

ПЗС — расширение человеческого зрения

У.С. Бойл

(Нобелевская лекция. Стокгольм, 8 декабря 2009 г.)

PACS numbers: 01.30.Bb, 85.30.-z, 85.60.Gz

DOI: 10.3367/UFNr.0180.201012h.1348

Я уверен, что вам всем приходилось слышать, будто это событие начинается с телефонного звонка в пять часов утра. Дружелюбный голос на другом конце провода говорит: "Вам только что присудили Нобелевскую премию". Я же хотел рассказать о том, о чём обычно не говорится. О том, что вам предлагают работу, не предполагающую оплаты. Работу, как правило, по двенадцать часов в день. Есть, однако, и определённое вознаграждение. Оно состоит в том, что однажды вы можете стать известными на весь мир и что эта работа когда-нибудь, да закончится.

Быть удостоенным Нобелевской премии — большая честь. Это замечательное событие в жизни моей жены Бетти и в моей. Мы получили поздравления по электронной почте, по телефону и по почте, многие из них были от старых друзей, с которыми мы довольно давно не виделись.

Моя карьера в Bell Telephone Labs успешно развивалась благодаря окружению, в котором поощрялось проведение совместных исследований, открывался доступ к сложному оборудованию и поддерживались дружеские отношения. Дружеские отношения были очень важны, поскольку они позволяли сочетать навыки физика-теоретика и экспериментатора. Не удивительно, что Нобелевская премия Джорджа Смита и моя стала седьмой Нобелевской наградой для Bell Labs.

Моим первым руководителем в Bell Labs был Лестер Джермер. Он был тем самым Джермером из *опыта Дэвиссона и Джермера*, о котором иногда упоминают в учебниках физики. В ранних работах, посвящённых термоионным катодам, им удалось показать, что электрон может вести себя либо как волна, либо как частица. Это было ключом к пониманию многих явлений атомного масштаба в мире квантовой механики.

Вне лаборатории Джермера больше всего интересовало скалолазание и иногда альпинизм, когда его отпуск был продолжительным. Новые парни, поступавшие в его лабораторию, должны были поучаствовать в его виде спорта хотя бы однажды. Как-то наступил и мой черёд; мы направились к его излюбленному месту примерно в девяносто милях к северу от нашего Марри Хилл, Нью-

Джерси. И там была она — отвесная скала высотой пятьдесят футов! Фасад скалы образовывал девяностоградусный угол с дорогой. Джермер начал проворно взбираться на скалу. Он смеялся надо мной, поскольку я стоял у подножия скалы, а мои ноги оставались на тропе.

В сороковые годы прошлого столетия начала возникать серьёзная проблема в сети телефонной коммутации. По мере того как росло число абонентов, сложность сети увеличивалась ещё быстрее. Некоторые переключения осуществлялись вручную. В шутку говорили, что скоро все в стране будут работать телефонистами. Действительная проблема заключалась в требуемом количестве электромагнитных реле. Они были большими, дорогими и ненадёжными. Однажды я увидел установку, на которой их изготавливали. Она была размером с небольшой паровоз и так же шумела. С одного конца входили пластмасса, проволока и металлическая пластина, а с другого выходили реле.

Столкнувшись с этой проблемой, президент Bell Labs Мервин Келли пригласил на работу трёх новых учёных — физика, физика-теоретика и специалиста в области электротехники. Я не знаю, что он им сказал, но только я не верю, что он предложил им усовершенствовать механическое реле. Речь идет о Брэттене, Бардине и Шокли, которые принялись исследовать *транзисторный эффект* и при этом основали целую область цифровой электроники.

Джордж Смит и я проводили много времени, замышляя и обдумывая возможные новые электронные устройства. Мы рассматривали как новые материалы, так и новые структуры. Например, рассматривался полуметаллический висмут ввиду малости эффективной массы его электронов. Однако по ряду других причин, это оказалось бесперспективным. Наш шеф Джек Мортон часто звонил мне по нашим видеотелефонам. Ему нравилось использовать бывшие тогда в новинку устройства на цилиндрических магнитных доменах. Не могли бы мы сделать нечто подобное на основе кремниевой технологии? Игнорировать Джека Мортон было совсем не просто, это была сильная личность. Видеотелефоны были устройствами больших размеров. Они стояли на наших рабочих столах задолго до изобретения ПЗС. Я пытался уйти из поля зрения Мортон. Но всякий раз, как я съезжал вниз в своём кресле, он кричал: "Сядьте прямо, чтобы я Вас видел! Если ваша лаборатория не

станет более эффективной, мне, возможно, придётся урезать ваш бюджет".

Изобретение ПЗС произошло однажды днём во время одного из наших "мозговых штурмов" у доски. Мы начали рисовать схему и, прежде чем она была закончена, мы поняли, что получили нечто особенное. После нескольких недель работы Джордж попросил "мастерскую" изготовить модель нашего устройства. К нашему некоторому удивлению, самая первая модель заработала так, как мы и надеялись. Родилось первое трёхбитовое устройство. Джордж и я сообщили об этом изобретении на заседании в Институте электротехники. До этого прошел слух, что Bell Labs представит на этом собрании нечто особенное, поэтому на нём присутствовало много заинтересованных лиц с Западного побережья.

Некоторые люди умеют лаконично резюмировать события, происходящие в науке и технике. Джим Эрли, ныне покойный директор фирмы Fairchild Semiconductor, сказал: "Транзистор работал, имея слух, тогда как ПЗС имеет зрение."

За эти годы Джордж и я не раз получали поздравительные письма. Одно из них пришло от группы из двадцати директоров обсерваторий. Они писали, что ПЗС привели к революционному улучшению характеристик их телескопов. Далее, однажды, смотря телевизор, я увидел прямую трансляцию изображения с планеты Марс. Были видны валуны и наносы песка. Это могла бы быть пустыня на Земле. Я соприкоснулся с достижением человечества, увидевшего своими глазами космос.

Итак, я кратко обрисовал вам, как начиналась работа, но я опустил самую важную фазу начала всего в целом, а это было в начале моего образования. Мы жили на севере Квебека, и ближайшая школа находилась на

расстоянии 30 миль, так что моя мать взяла на себя труд обучать меня на дому. Она говорила со своими друзьями, получала рекомендации от местного школьного совета, а также нашла несколько интересных книг, которые могли быть мне полезны. Ключевыми были две книги, обе написанные Ланселотом Хогбеном: *Наука для гражданина* (Science for the Citizen) и *Математика для всех* (Mathematics for the Million). Моя мать не была преподавателем, но она верила в сократов метод и время от времени начинала задавать мне вопросы, которые встречались ей в этих и других книгах, пока не убеждалась, что я делаю успехи. Действительно, это было хорошее образование, с хорошим введением в исчисление, египетскую историю и радиотехнику. Это формировало прочный фундамент для будущего обучения. Так продолжалось до тех пор, пока я не поступил в девятый класс средней школы. Но ещё раньше моя мать стала проявлять беспокойство. У меня не было сверстников, с которыми я мог бы общаться, и я дружил только с лесорубами. Мы частенько катались вместе на санках и играли, но её заинтересованность привела к тому, что она брала меня с собой в Монреаль, ближайший город. Мы посещали лекции в университете МакГилла, она сидела рядом со мной, и по ходу лекции мы обсуждали с ней, что мы узнали в нашей работе по данной теме. В конце лекции она слегка подталкивала меня локтем и шептала: "Послушай, ты ведь знаешь, что они говорят. Почему бы тебе не встать и не сказать им, кто ты". Если бы она была сейчас жива, она могла бы сказать: "Полагаю, тебе нет необходимости так часто говорить им теперь, когда ты получил Нобелевскую премию".

Перевёл с английского *Е.Н. Рагозин*
Научная редакция перевода *М.А. Трищенко*