



Рис. 11.1. а) Три  $sp^2$ -гибридизованные орбитали атома углерода и перпендикулярная им  $2p_z$ -орбиталь; б) кристаллическая гексагональная решетка графена как совокупность двух треугольных подрешеток А и В. Серым выделена элементарная ячейка,  $a_1$  и  $a_2$  — векторы трансляций

ственная проблема: до недавнего времени все попытки получить экспериментально двумерную форму углерода (т. е. графен) оканчивались неудачей.

Тем не менее слабое сцепление и относительная независимость слоев графена в кристалле графита уже давно приводили исследователей к мысли о том, что графен действительно может быть получен как изолированный объект, причем отдельную плоскость толщиной в один атом можно выделить из целого трехмерного кристалла графита.

Это и было осуществлено в 2004 г. группой ученых из Манчестера и Черногловки при помощи метода микромеханического расщепления графита [263, 264]. Исследователям удалось последовательно расщепить графит на все более тонкие слои с помощью клейкой ленты (скотча), а затем, растворив ее, перенести графеновые фрагменты на кремниевую подложку. За открытие графена и исследование его свойств британским ученым российского происхождения, выпускникам Физтеха и сотрудникам Манчестерского университета А. К. Гейму и К. С. Новосёлову в 2010 г. была присуждена Нобелевская премия<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> В 2010 г. Андрею Константиновичу Гейму (выпускнику МФТИ 1982 г.) и Константину Сергеевичу Новосёлову (выпускнику МФТИ 1997 г.) была присуждена Нобелевская премия за новаторские эксперименты по исследованию двумерного материала графена. В 2013 г. Михаил Иосифович Кацнельсон был награжден