

ЗА ЧТО ЖОРЕС АЛФЁРОВ ПОЛУЧИЛ НОБЕЛЕВСКУЮ ПРЕМИЮ

Владимир Свиридов

10 октября 2000 года можно почти без преувеличения считать национальным праздником России. В этот день Нобелевский комитет сообщил, что последней Нобелевской премией по физике в уходящем столетии решено удостоить тех, кто внес определяющий вклад в создание физических основ современных информационных технологий: американцев Герберта Кремера и Джека Филби и россиянина Жореса Алфёрова. Пусть не обижаются спортсмены и болельщики, но с моей точки зрения, медаль нобелевского лауреата, которую вручат Жоресу Ивановичу, по меньшей мере не уступит по своей весомости всем медалям, которые команда России привезла с сиднейской олимпиады.

Эта награда вдвойне приятна тем, что она и долгожданна, и неожиданна.

Нобелевские премии в области естественных наук присуждаются с 1901 года. За 100 лет ими отмечены 11 граждан России и Советского Союза: два биолога (Павлов и Мечников — 1904 и 1908 годы соответственно), химик (Н.Н. Семенов, 1956 год, за теорию цепных реакций) и восемь физиков: 1958 г. П.А. Черенков, И.М. Франк, И.Е. Тамм — за открытие и объяснение «черенковского излучения», возникающего, когда энергичная частица движется со скоростью, превышающей скорость света в данной среде;

1962 г. Л.Д. Ландау — за основополагающие теории конденсированной материи, в особенности жидкого гелия;

1964 г. Н.Г. Басов и А.М. Прохоров (вместе с американцем Таунсом) — за работы, приведшие к созданию лазеров;

1978 г. П.Л. Капица — за фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур (в основном, за исследования сверхтекучести жидкого гелия);

2000 г. Ж.И. Алферов — за работы по созданию полупроводниковых гетероструктур и приборов на их основе (в частности, полупроводниковых лазеров).

Итак, эту премию мы ждали двадцать два года — и даже дольше, поскольку предыдущий наш лауреат, Петр Капица, был отмечен в свои 84 года за работы, выполненные им в тридцатилетнем возрасте. Награда безусловно заслуженная, но сильно запоздавшая. Жоресу Алферову вручат премию за то, чем он занимался всю жизнь и продолжает заниматься сейчас, возглавляя Санкт-Петербургский Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе.

Долгожданная эта награда вместе с тем и неожиданна. Вряд ли имя Алферова до 10 октября было известно кому-нибудь, кроме специалистов в области физики полупроводников. Дело в том, что физика твердого тела — наука, очень важная для практики (и потому каждый второй физик мира занимается именно твердым телом), но трудная для понимания и малозначительная для мировоззрения. Крайне маловероятно, что в этой области произойдет открытие, которое коренным образом изменит наши представления о фундаментальных свойствах мира, в котором мы живем. Вот физика элементарных частиц или космология — совсем другое дело. Но раз Нобелевскую премию дали за полупроводники, а не за космологию, значит, что-то в этом есть? Что же такого сделал академик Алферов?

Жорес Алферов пришел в ленинградский Физтех в 1952 году, сразу после окончания Ленинградского электротехнического института. Это было время прорыва в полупроводниковой науке: только что был создан полупроводниковый транзистор (Шокли, Бардин и Браттейн, Нобелевская премия 1956 года), который, имея размеры с булавочную головку, заменял собою целую электронную лампу. Основная часть полупроводникового транзистора — это р-п переход, то есть граница между областями кристалла, которые сильно отличаются друг от друга по своей проводимости. Такая граница обладает выпрямляющими свойствами: пропускает ток в одну сторону и не пропускает в другую. Ну, а если такие выпрямляющие элементы есть, схемотехники уже соберут вам из них любое электронное устройство.

Процессоры современных компьютеров состоят из миллионов полупроводниковых транзисторов, и заслуга Джека Филби, разделившего премию с Алферовым, состоит как раз в том, что он придумал монолитную интегральную микросхему, в которой транзисторы выращиваются, а не припаи-

ваются. Алферов принимал участие в создании первых отечественных транзисторов, фотодиодов, мощных выпрямителей. Однако его фирменное направление — светоизлучающие гетероструктуры.

Классический p-n переход создают в кристалле кремния, добавляя разные примеси (например, бор и мышьяк) по разные стороны будущего перехода. Однако гораздо более выраженные свойства перехода можно получить, если по обе его стороны не один и тот же материал, пусть с разными примесями, а разные полупроводники. Это и есть гетероструктура («гетеро-» означает «разнородный»).

Гетероструктуру создать очень непросто. Попробуйте срастить два разных материала так, чтобы граница между ними оставалась гладкой и бездефектной в атомном масштабе! Однако Алферову и его сотрудникам это удалось. А когда удалось, то оказалось, что такая структура обладает не просто лучшими свойствами, чем обычный p-n переход, но свойствами принципиально новыми. Жоресу Ивановичу принадлежит открытие сверхинжекции в гетеропереходе, когда при протекании сквозь него тока концентрация носителей тока (например, электронов) возрастает в огромной степени. В результате область гетероперехода приобретает свойства активной среды, которая может генерировать лазерное излучение.

Необходимым условием возникновения лазерного эффекта является перевод излучающей среды в сильно возбужденное состояние. Это достигается путем «накачки» — например, освещения активного тела лазера мощными лампами или протекания в нем химической реакции с большим энерговыделением. В гетероструктуре же накачка осуществляется просто пропусканием сквозь нее тока. При этом, ввиду малых размеров структуры (микроны), требуется ничтожная мощность. В этом отношении полупроводниковые лазеры уникальны, и потому они пригодились именно в компьютерных технологиях, где с самого начала миниатюризация была стратегическим направлением прогресса.

Сам академик Алферов в интервью журналистам поясняет, что созданные им полупроводниковые лазеры используются вместо граммофонной иголки в приводах компакт-дисков. Но есть и более важные применения. Физической основой глобальных информационных систем, в том числе Интернета, служит сеть оптоволоконных линий. В такой линии распространяется не электрический, а световой сигнал. Поскольку диаметр сердцевины волокна составляет, опять-таки, микроны, одна из самых сложных задач — как загнать световой импульс в такое игольное ушко. И здесь лазеры на полупроводниковых гетероструктурах незаменимы, как из-за своих малых размеров, так и благодаря тому, что их можно монолитно срастить с оптоволокном, добившись того, чтобы вообще ни капли света не просочилось наружу.

В настоящее время Жорес Иванович со своими сотрудниками активно работает в области нанoeлектроники¹. Нанoeлектроника имеет дело со структурами, поперечник которых составляет несколько атомов; с токами, измеряемыми несколькими электронами в секунду; со странными и необычными квантовыми эффектами, возникающими из-за предельно малых размеров создаваемых структур. Алферов убежден, что создание таких наноконструкций путем поатомной укладки — это главное направление развития как техники, так и физики XXI века. Алферов не ждет от наступающего столетия больших открытий — он ждет большого строительства. В микромире.

Рассказ о новом российском лауреате будет неполон, если не охарактеризовать его человеческие качества и организационные способности.

Главная черта личности Жореса Алферова — преданность. Он предан родному Физтеху, в который пришел без малого полвека назад. Он предан науке и готов отстаивать ее интересы всеми доступными средствами. «Всеми средствами» означает, что он прагматик и прекрасный организатор.

Жорес Алферов — не только директор академического института и вице-президент Российской Академии наук. Он депутат Государственной думы, причем избирается уже не первый раз. В прошлой Думе он входил во фракцию «Наш дом — Россия». В этой — во фракцию КПрФ, поскольку коммунисты наиболее громко требуют увеличить расходы на науку, прежде всего, на оборонную. А полупроводники всегда были продукцией военного применения, особенно в нашей стране. Однако членство во фракции КПрФ не помешало академику Алферову, когда он понял, что финансовой помощи из Москвы его институту ждать не приходится, сориентировать людей на зарубежные источники финансирования. В результате значительная часть научной работы в Физтехе сейчас выполняется

¹ Нано- означает «одна миллиардная доля» (имеется в виду — метра).

на американские деньги и по темам, интересующим американцев. Зато эти деньги позволяют вести исследования, интересующие нас. Кстати, Алферов уже объявил, что свою долю Нобелевской премии — 250 тысяч долларов — потратит на строительство нового корпуса института.

Рассказывают, что когда молодой Алферов был на одной научной конференции за рубежом, участников конференции пригласили на экскурсию по новейшему полупроводниковому предприятию. По ходу экскурсии он обратил внимание, что готовая продукция — приборы, которых в Советском Союзе еще не умели делать, — лежит в ящиках, за которыми никто особо не наблюдает. Приотстав от группы, будущий нобелевский лауреат зачерпнул пригоршню изделий и отправил ее в карман. В результате мы тоже научились делать такие штучки.

Независимо от того, сколько в этой истории фактической правды, в ней есть правда художественная: этот человек мог так поступить.