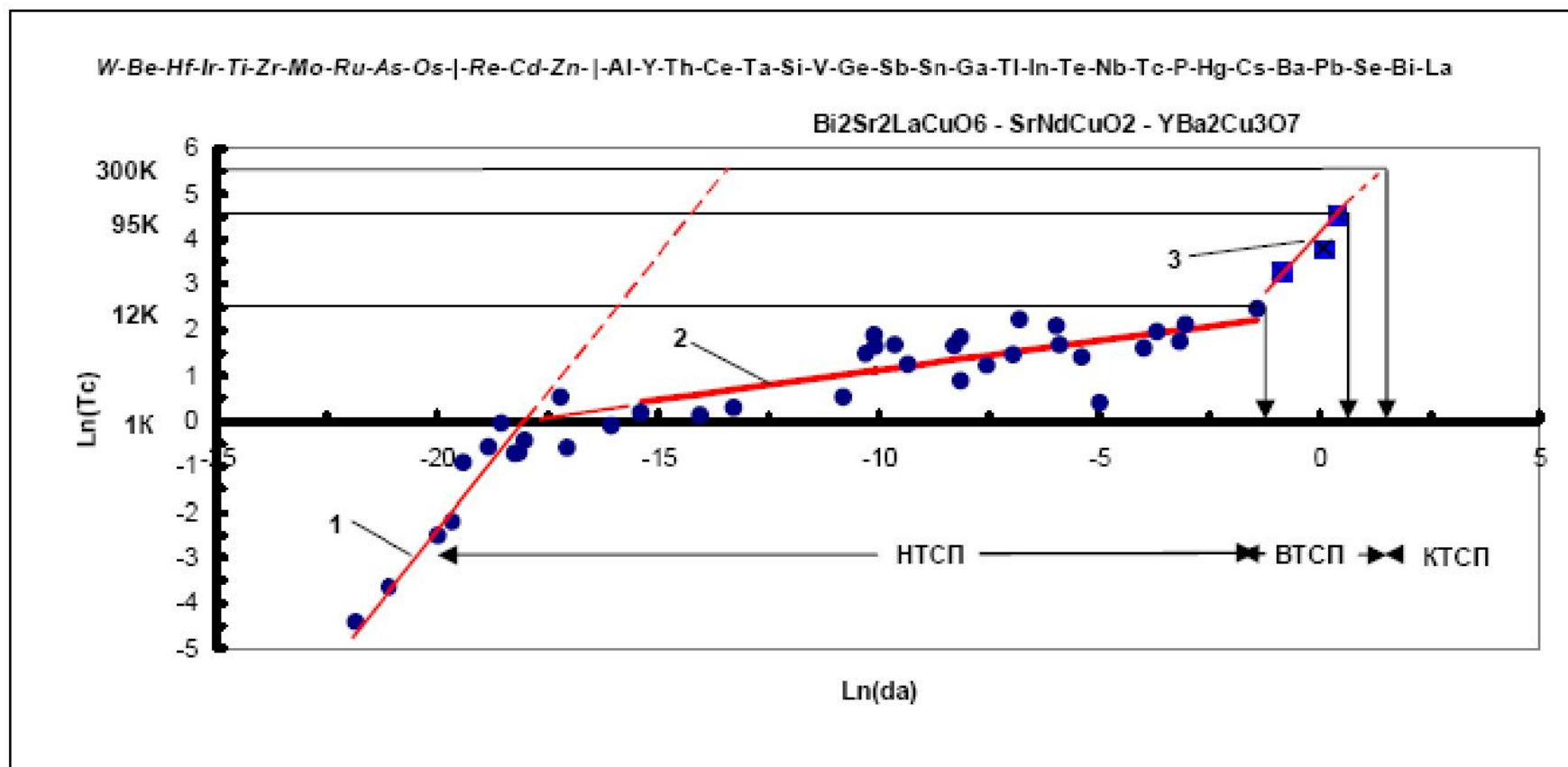
## Математическая модель мультиэлектрона для расчетов комнатотемпературных сверхпроводников

$$-Cu \frac{1}{Rme} \exp\left(-\frac{Rme}{Ru}\right) + \frac{2n^2 r_b}{Rme^2} + \frac{1}{Rme} = -E_{cv} \quad (1)$$

$$-\frac{1}{Ro} + \frac{Rf}{Ro^2} = -E_{cv} \quad \frac{k_b Tc K_u}{2Ry\alpha} = |-E_{cv}| \quad (2)$$

$$\frac{dR}{da} = \frac{Rbl - Ro}{RblK_{mp}Tc^2 + RmeKme_{mp}Tc} = \exp(C_1 + C_2 \ln((RblK_{mp}Tc^2 + RmeK(me)_{mp}Tc)^{-1})) \quad (3)$$

# Определение $T_c$ в зависимости от размера кристаллической решетки



Точность расчетов 23%, коэффициент корреляции 0,998

## Нанотехнология комнатотемпературного сверхпроводника

1	Выбор материала КТСП	Материалы с преобладанием ковалентной связи	> 76,8 % ковалентной связи: полипропилен, полиуретан, вискоза	Применение [Si], [Ge]
2	Создание сверхпроводящих носителей тока и необходимой структуры решетки	Формирование подрешетки из Мультиэлектронов с заданными размерами и величиной КЛТР	Образование свободных электронов, создание из них суперполяронов, упорядочивание структуры сверхпроводящих каналов	Электронная решетка типа алмаза в [Si], [Ge]
3	Обеспечение необходимой электронной концентрации носителей	Создание электронной концентрации для формирования свободных мультиэлектронов	Обогащение материала суперполяронами до $10^8 \dots 10^9 \text{ см}^3$ путем электростатической обработки напряжением 5..10 КВ	Изовалентное Легирование [Ge], Изовалентное легирование [Sn], [Ge], [C]
4	Создание слоевой структуры КТСП	Реализация эффекта обратотемпературной сверхпроводимости путем применения слоев с различным КЛТР	Формирование Напылением слоевой пленочной структуры с различными КЛТР для подложки и полимера	Эпитаксиальная технология сверхпроводящего канала транзистора
5	Стабилизация сверхпроводящих носителей	Лазерная и электромагнитная обработка с термозакалкой	Лазерная, магнитная, ультрафиолетовая обработка	Лазерная и электромагнитная обработка с термозакалкой
6	Технологический контроль	Измерение постоянной решетки с точностью $10^{-7}$	Не предусмотрено	Прецизионная томография

## Зарубежные экспериментальные подтверждения комнатотемпературной сверхпроводимости

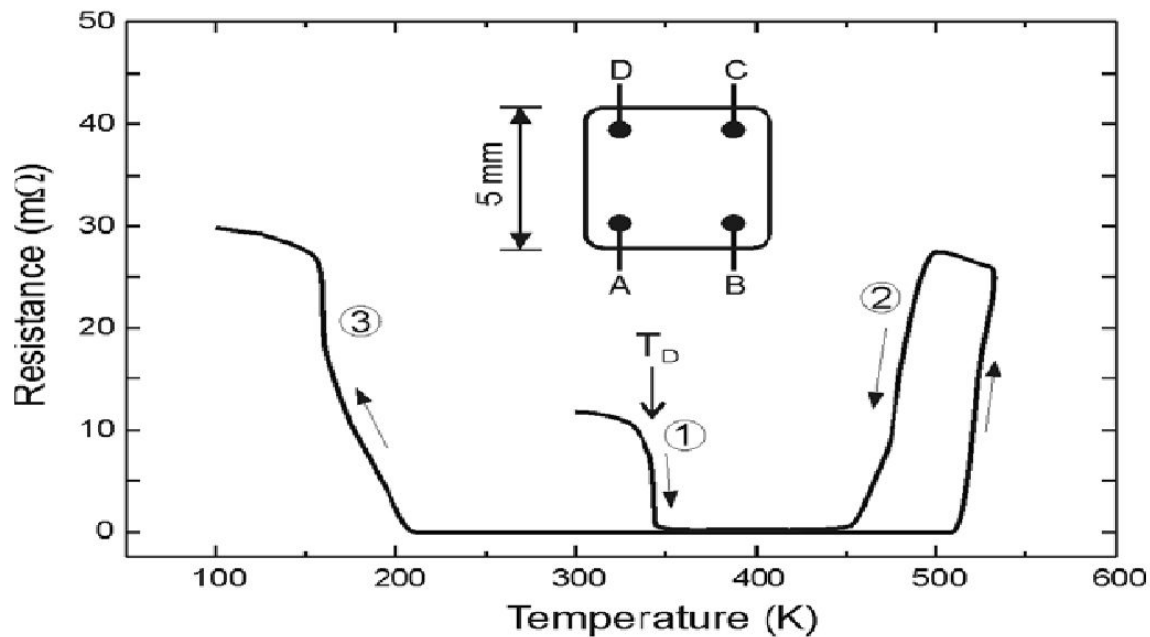


Fig 3.

342 K = 69 C, Danijel Djurek. et al.  
№ DE 100 07 915 A1





## План выполнения проекта

1. Установление механизма сверхпроводимости; +
2. Создание математической модели процесса; +
3. Адаптация и проверка адекватности математической модели; +
4. Создание теории высокотемпературной, в том числе комнатотемпературной сверхпроводимости; +
5. Разработка компьютерной модели и программного комплекса для технологических расчетов сверхпроводников; +
6. Проведение НИР по созданию опытного образца комнатотемпературного сверхпроводника, в том числе сверхпроводящего транзистора; -
7. Разработка технологии комнатотемпературных сверхпроводников. -

# Ёмкость рынка

**Рынок** для данной продукции - **глобальный**.

Применение сверхпроводников работающих при комнатной температуре в электроэнергетики дает:

сокращение потерь электроэнергии примерно в 2 раза;

снижение массогабаритных характеристик оборудования;

повышение надежности и устойчивости работы энергосистем;

создание принципиально новых систем энергетики при совмещении с другими инновационными подходами за счет синергетического эффекта.

Отрасли	1994	2000	2010	2020
<b>Объем продаж (млрд. долл.)</b>	1,5	8-12	60-90	150-200
<b>Электроника</b>	незначительно	23%	32%	46%
<b>Энергетика</b>	незначительно	15%	16%	18%
<b>Транспорт</b>	незначительно	9%	6%	9%
<b>Медицина</b>	100%	30%	24%	11%
<b>Прочее</b>	незначительно	23%	22%	16%
<b>ИТОГО</b>	100%	100%	100%	100%

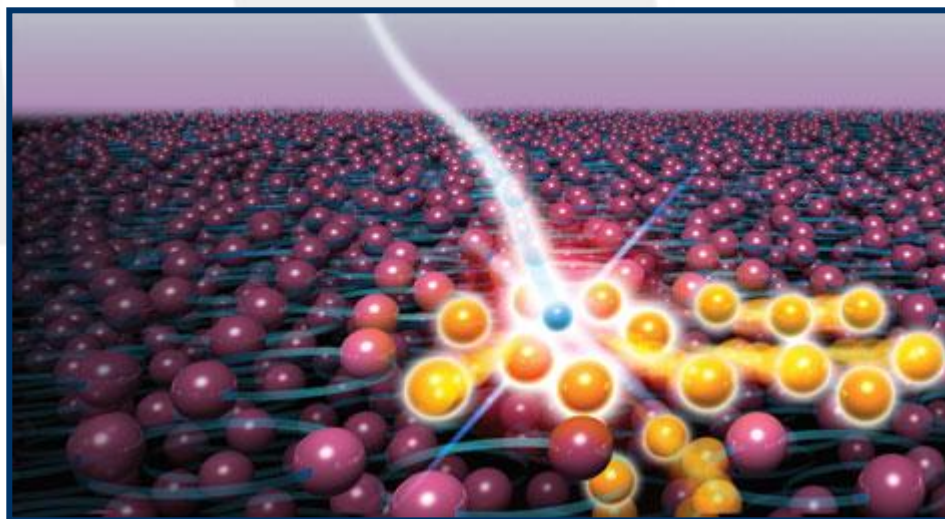
Источник: Р.С.Соколовский, Intermagnetics General Corp.

# Экономические параметры

Срок исполнения проекта - 18 мес.

Требуемый объем инвестиций - 3,45 млн. рублей

Рентабельность проекта – 47 %





УГТУ  
- УПИ



Финансово-промышленный  
ВЕНЧУРНЫЙ ФОНД ВПК

# Благодарим за внимание !

*Приглашаем к сотрудничеству инвесторов*

**УГТУ – УПИ**  
г.Екатеринбург,  
Ул Мира,19. РЦ НИТ,

**В.М. Кормышев**  
**В.Б. Щербатский**

e-mail:[cnit@ustu.ru](mailto:cnit@ustu.ru)

**ФПВФ ВПК**

г. Екатеринбург, ул. Вайнера  
15, оф. 3

Телефон/факс: +7 (343)  
376-60-15, 379-01-09

e-mail: [mail@vpkf.rue](mailto:mail@vpkf.rue)-mail:  
[mail@vpkf.ru](mailto:mail@vpkf.ru), [vpkf@mail.ru](mailto:vpkf@mail.ru)

