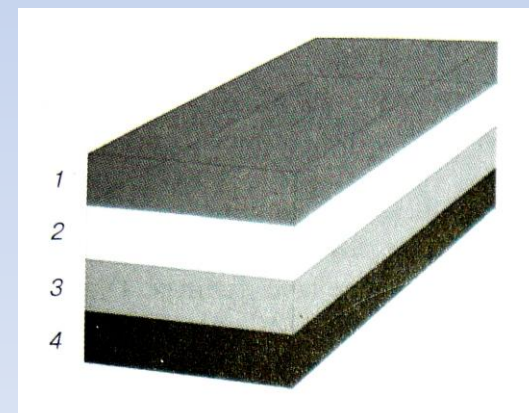
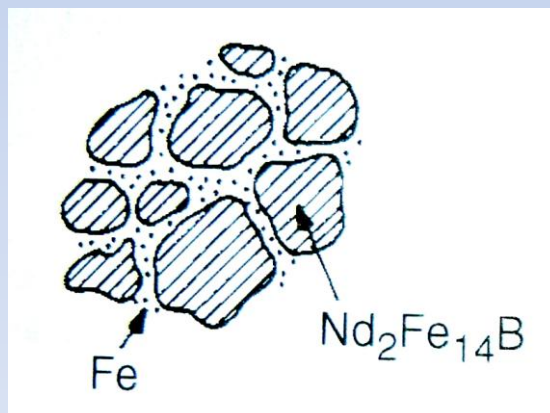
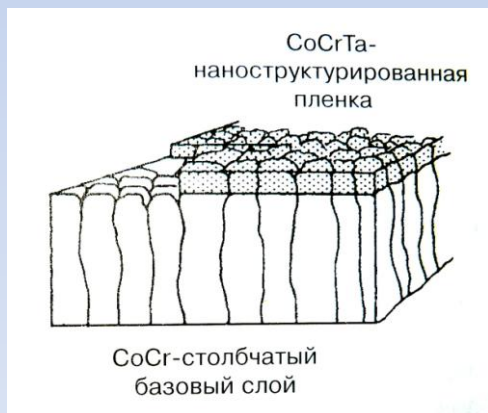


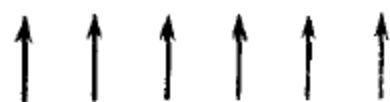
9. Магнитные наноматериалы



1. Магнетизм объемных и наноразмерных материалов
2. Магнитосопротивление и наноустройства на его основе



Магнитные материалы



Простой ферромагнетик



*Простой
антиферромагнетик*



Ферримагнетик



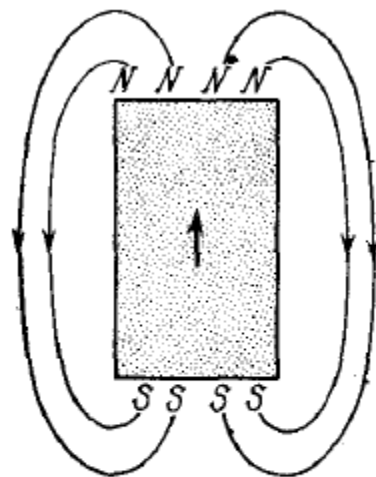
*Антиферромагнетик
со спинами, распо-
ложенными под углом
друг к другу*



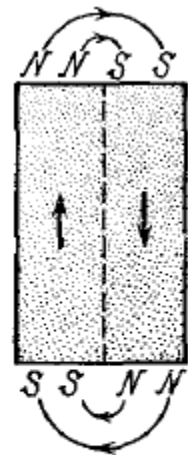
*Геликоидальное
расположение
спинов*

Возможные типы упорядочения электронных спинов.

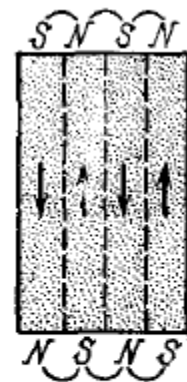
Магнитные материалы



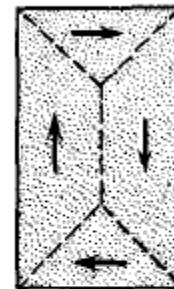
а)



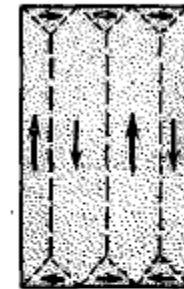
б)



в)

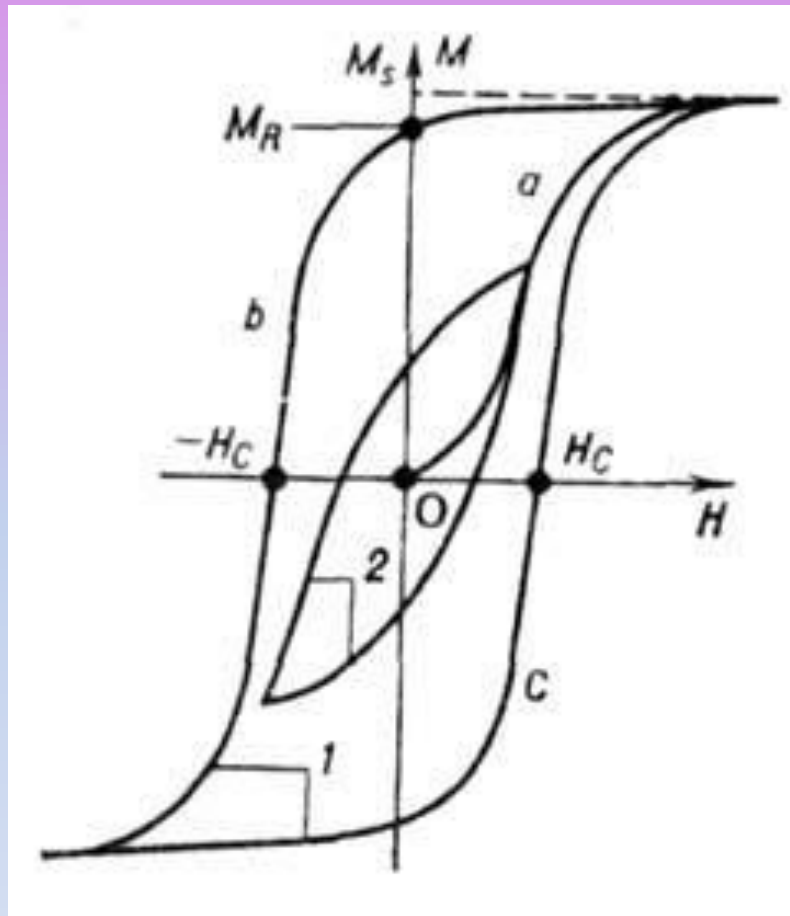


г)

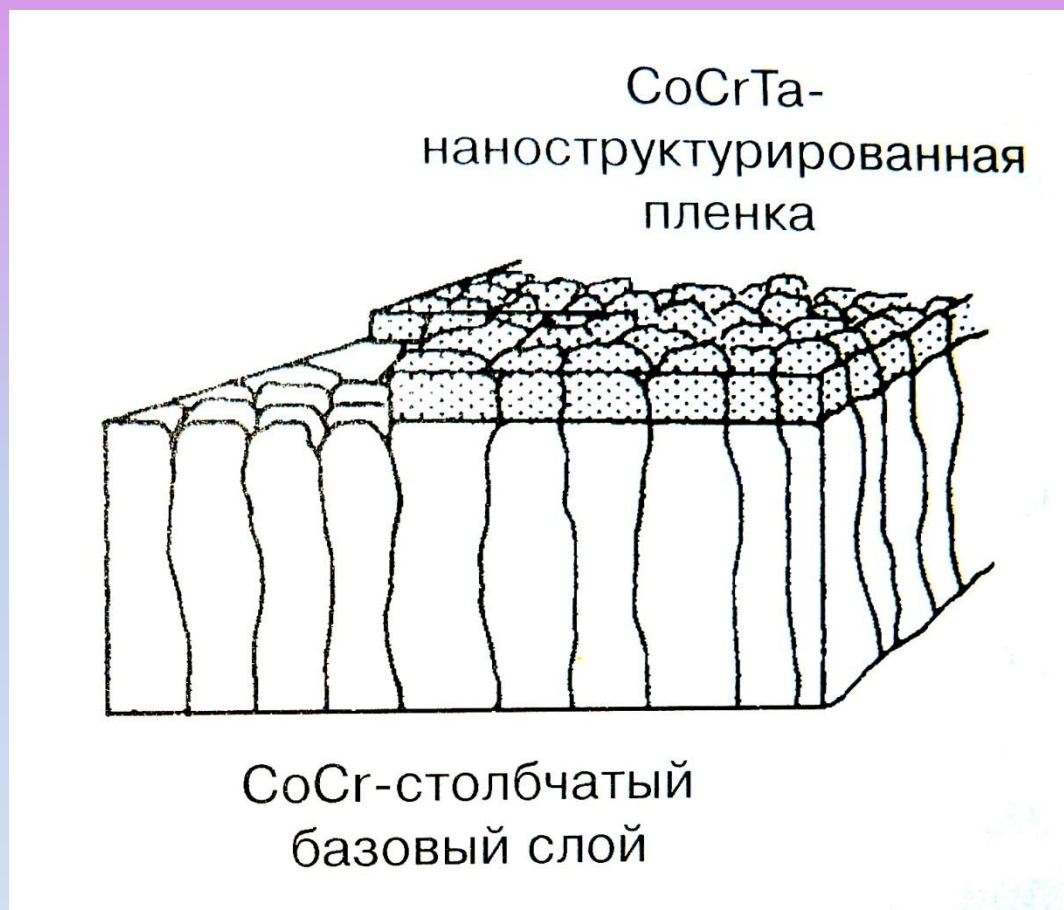


д)

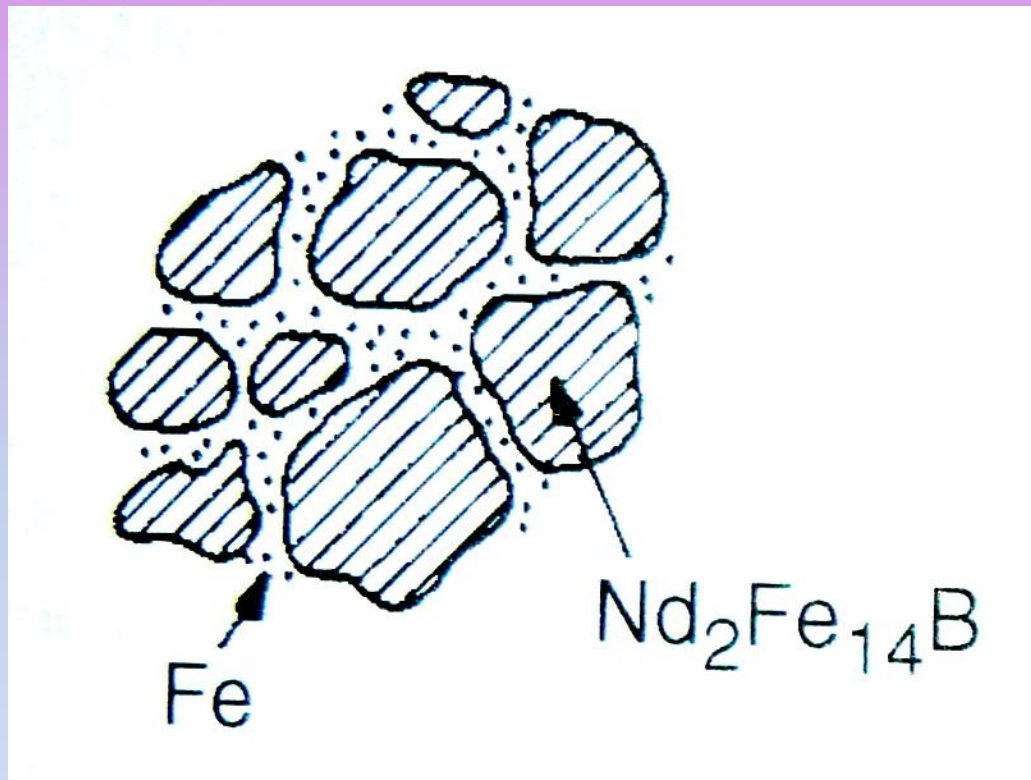
Происхождение доменов.



Гистерезис ферромагнетика

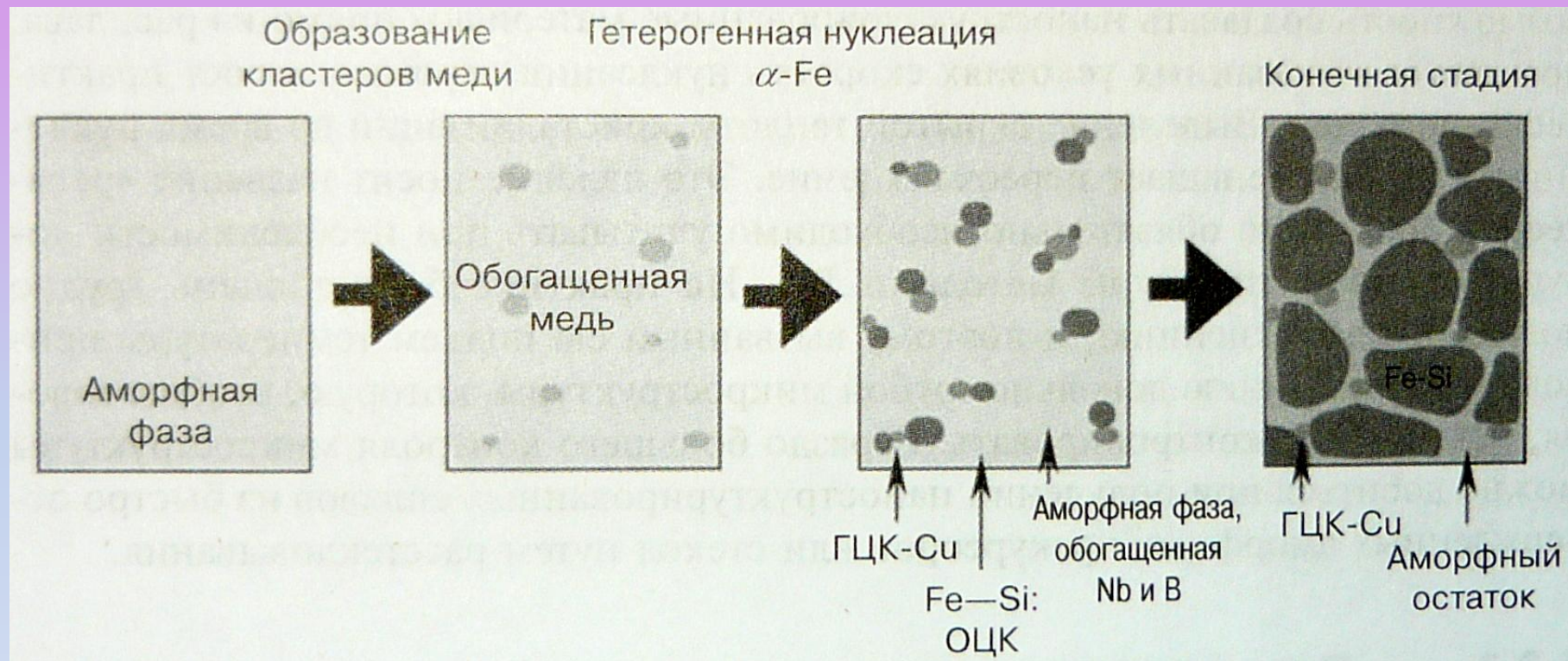


Мелкозернистая пленка на столбчатом слое

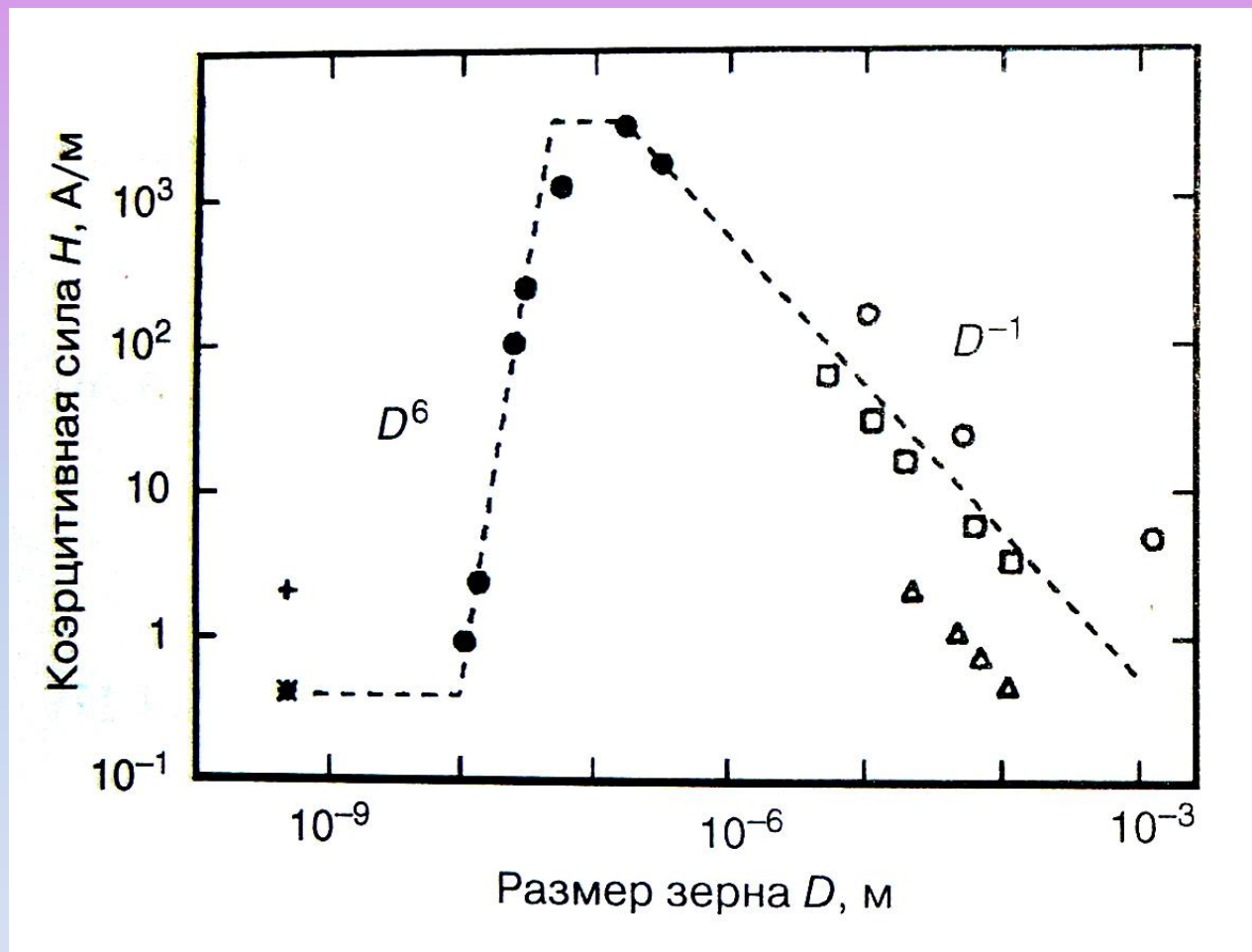


Магнитожесткий материал: $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

Магнитные материалы



Магнитомягкий материал: $\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{B}_9\text{Nb}_3\text{Cu}$.



Зависимость коэрцитивной силы от размера зерна для магнитомягких сплавов (G. Herzer, *IEEE Trans. Mag.* 26 (1990) 1337)

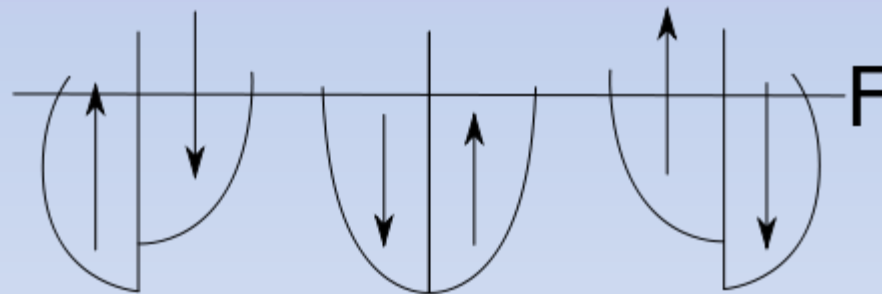
Магнитосопротивление

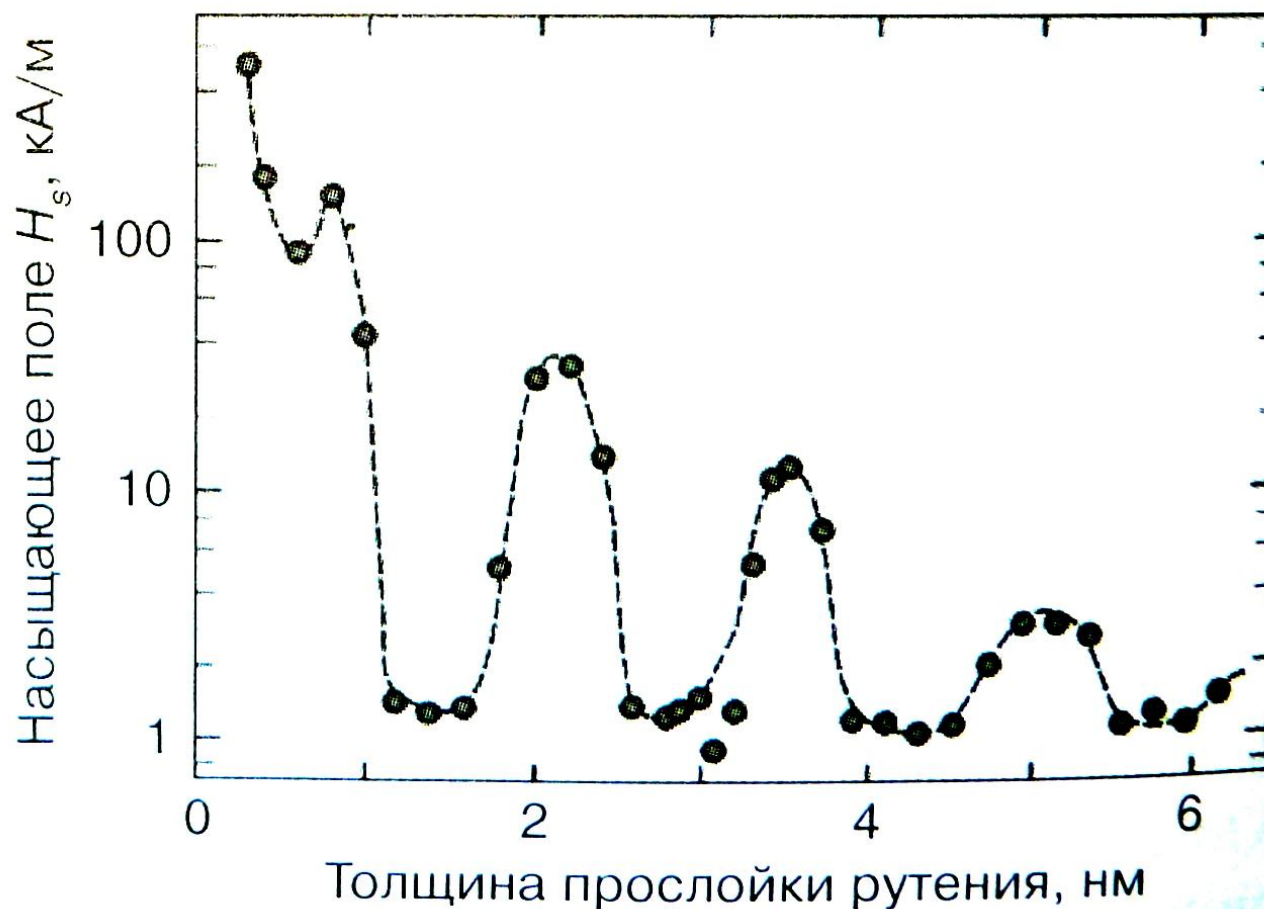


1



2



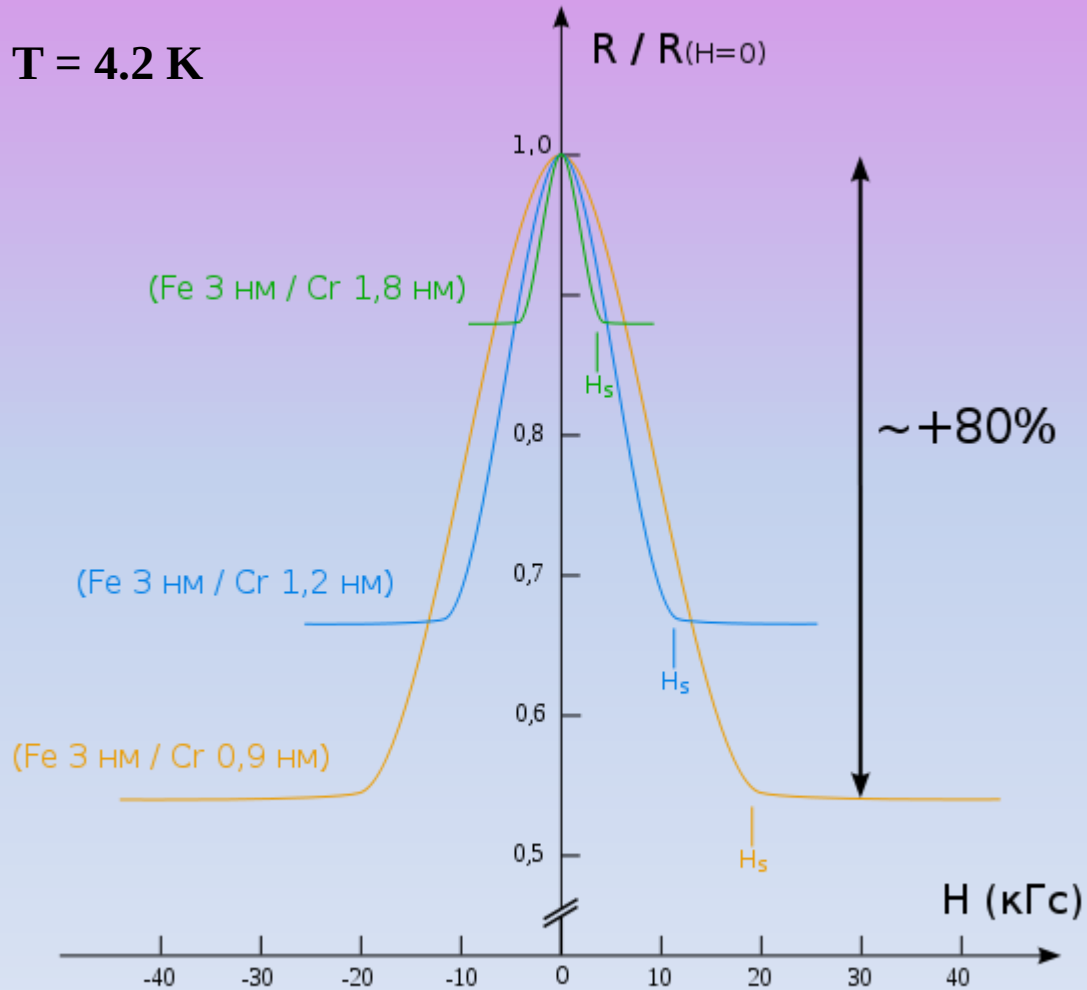


Зависимость насыщающего поля от толщины прослойки Ru в мультислое NiFe/Ru при комнатной температуре

Магнитосопротивление



$T = 4.2 \text{ K}$



А. Ферт, П. Грюнберг, 1988.

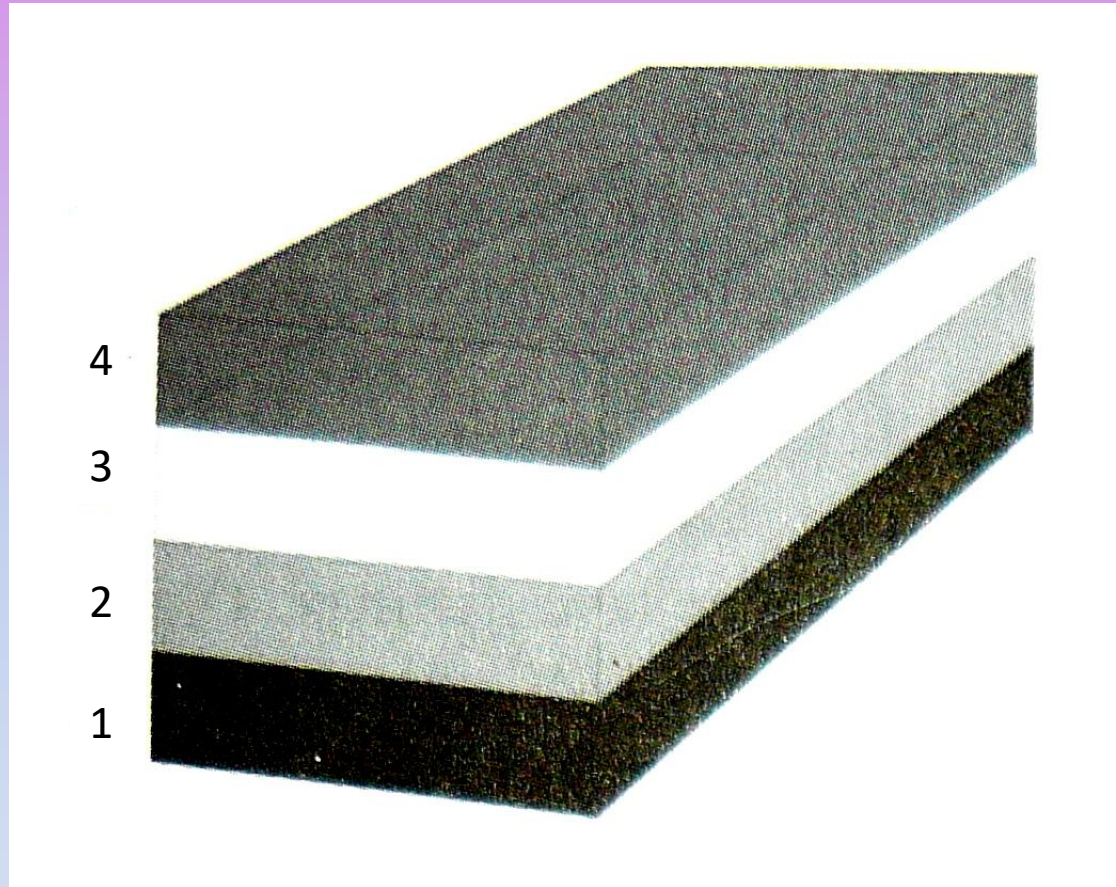
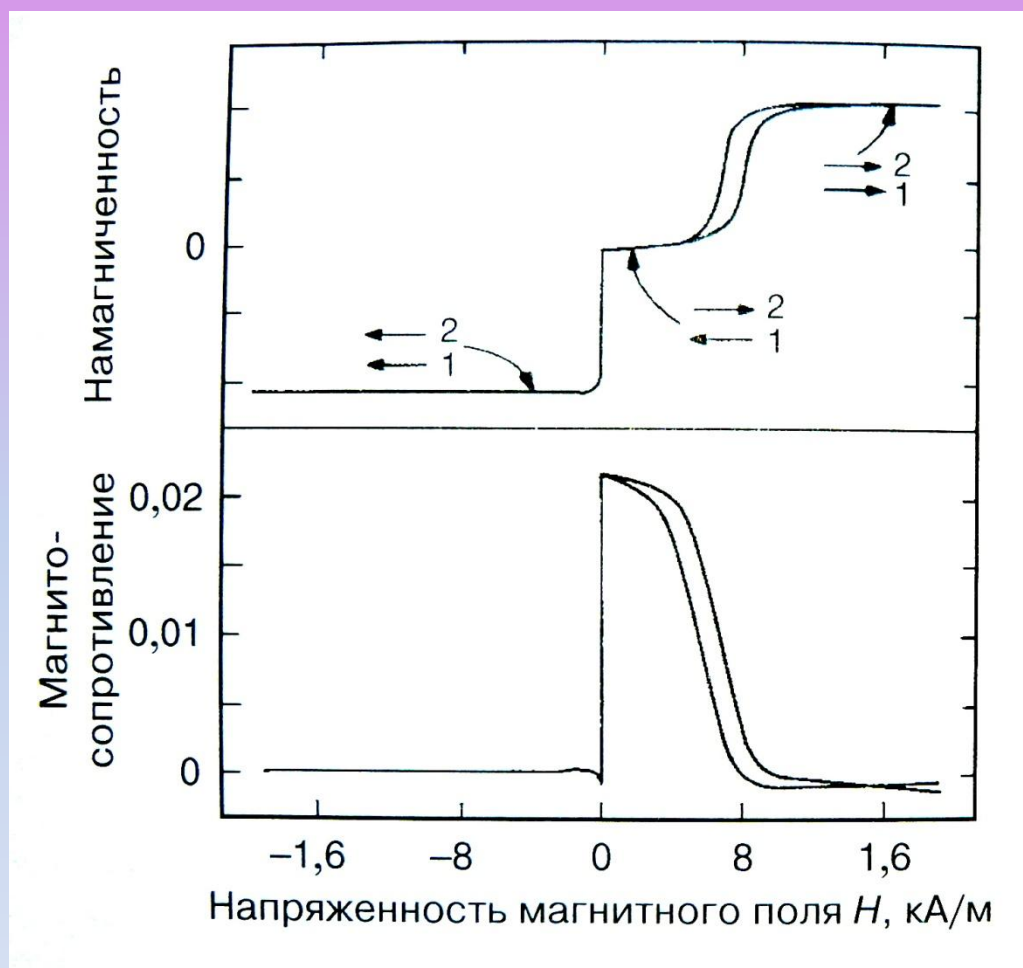


Схема структуры спинового вентиля:

**1 – антиферромагнетик, (FeMn), 2 – закрепленный мягкий магнетик (NiFe),
3 – медная прослойка, 4 – свободный магнетик.**

Магнитосопротивление



Кривые намагниченности и магнитосопротивления спинового вентиля



- 1. Какие классы магнитных материалов Вы знаете?**
- 2. Чем магнитожесткие материалы отличаются от магнитомягких?**
- 3. Как коэрцитивная сила зависит от размера зерен в магнитомягких сплавах?**
- 4. Что такое магнитосопротивление?**
- 5. Для чего нужны спиновые вентили?**
- 6. Каким требованиям должна удовлетворять толщина немагнитной прослойки в спиновом вентиле, работающем на эффекте гигантского магнитосопротивления?**