

**ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ П.6.
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД,
В ТОМ ЧИСЛЕ КВАНТОВОЙ МАКРОФИЗИКИ, МЕЗОСКОПИКИ,
ФИЗИКИ НАНОСТРУКТУР, СПИНТРОНИКИ, СВЕРХПРОВОДИМОСТИ**

**Программа П.6.1. Физика полупроводниковых наноструктур и квантовые эффекты
в полупроводниках (координатор акад. А. Л. Асеев)**

В Институте физики полупроводников им. А. В. Ржанова при исследованиях двумерного полуметалла на основе HgTe-квантовых ям обнаружен переход металл—диэлектрик, индуцированный магнитным полем, приложенным параллельно плоскости квантовой ямы. Пороговая зависимость энергии активации от величины магнитного поля (рис. 1), а также резкое уменьшение холловского сопротивления в момент начала перехода позволяют предположить, что он связан с образованием экситонного диэлектрика.

В этом же Институте установлено, что связывание пары электрон—дырка в экситон в графене возможно при конечной скорости экситона. Показано, что связывание происходит только для электрона и дырки из окрестностей разных конических точек графена. Существование экситона обусловлено тригональной ани-

зотропией окрестности конической точки. Как следствие, связывание происходит в 60-градусных секторах вблизи конической точки. Найдены области существования экситонов и их спектр (рис. 2).

Так же в этом Институте изготовлены и исследованы резистивные элементы памяти на основе оксида германия TiN—GeO₂—Ni (рис. 3, а). Показано, что структуры проявляют резистивный эффект памяти: отношение сопротивлений в низкоомном и высокоомном состояниях составляет два порядка (рис. 3, б). Предложен механизм переключения диэлектрика из высокоомного состояния в низкоомное и обратно. Переключение обусловлено изменением концентрации ловушек, ионизация которых осуществляется многофононным механизмом.

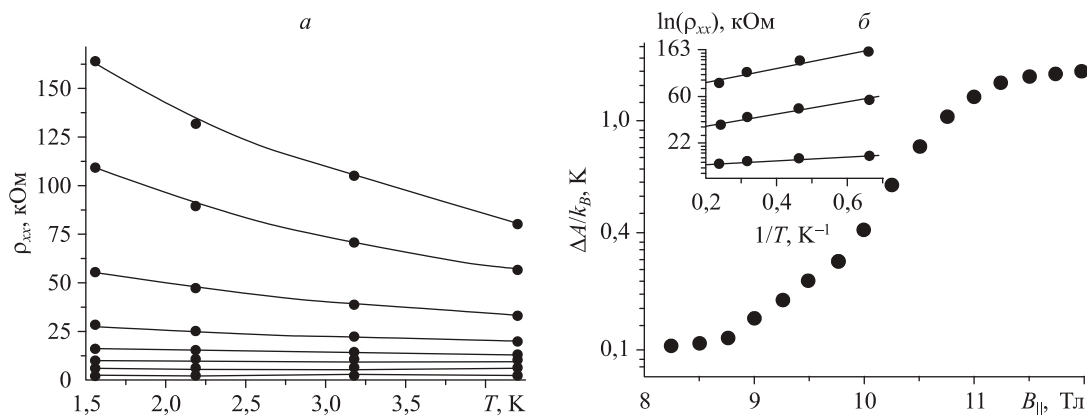


Рис. 1. Температурная зависимость сопротивления в диапазоне 1,5—4,2 К для различных значений параллельного магнитного поля ($B_{||} = 0, 5, 9, 10, 10,5, 11, 11,5, 12$ Тл, сверху вниз, сплошные линии, проходящие через экспериментальные точки, приведены для наглядности) (а). Величина энергетической щели, определенная в точке зарядовой нейтральности ($N_s = P_s$), для различных значений параллельного магнитного поля в диапазоне 8—12 Тл (б). На вставке приведены примеры подгонки по Аррениусу для температурных зависимостей, соответствующих значениям параллельного магнитного поля 12, 11 и 10 Тл (сверху вниз).

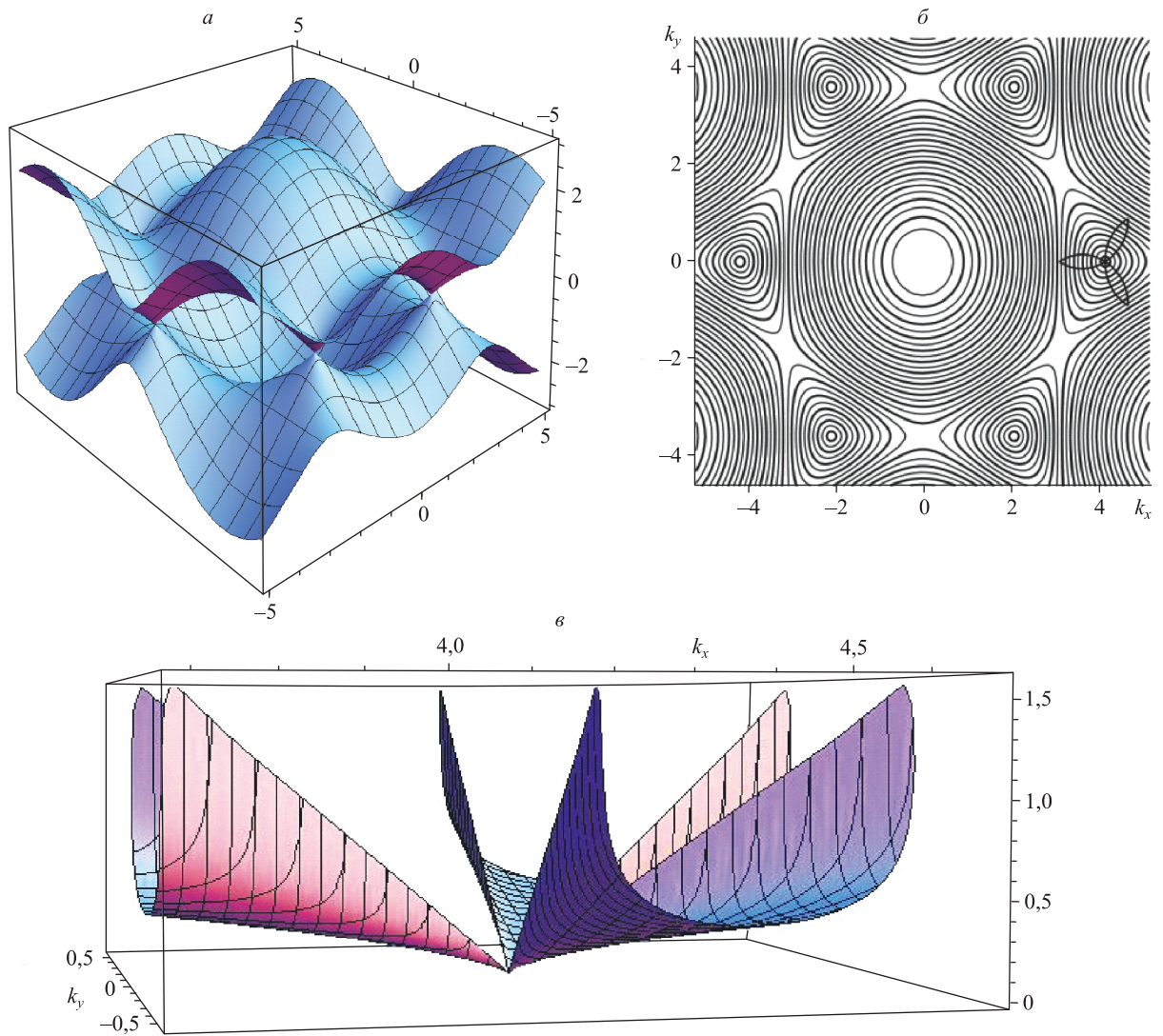


Рис. 2. Электронный спектр графена (*а*) и его рельефная карта (*б*). Область существования непрямого экситона в графене в ячейке Бриллюэна отмечена розеткой. *в* — энергия связи основного состояния пары как функция импульса, отсчитанного от конической точки.

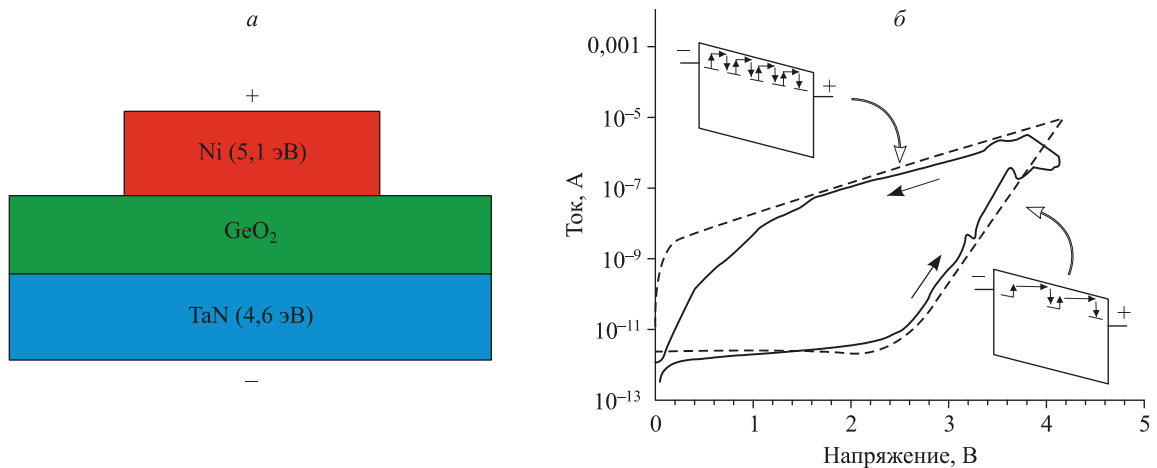


Рис. 3. Схема структуры Ni—GeO₂—TaN (*а*) и гистерезис ее вольт-амперной характеристики при комнатной температуре (*б*).

**Программа П.6.2. Физика твердотельных устройств микро- и нанoeлектроники
(координатор член-корр. РАН И. Г. Неизвестный)**

Впервые в мире двухпроходная автокомпенсационная оптическая схема реализована на дальность свыше 100 км. Институтом физики полупроводников им. А. В. Ржанова впервые в России для квантовых линий связи были применены сверхпроводниковые детекторы SSPD (рис. 4) в двухпроходной оптической схеме с фазовым кодированием одиночных фотонов по протоколу BB84 и была зарегистрирована

на генерация квантового ключа со скоростью 1418 бит/с и количеством ошибок 0,25 % при длине квантовой линии от 25,8 км. Показано, что при использовании сверхпроводниковых детекторов с большей квантовой эффективностью и однопроходной оптической схемы может быть получена дальность свыше 200 км, что соответствует мировому уровню и лучшим зарубежным результатам.

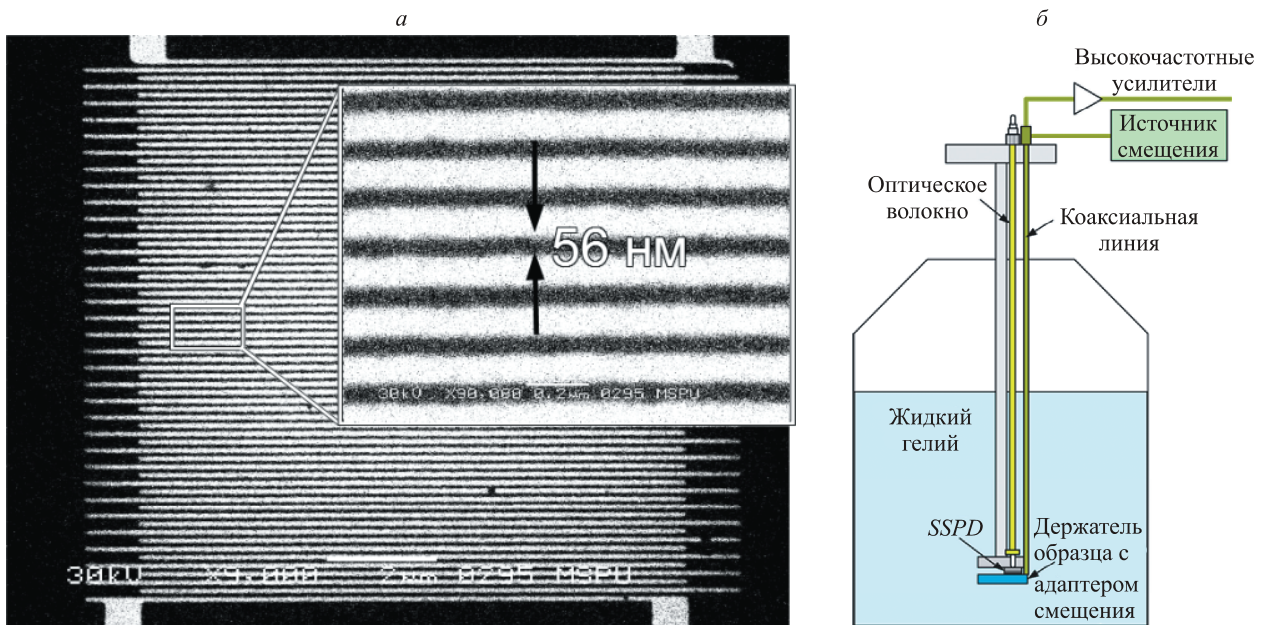


Рис. 4. Изображение чувствительного элемента однофотонного сверхпроводникового детектора SSPD, полученного с использованием сканирующего электронного микроскопа (а) и блок-схема размещения сверхпроводниковых детекторов в сосуде Дьюара при проведении экспериментов (б).