



СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХПРОВОДНИКОВ

Выполнил Яговкин Олег
У04-03



Введение

«Величайшим триумфом человеческого гения является то, что человек способен понять вещи, которые он уже не в силах вообразить».



Л. Д. Ландау

Определение

- **Сверхпроводимость** — свойство некоторых материалов обладать строго нулевым электрическим сопротивлением при достижении ими температуры ниже определённого значения.

Краткая история развития сверхпроводников



Первооткрыватель
сверхпроводимости Камерлинг-
Оннес



Авторы наиболее
популярной модели
сверхпроводимости (БКШ) –
Джон Бардин, Леон Куппер,
Джон Шриффер



Родоначальники
ВТСП. Лауреаты
Нобелевской
премии Алекс
Мюллер и Георг
Беднорц

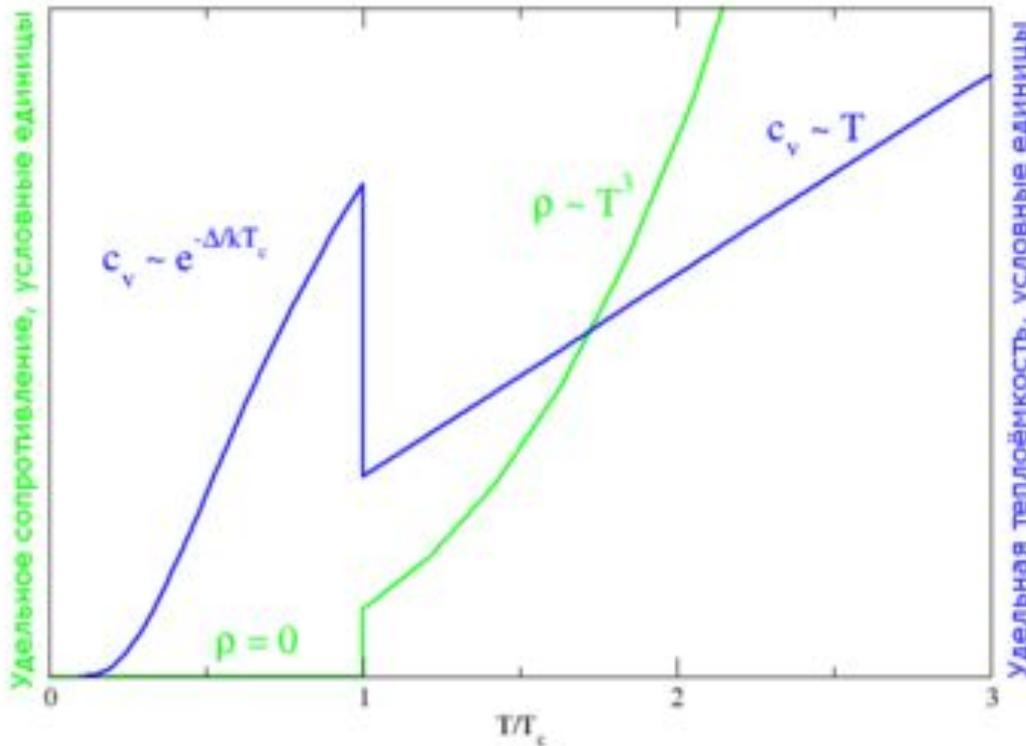
Свойства сверхпроводников

- Нулевое электрическое сопротивление



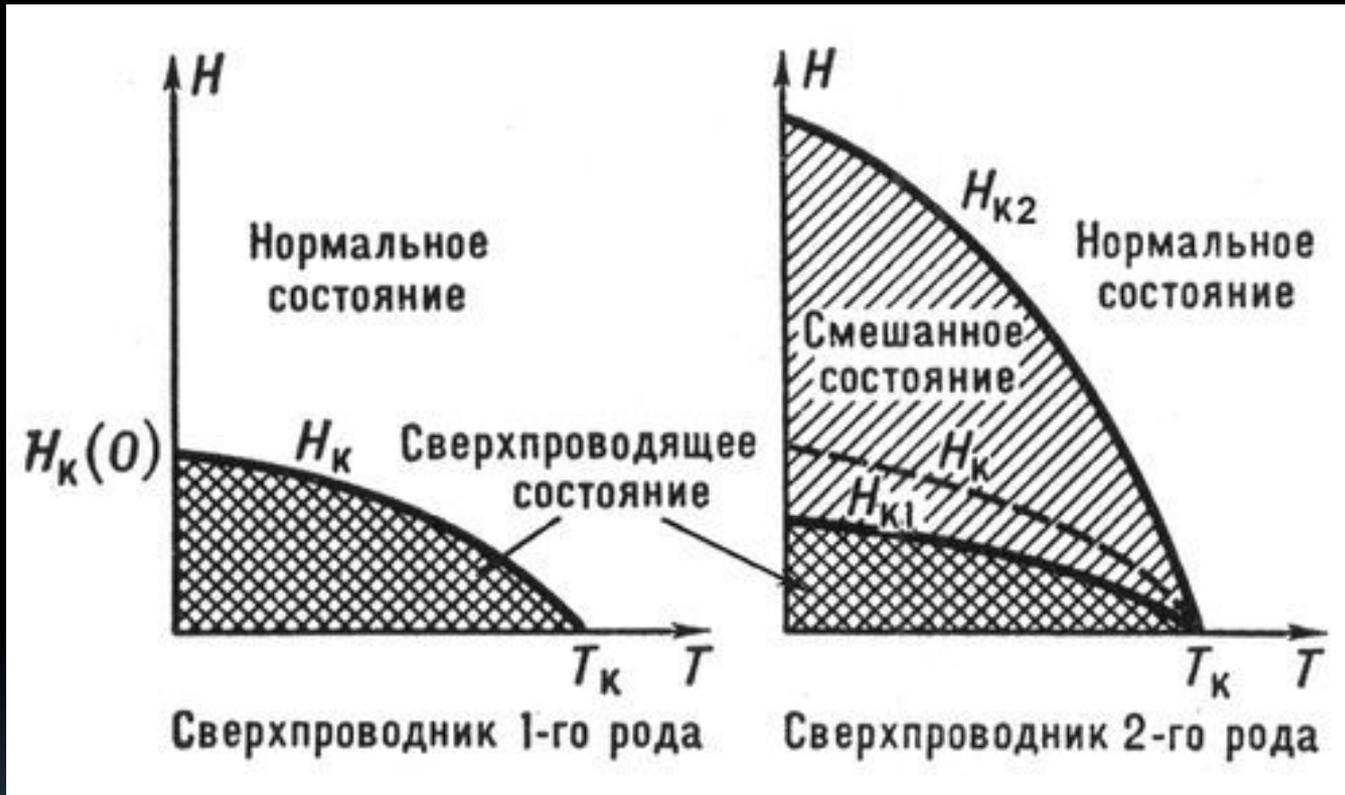
Электрические кабели для ускорителей в CERN: сверху обычные кабели для Большого электрон-позитронного коллайдера; внизу — сверхпроводящие для Большого адронного коллайдера.

- **Фазовый переход в сверхпроводящее состояние**



Характер изменения теплоемкости (c_v , **синий** график) и удельного сопротивления (ρ , **зеленый**), при фазовом переходе в сверхпроводящее состояние.

- **Сверхпроводники I и II рода**



Фазовая диаграмма для сверхпроводников 1-го и 2-го рода

- Эффект Мейснера

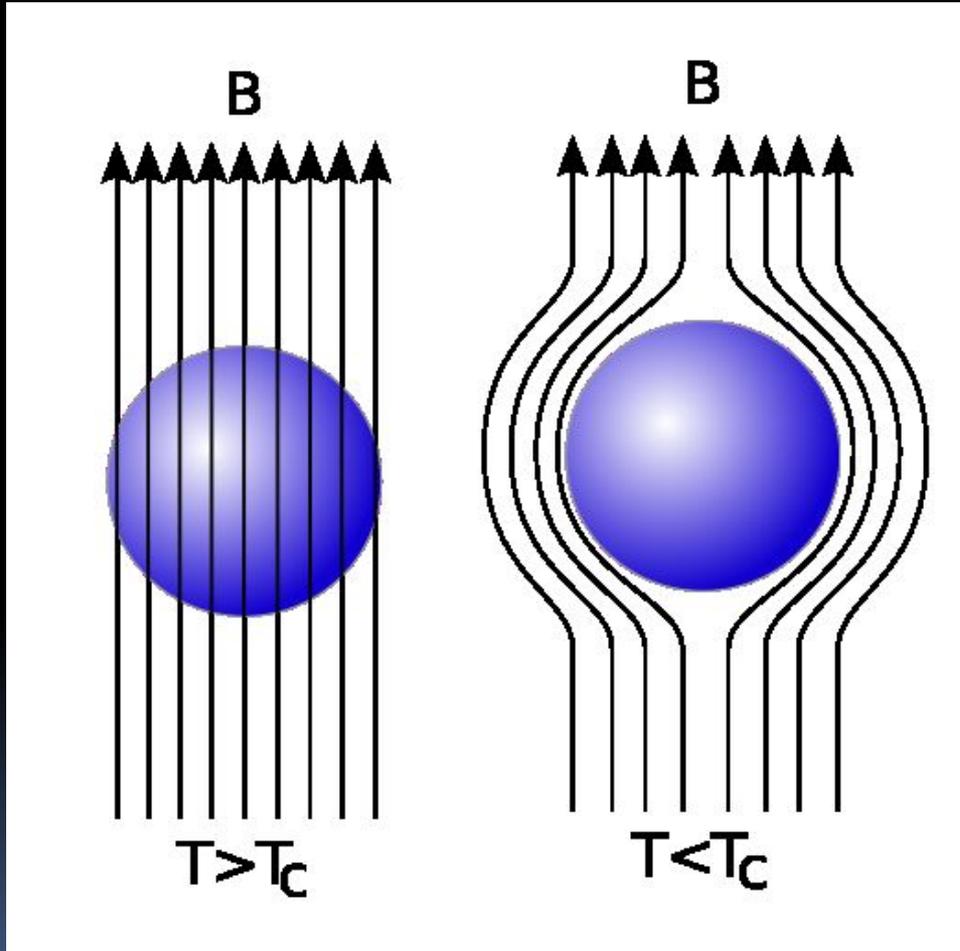
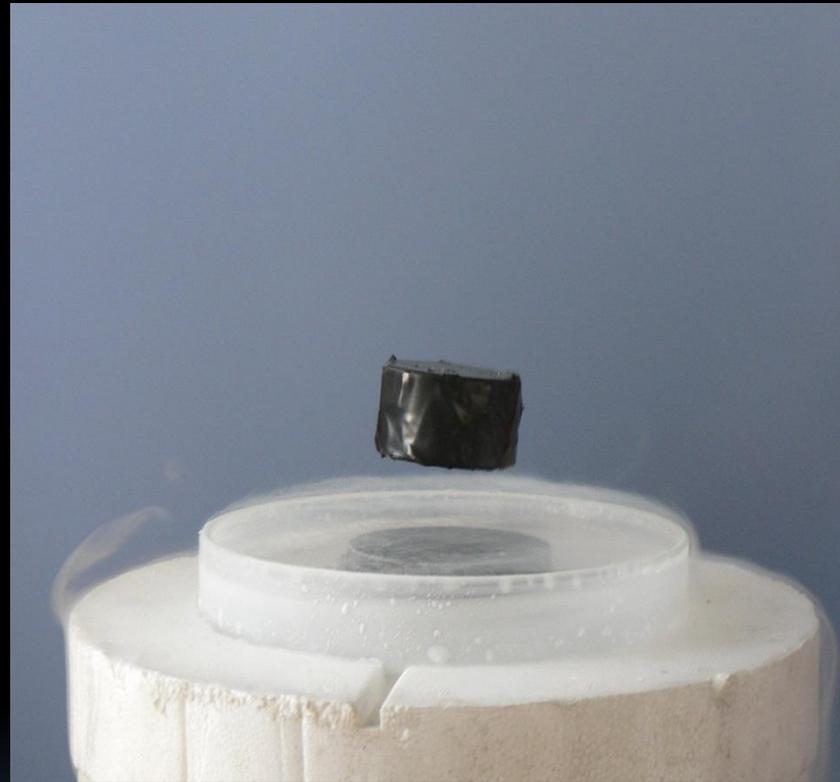


Схема Эффекта Мейснера. Показаны линии магнитного поля и их вытеснение из сверхпроводника, находящегося ниже своей критической температуры.

• Эффект Мейснера



Эффект Мейснера чаще всего иллюстрируется вот такой «левитацией» сверхпроводника в магнитном поле.





- Эффект Литтла - Паркса

- В 1962 году учёными Литтлом и Парксом было обнаружено, что температура перехода тонкостенного цилиндра малого радиуса в сверхпроводящее состояние периодически (с периодом равным кванту потока) зависит от величины магнитного потока

- 
- *Изотопический эффект* у сверхпроводников заключается в том, что температуры T_c обратно пропорциональны квадратным корням из атомных масс изотопов одного и того же сверхпроводящего металла.

Момент Лондона

- Вращающийся сверхпроводник генерирует магнитное поле, точно выровненное с осью вращения, возникающий магнитный момент получил название «момент Лондона». Он применялся, в частности, в научном спутнике «Gravity Probe B».



Магнитно – вихревая теория

- *Когда сверхпроводник попадает в магнитное поле, это поле проникает в него в виде тонких потоков, называемых вихрями. Вокруг каждого такого вихря возникают электрические токи. Эти вихри тиражируют себя и рассеиваются, когда температура материала возрастает.*

Квантово – механическая теория (теория БКШ)

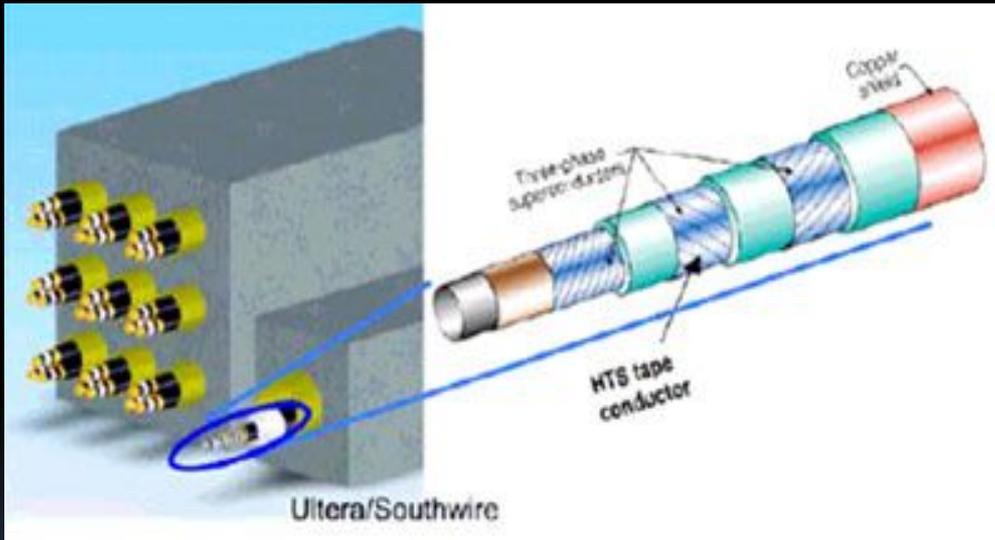


Ключевым фактором повышения критической температуры перехода в сверхпроводящее состояние в теории БКШ является энергия связи куперовских пар. Однако в высокотемпературных купратных сверхпроводниках рост энергии связи не приводит к росту температуры перехода из-за электронов, «застывших в пробках» вблизи атомов меди.

Применение

СВЕРХПРОВОДНИКОВ

- ВТСП кабель



Сравнение 3х3 сборки кабельного блока подземной распределительной сети из медного кабеля с одноканальным кабельным блоком ВТСП кабеля на 13 кВ при одинаковой передаваемой мощности в 69 МВА

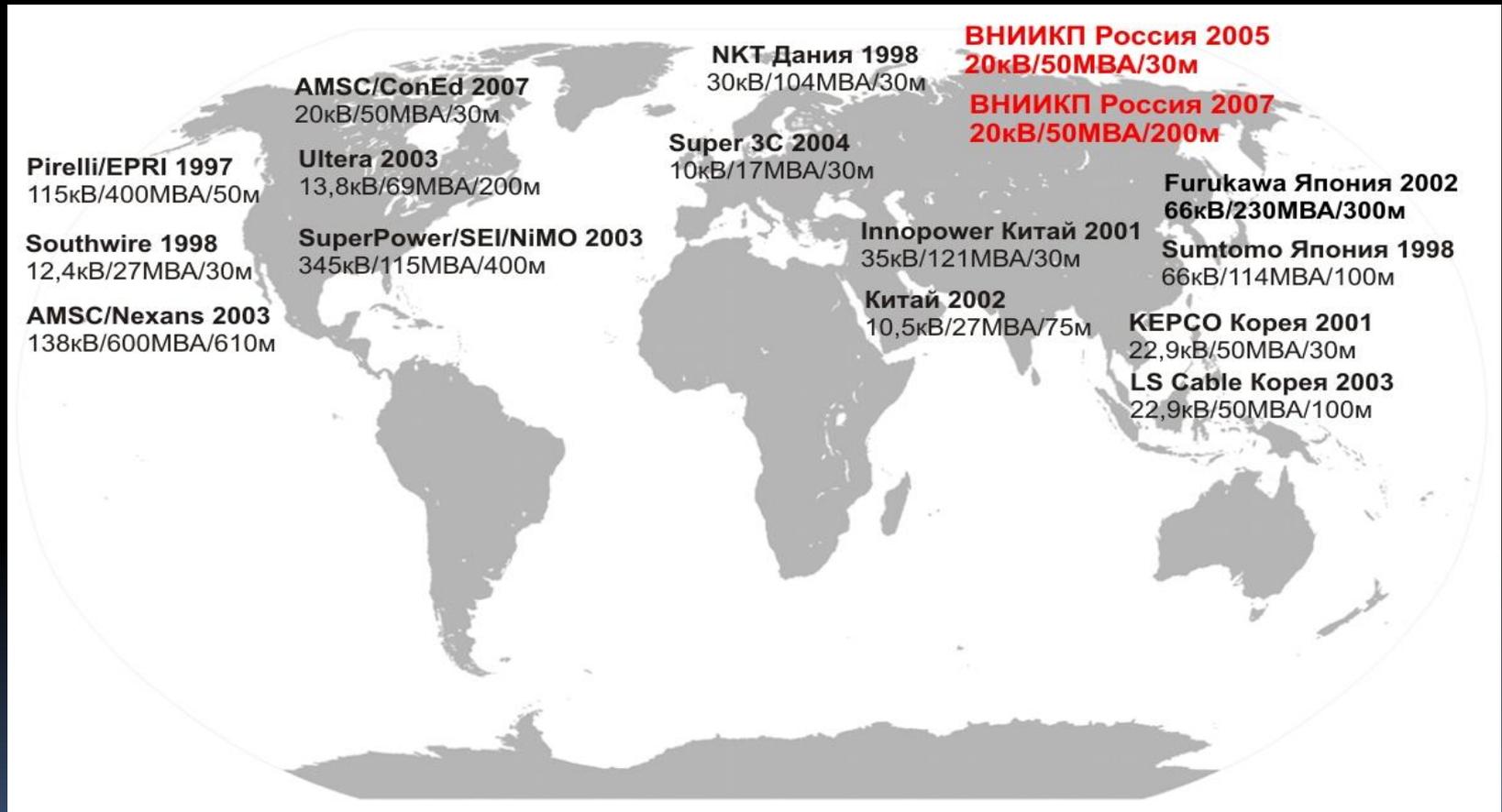
Применение сверхпроводников

- *Генераторы переменного тока*



- В 2005 г был успешно испытан ВТСП синхронный электродвигатель мощностью 400 кВт

Применение сверхпроводников



ВТСП-кабели (основные проекты)

Применение сверхпроводников

- *Сверхпроводящие магниты*



Магнитно-резонансный
томограф на основе
использования
сверхпроводящего магнита с
напряженностью поля 1.5 Тл.
Дата изготовления – 2003г.

Применение сверхпроводников



- В недалеком будущем сверхпроводимость станет одной из базовых составляющих технического прогресса во многих секторах экономики, и будет играть важную роль в нашей повседневной жизни

Спасибо за внимание