

Лекция 8

Двумерный электронный газ.
Квантовые эффекты Холла.
Осцилляции Шубникова де Гааза.



Классический эффект Холла

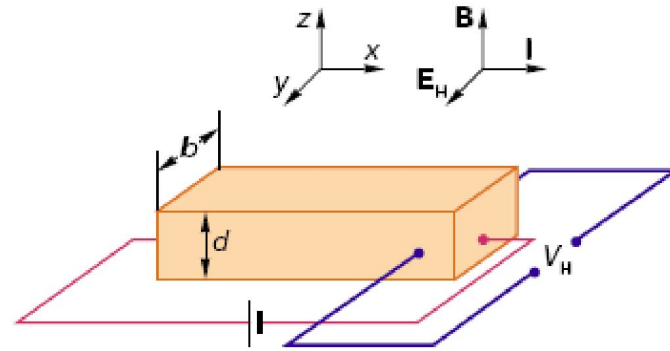


Рис. 1. Схема для наблюдения эффекта Холла

Двумерный электронный газ

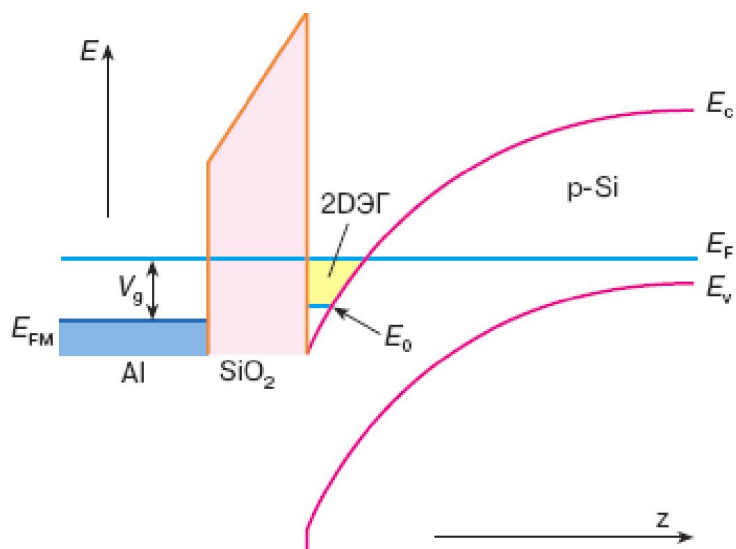


Рис. 1. Схемы энергетических зон МОП-структуры с двумерным электронным газом: E_c , E_v – дно зоны проводимости и потолок валентной зоны, E_F – уровень Ферми в полупроводнике, а E_{FM} – в металле затвора, V_g – напряжение между затвором и полупроводником

Двумерный электронный газ

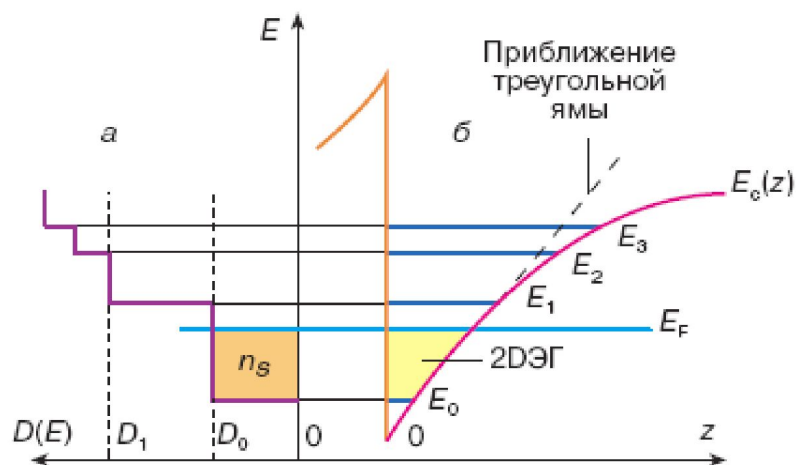
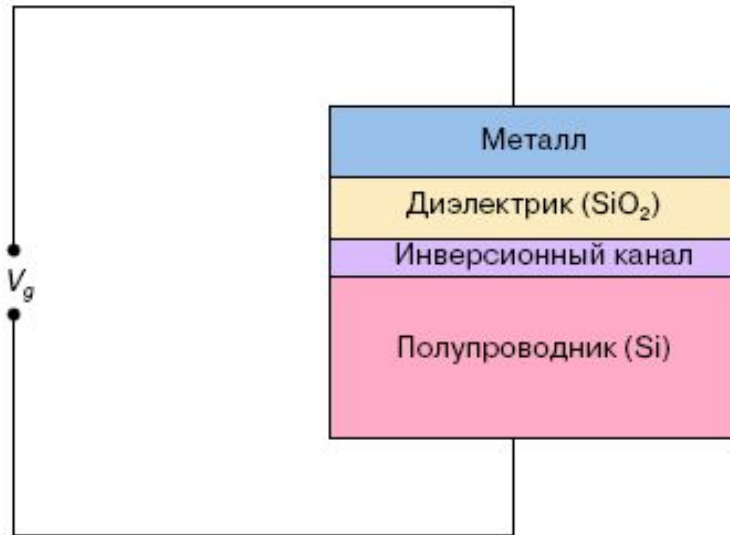


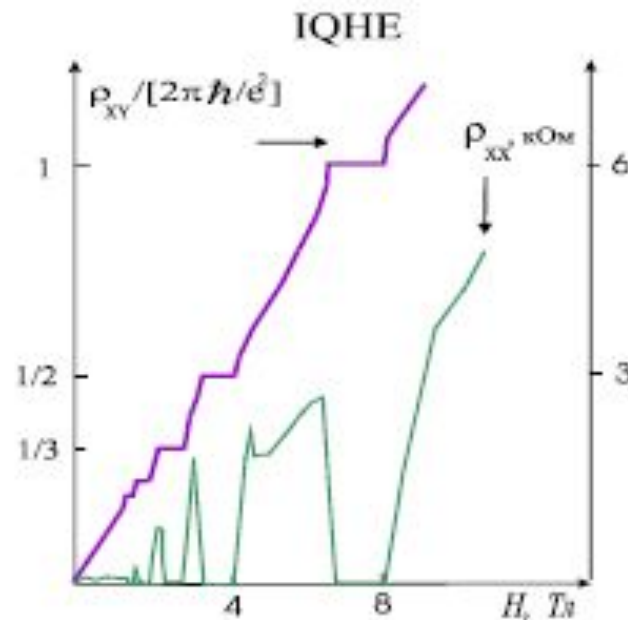
Рис. 2. Спектр носителей заряда в квантовой яме: a – плотность состояний $D(E)$; $б$ – электрические подзоны размерного квантования E_0, E_1, E_2 ; n_s – концентрация 2DЭГ

Двумерный электронный газ



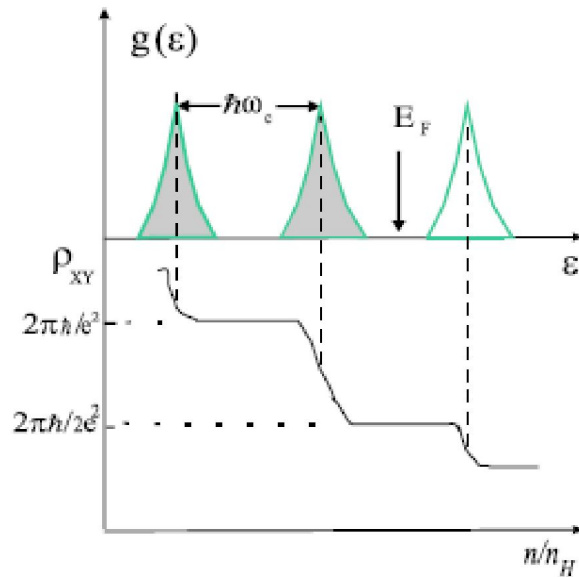
Кремниевая МДП-структура

Квантовый целочисленный эффект Холла



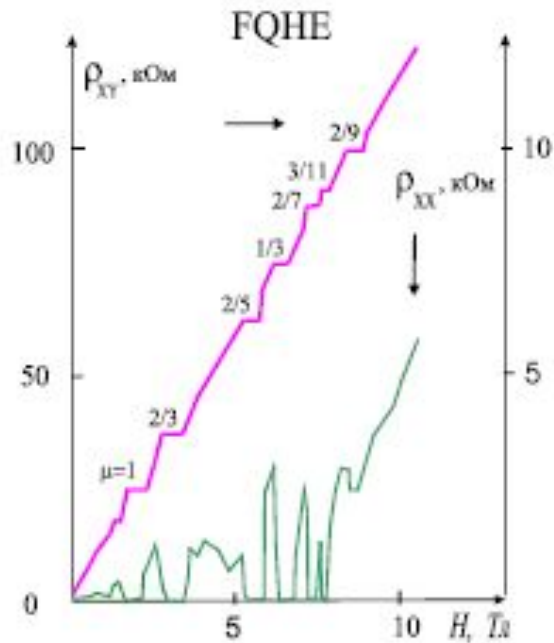
Зависимость холловской проводимости ρ_{xy} и магнитосопротивления ρ_{xx} от напряженности магнитного поля в целом квантовом эффекте Холла

Квантовый целочисленный эффект Холла



Плотность состояний $g(E)$ и поперечная проводимость ρ_{xy} как функции концентрации электронов n/n_H в целочисленном квантовом эффекте Холла. Области делокализованных носителей в плотности состояний соответствует областям резкого изменения поперечной проводимости.

Квантовый дробный эффект Холла



Поперечная проводимость ρ_{xy} и магнитосопротивление ρ_{xx} в дробном квантовом эффекте Холла

Эффект Шубникова де Гааза



Эффект Шубникова — де Гааза назван в честь российского физика Л.В. Шубникова и нидерландского физика В.де Гааза открывших его в 1930 году.

Наблюдаемый эффект заключался в **осцилляциях магнетосопротивления** пленок висмута при низких температурах. Позже эффект Шубникова — де Гааза наблюдали в многих других металлах и полупроводниках. Эффект Шубникова — де Гааза используется для определения **тензора эффективной массы и формы поверхности Ферми** в металлах и полупроводниках.

Термины продольный и поперечный эффекты Шубникова — де Гааза вводят, чтобы различать ориентацию магнитного поля относительно направления течения электрического тока. Особый интерес заслуживает поперечный эффект Шубникова — де Гааза в двумерном электронном газе.

Эффект Шубникова де Гааза

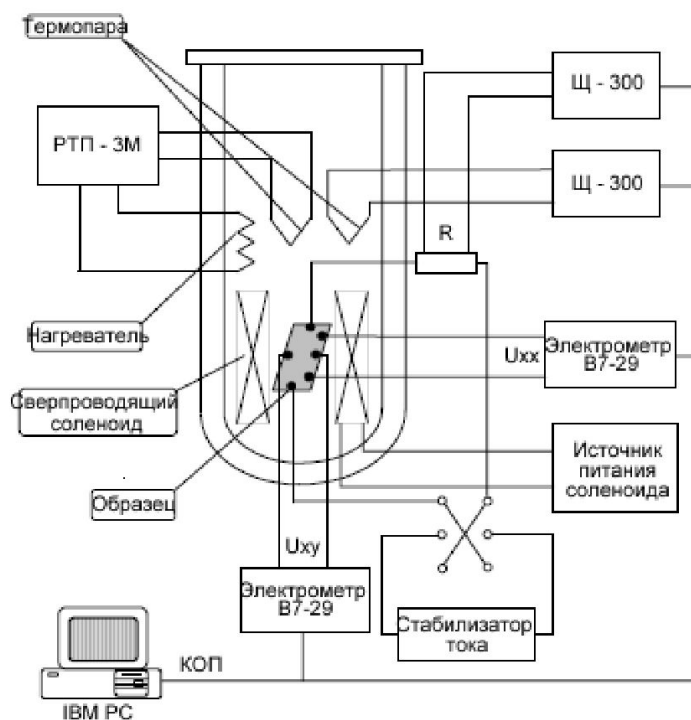


Рис. 1 Схема экспериментальной установки.