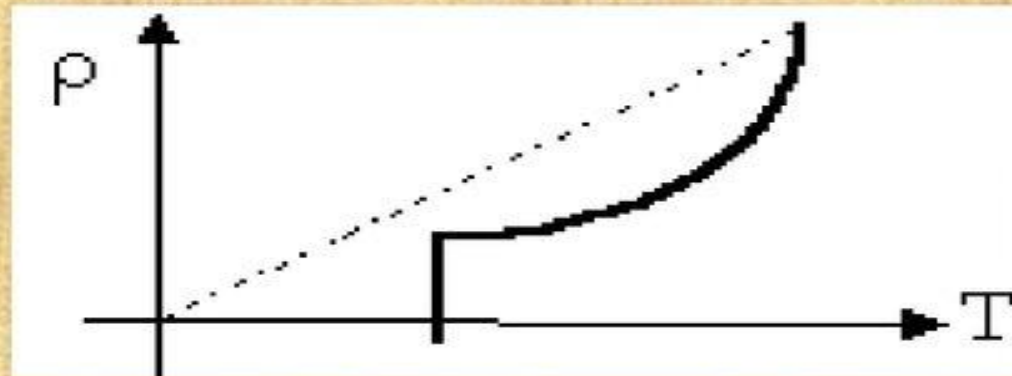
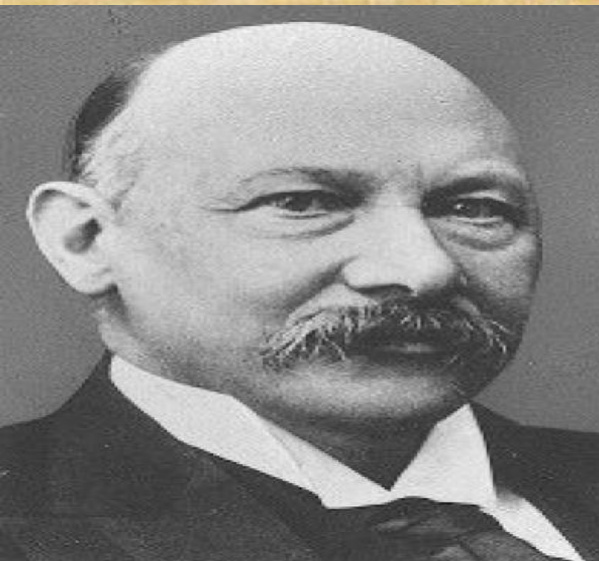
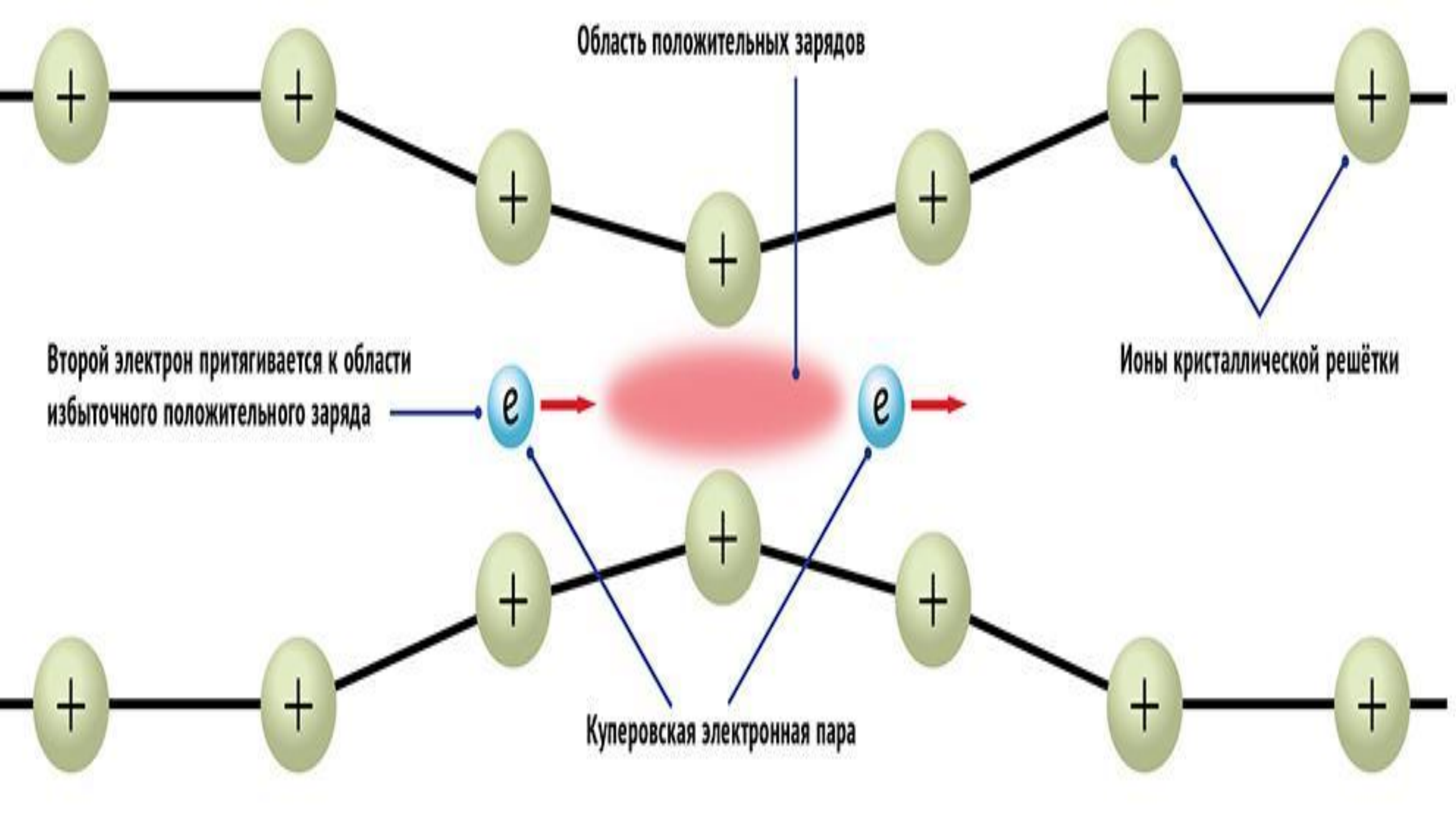

Сверхпроводимость в науке и технике

Скороспехов Сергей ЗЭТ

История открытия

- В 1911 году голландский физик Камерлинг-Оннес открыл замечательное явление - сверхпроводимость. Он обнаружил, что при охлаждении ртути в жидком гелие ее сопротивление сначала меняется постепенно, а потом при температуре $4,1\text{ К}$ очень резко падает до 0 (см. рис.). Это явление было названо сверхпроводимостью. Позже было открыто много других сверхпроводников.





Сверхпроводники II рода



Пиппард, Шальников,
Абрикосов в ИФП, 1957

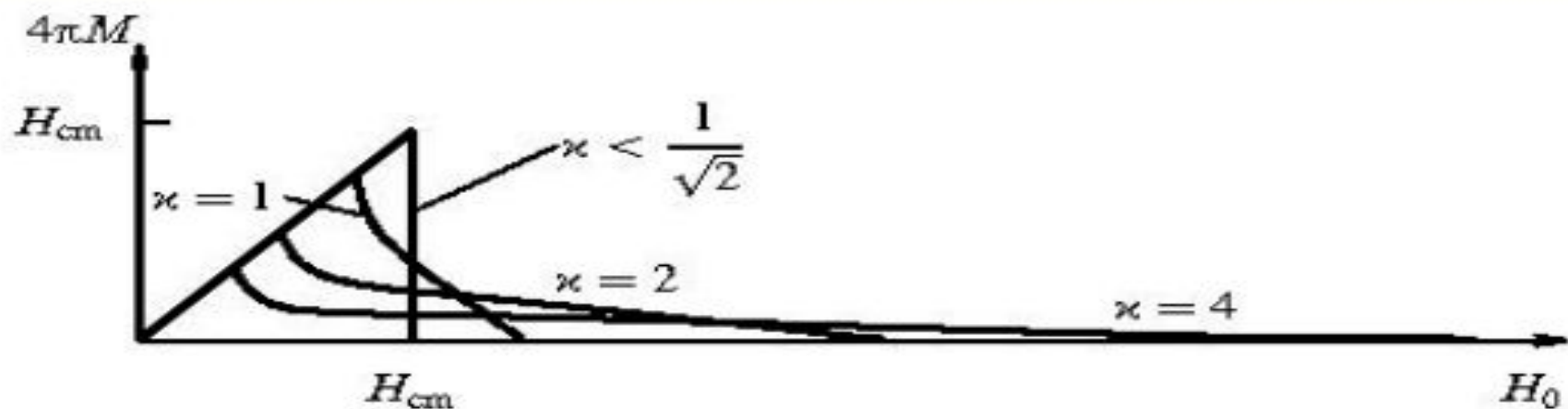
Идея, теория: **Абрикосов** (1953-57),

Эксперименты:
Де Гааз, Казимир (1935)
Шубников (1937!)

Щальников, Заварицкий
(1956),



Лев Васильевич Шубников
(29.09.1901 – 19.11.1957)



Эффект Мейснера — полное вытеснение магнитного поля из объёма проводника при переходе в сверхпроводящее состояние. Впервые явление наблюдалось в 1933 году немецкими физиками Мейснером и Оксенфельдом.

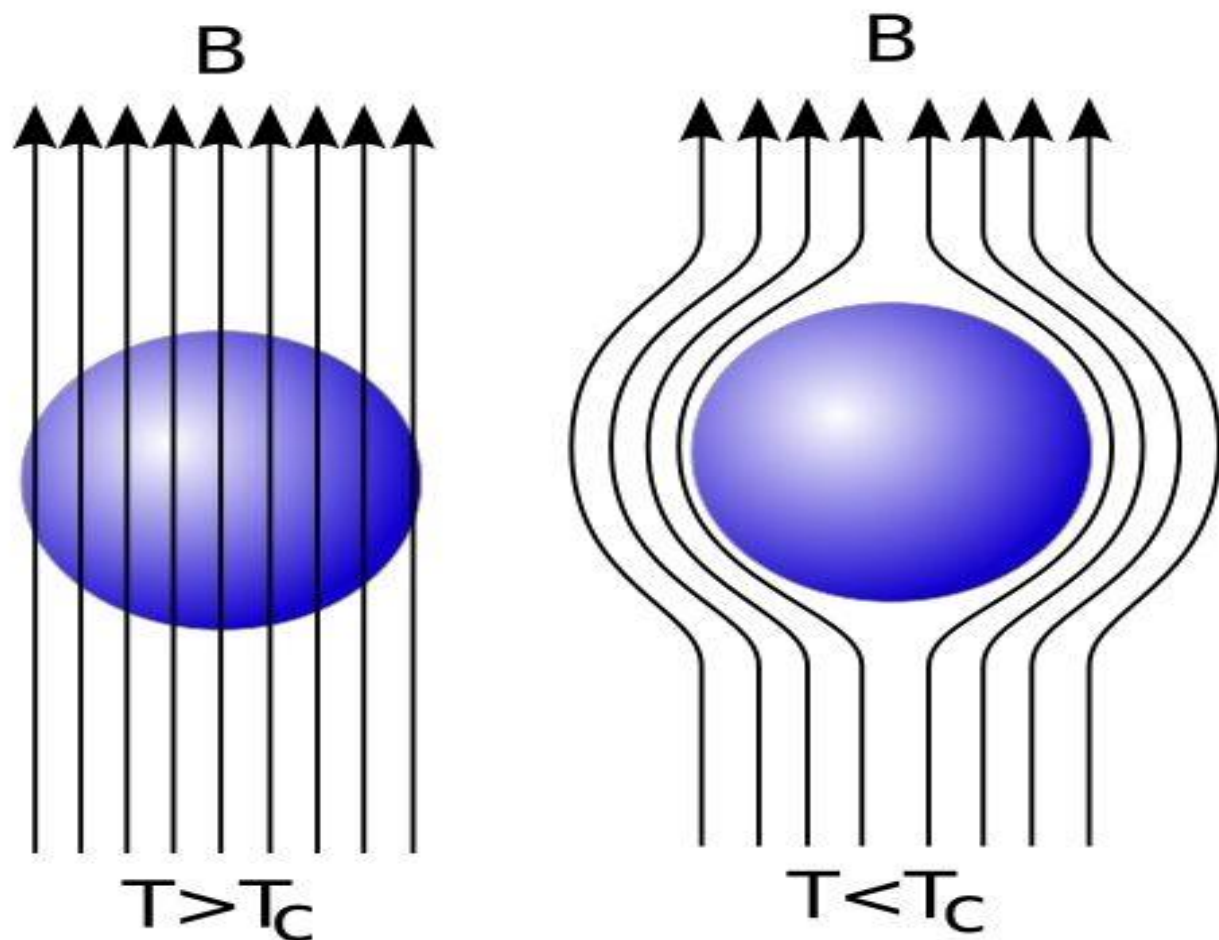


Схема Эффекта Мейснера. Показаны линии магнитного поля и их вытеснение из сверхпроводника, находящегося ниже своей критической температуры

**Что такое
сверхпроводимость?**
Сверхпроводимость - это явление, при котором некоторые материалы способны проводить электрический ток без сопротивления при очень низких температурах.

Материал	Критическая температура $T_{кр}$, К	Критическое магнитное поле $H_{кр}$, кА/м
Цинк (Zn)	0,88	4,24
Алюминий (Al)	1,2	8
Кадмий (Cd)	0,56	2,5
Ртуть (Hg)	4,15	32,8
Свинец (Pb)	7,2	64,5
Ниобат олова (Nb_3Sn)	18,1	$19,5 \cdot 10^3$

Проблемы

сверхпроводимости:

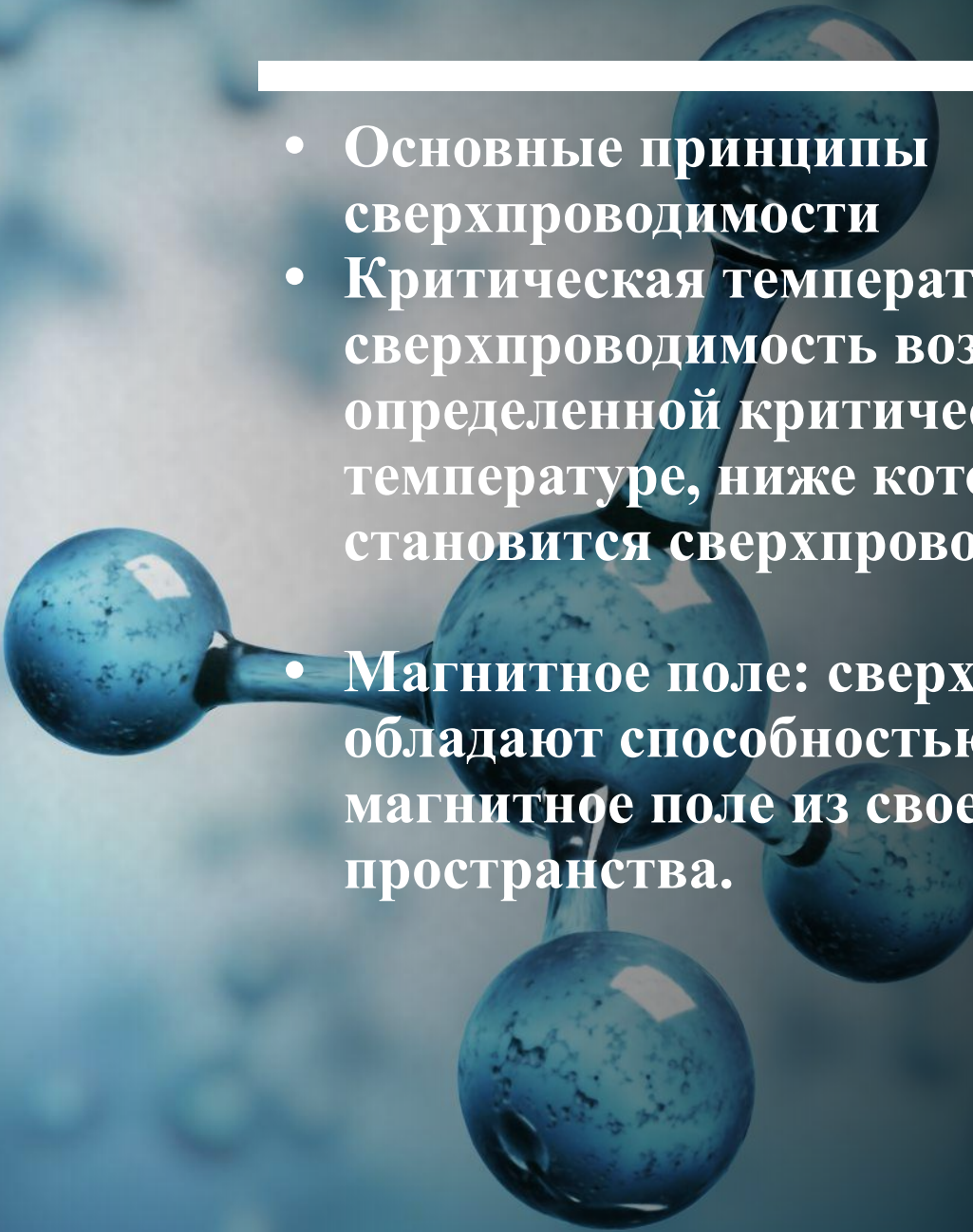
1. Стоимость материала

2. Обслуживания

3. Необходимость

перестройки электрооборудования



- 
-
- **Основные принципы сверхпроводимости**
 - **Критическая температура: сверхпроводимость возникает при определенной критической температуре, ниже которой материал становится сверхпроводником.**
 - **Магнитное поле: сверхпроводники обладают способностью исключать магнитное поле из своего внутреннего пространства.**

- Применение сверхпроводников в научных исследованиях
- Сверхпроводники играют важную роль в различных научных исследованиях, особенно в физике и квантовой механике.
- Они используются для создания мощных магнитов, которые необходимы для исследования структуры и свойств материалов.
- Сверхпроводники также применяются в суперкомпьютерах и квантовых вычислениях, что позволяет решать сложные проблемы и ускорять процессы исследования.



Сверхпроводящие магниты для синхротронов



ВТСП кабели в условиях городской застройки



Передача электроэнергии по ВТСП линии пока дорога и поэтому далеко не всегда оправдана.

Затраты эксплуатации: на ожижение N₂, прокачку LN₂.

Как компенсировать эти расходы ?

Передавать по криогенному трубопроводу не только LN₂, но, одновременно, и жидкое топливо (водород, пропан)!

Какова роль научных исследований на этом прикладном направлении:

- Разработка теории ВТСП
- Создание новых ВТСП материалов с высокими T_c и H_c
- Изучение их физических свойств для проверки теоретических моделей
- Разработка и исследование ВТСП и СП наноструктур (как для приборных применений, так и для изучения фундаментальных свойств квантовых материалов)
- Разработка новых, более дешевых технологий создания ВТСП материалов

Применение сверхпроводников в технике

Сверхпроводники – это материалы, которые обладают нулевым сопротивлением электрическому току при очень низких температурах. Это свойство позволяет использовать сверхпроводники в различных технических приложениях, включая:

Магнитные резонансные томографы (МРТ)

Сверхпроводящие магниты используются в МРТ для создания сильных магнитных полей, необходимых для получения детальных изображений внутренних органов человека.

Магнитные левитационные поезда

Сверхпроводящие магниты используются в магнитных левитационных поездах, чтобы создать магнитное поле, которое позволяет поезду парить над рельсами без трения, что обеспечивает высокую скорость и энергоэффективность.

Сверхпроводящие кабели

Сверхпроводящие кабели используются для передачи электрической энергии с минимальными потерями из-за отсутствия сопротивления в сверхпроводниках.

Энергетическое хранение

Сверхпроводящие магниты используются для хранения энергии в системах подземного хранения энергии, что позволяет эффективно

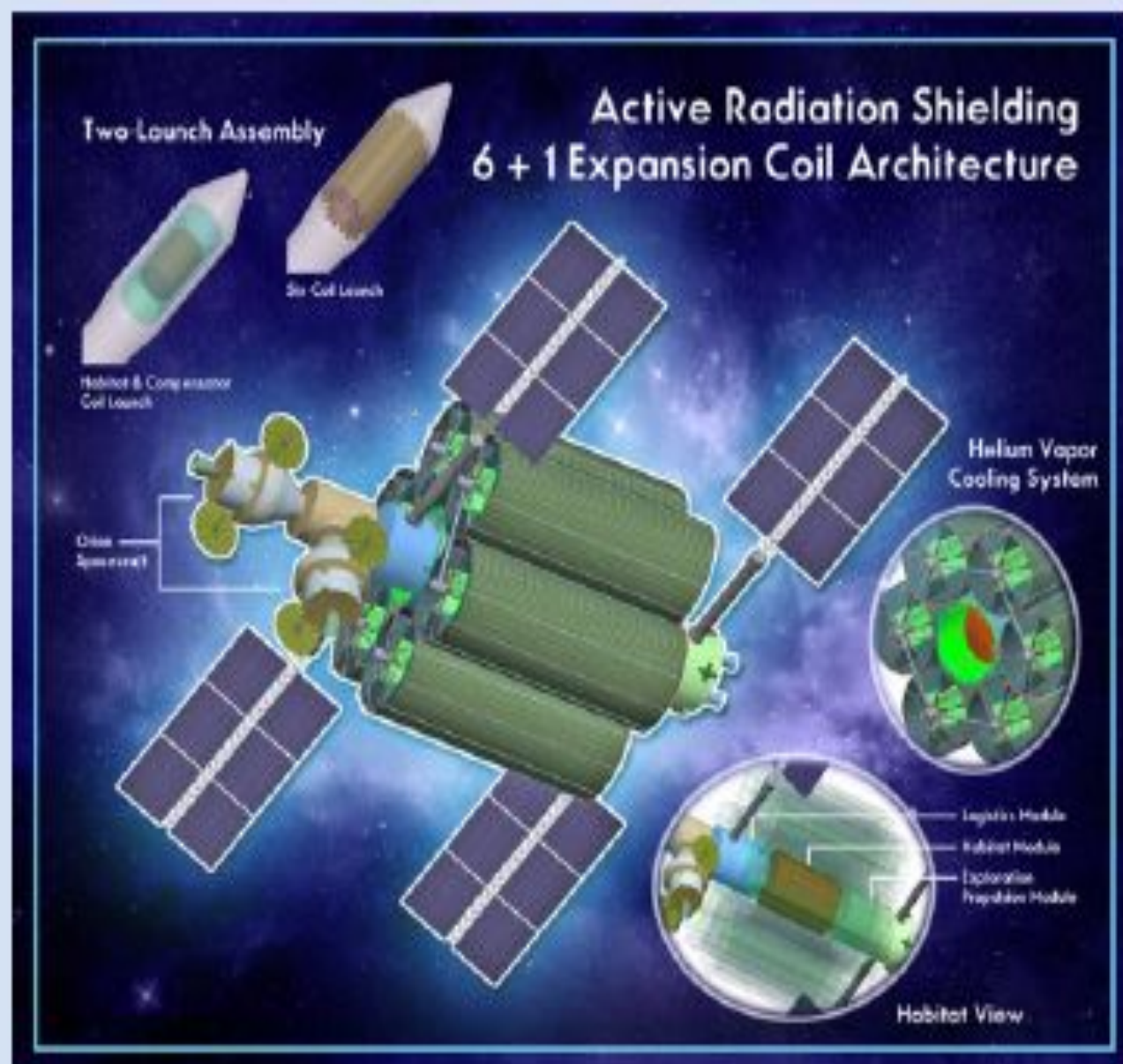


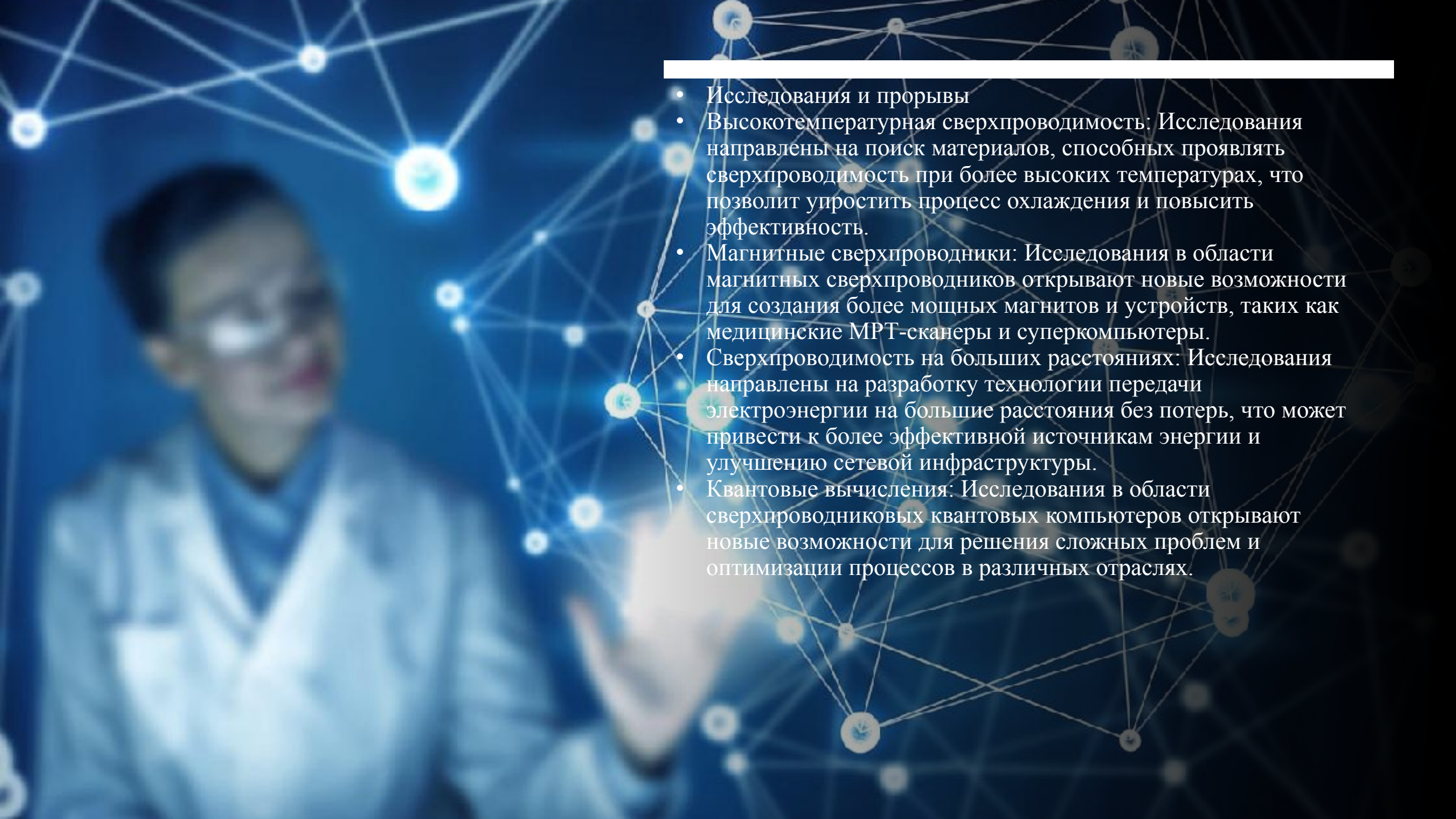
Момент Лондона

- 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».



Магнитная защита космических кораблей от радиации



- 
-
- Исследования и прорывы
 - Высокотемпературная сверхпроводимость: Исследования направлены на поиск материалов, способных проявлять сверхпроводимость при более высоких температурах, что позволит упростить процесс охлаждения и повысить эффективность.
 - Магнитные сверхпроводники: Исследования в области магнитных сверхпроводников открывают новые возможности для создания более мощных магнитов и устройств, таких как медицинские МРТ-сканеры и суперкомпьютеры.
 - Сверхпроводимость на больших расстояниях: Исследования направлены на разработку технологии передачи электроэнергии на большие расстояния без потерь, что может привести к более эффективным источникам энергии и улучшению сетевой инфраструктуры.
 - Квантовые вычисления: Исследования в области сверхпроводниковых квантовых компьютеров открывают новые возможности для решения сложных проблем и оптимизации процессов в различных отраслях.

Спасибо за внимание

Учите физику