

Юрий Вебер

ПРОФИЛЬ

НЕВИДИМКИ

Рисунки В. Трубковича

Государственное Издательство Детской Литературы  
Министерства Просвещения РСФСР  
Москва 1961

— Ускользает! — говорит с досадой один из героев этой повести.

Они ведут трудный, но увлекательный поиск — инженеры, ученые, рабочие мастера. Они ищут: как проникнуть в тайны того, что мы называем гладкой поверхностью, в мир невообразимо малых величин. Как же разглядеть его, как описывать и даже рисовать его странный ландшафт? Много разных препятствий надо преодолеть на этом пути.

Следя за поисками героев книги, читатель побывает и в цехах большого завода, и в конструкторском бюро, и в кабинетах Академии наук, и в исследовательской лаборатории, заглянет в Америку, и на Британские острова... Читатель примет участие и в изобретательских находках, и в ученых спорах, и в тех опытах, которые проводят действующие лица. Опыты чрезвычайно тонкого свойства и высокой точности. И все для того, чтобы увидеть, наконец, «профиль невидимки».

А что такое «профиль невидимки», вы узнаете, прочитав эту книгу.



— С чего же это все-таки началось? Было записано в постановлении?

— Нет, такого не было.

— Может, пришел приказ?

— Нет, и приказа не было.

— Ну, распоряжение по телефону?

— Да нет же!

— Но... Как же тогда начали?

Разговор об этом зашел, когда события нашего рассказа еще продолжали развиваться. Поиски были в полном разгаре.

А началось все это так.

## ПОЛЧАСА РАЗДУМИЙ

Из окон, обращенных в заводской сад, можно было видеть, как вскоре после двенадцати, едва кончался «диспетчерский час», на дорожке за центральным корпусом неизменно появлялась в последние дни высокая, плотная фигура главного конструктора.

— Зашагал Георгий Иванович, — отмечали те, кто знал, что это означает.

Главный конструктор оставлял свой большой письменный стол в углу обширного конструкторского зала, оставлял вороха чертежей, объяснительных записок, заявок, графиков исполнения и еще разных бумаг, требующих рассмотрения и подписи, оставлял телефонные разговоры и рабочие совещания, консультации и препирательства с отделами и цехами и разрешал себе хоть минут на сорок, хоть на полчаса скрыться от всего в пустынную тишь садовой дорожки.

Пусть там техник Леночка отвечает по телефону: «Главного конструктора нет на месте». А где это, собственно, место для него, если нужно очень подумать и если письменный стол в углу зала вечно находится под прибоем ежедневных текущих дел! Маленькая боковая дорожка между двумя цехами, спасибо, что ты существуешь!

Как следует подумать — занятие не такое уж лишнее для заводских конструкторов, хотя и пугает оно иных людей со стороны своей неопределенностью. Вот поди ж ты, почему одному нужно побегать непременно туда и обратно в уединении, чтобы схватить верную мысль, а другому — рыскать глазами по потолку? Он что, работает или мечтает? Разве не спокойнее было бы для всех, если бы находки доставались всегда одинаково: фигура, склоненная за служебным столом, и пристальный взор, устремленный в бумагу.

Бывает и так, а бывает. . . И вот один из героев нашего рассказа в должности главного конструктора большого

завода, Георгий Иванович Овчаренко, в самый разгар рабочего дня прохаживается по заводскому саду. Застегнув наглухо пальто, в синей кепочке циркулирует он под осенним ветром туда и обратно и, представьте, не просто гуляет, а очень серьезно раздумывает.

Ему было о чем задуматься в те дни.

### ГРЕБЕНЬКИ-НЕВИДИМКИ

Увидеть и ощупать — первое средство познания вещей.

Но я бросаю взгляд на разные металлические предметы и не нахожу в том, как выглядят их поверхность, заметного различия. Крышка чернильницы или цилиндр мотора, лезвие ножа или машинный вал — все ровное, все блестит. Я провожу пальцем по их поверхности, и все кажется одинаково гладким.

Гладкое... Понятие, возникшее из обмана чувств.

Это было в одном из институтов Академии наук, куда я пришел вслед за некоторыми из действующих лиц нашего рассказа. Мой собеседник, профессор Петр Ефимович, довольно суровый на вид и не очень-то словоохотливый, усадил меня за какой-то прибор с двумя зрительными трубками и, поставив под ним гладкую металлическую пластину, коротко предложил:

— Посмотрите.

Я прильнул к трубкам.

Удивительный, фантастический пейзаж открывался в круглом поле зрительных трубок. Не то какие-то волны, не то гребни, освещенные холодным отраженным светом, застыли там, внизу. Чувство такое, будто смотришь на далекую бледную планету с ее загадочно манящими каналами, вулканами и морями.

А ведь это был всего лишь взгляд на гладкую поверхность пластины. Взгляд, продолженный зрением микроскопа. И уже ничего не осталось от мнимой гладкости.





Одна пластина, другая, третья... И передо мной возникали то грубые лохматые холмы и увалы, то острые ровные гряды, то словно мелкая рябь ветра, пробежавшая по пескам пустыни.

Вероятно, вид у меня был столь недоумевающий, что мой собеседник заметил:

— Ничего, со мной было то же самое, когда пришлось вот так же впервые взглянуть. А как-то я поставил образец шлифовального круга. О, там оказались на поверхности целые пещеры, гроты, я увидел сталактиты, ряды сталактитов, совсем как в подземном царстве. И, представьте, все это горит, сверкает в лучах осветительной лампочки разноцветными огнями... — Он неожиданно улыбнулся, просто и мягко. Но тут же болезненно поморщился и добавил: — Я пробовал выразить свое восхищение. Небольшой абзац в одной из печатных работ. Но редактор решительно вычеркнул. Он утверждал, что это чему-то мешает, что-то снижает. Какая такая еще лирика в науке!

Беседа наша вновь приняла вполне серьезный, ученый характер.

Откуда же на поверхности вещей все эти невидимые, скрытые зубцы и гряды? От той обработки, которой эти вещи подвергаются. Всякий инструмент работает, как маленький скульптор: чтобы вылепить из куска металла гармонично строгую фигуру будущего изделия, изящные, целесообразные формы, точные геометрические размеры, он сдирает, срезает с него лишние слои. Инструмент трудится над отделкой вещей, сообщая им чистый, гладкий, блестящий вид. Но после всякого инструмента остается его собственный след. Проходит ли по металлу лезвие резца, или зубья фрезы, или бесчисленные зерна шлифовального круга — цель одна: получить возможно более гладкую и ровную поверхность. Но это в пределах види-

мости. На самом же деле под внешней «большой геометрией» вещей прячется еще «геометрия малая», микроскопически ничтожная, обычно не различимая ни глазом, ни на ощупь. Следы обработки. Мельчайшие гребешки, невидимо бегущие по поверхности. От разных инструментов разной формы и величины, но все же вполне определенные в своей крайней малости гребешки.

Даст ли рабочий на станке бóльшую скорость или повысит подачу, с какой надвигается инструмент на изделие, будет ли этот инструмент вполне острый или слегка затуплен, возникнет ли где-нибудь незаметная вибрация, начнет ли завиваться вокруг изделия царапающая стружка — все тотчас отразится на поверхности изделия, на его «малой геометрии», на форме и величине гребешков-невидимок.

О них-то, о ничтожных невидимках, и размышлял главный конструктор Георгий Иванович Овчаренко, вышагивая украденные полчаса по дорожке заводского сада.

Уж не слишком ли мелкий предмет для терзаний мысли серьезного, занятого человека? Увы, не один он в нашем рассказе посвятит этим гребешкам свои лучшие часы, свои самые напряженные, беспокойные раздумья.

К главному конструктору присоединялся иногда на той же дорожке его заместитель, Евгений Александрович. Он шагал рядом, часто останавливаясь и энергично жестикулируя. Говорили и спорили они именно об этих гребешках. Потом просиживали часы за столом в углу конструкторского зала. И все опять из-за тех же гребешков.

Потому что далеко не так просто обстоит дело с этими простыми гребешками.

### **УДАРЫ ИЗ МИКРОМИРА**

Случилось так в истории техники, что поверхность изделий с ее миром невидимых гребешков сама стала заявлять о своем значении. Настойчиво, даже трагически.

Тонко отделанную поверхность не научились еще как следует распознавать, с ней обращаться, а она уже часто мстила за себя, нанося из своего микроскопического мира неожиданные и чувствительные удары.

В 30-х годах крупнейшая американская фирма Крайслер, принадлежащая к «большой тройке» автомобильных королей, чуть не потерпела крах из-за такой невидимой угрозы. Странные стуки стали возникать в ее новейших быстроходных машинах. Никто не знал, отчего это происходит. Целая армия исследователей, инженеров ломала голову над загадкой стуков. И лишь когда догадались направить сильный микроскоп на поверхность подшипников в колесах машины, был обнаружен истинный виновник: тонкий поверхностный слой, слишком размягченный в процессе окончательной отделки. Гребешки-то, которые там скрывались, не отвечали условиям повышенной нагрузки.

Так от происшествия с «невидимкой» и потянулся тот путь инженерных поисков, который привел к открытию одного из наиболее тонких способов обработки металлов — суперфиниша. Способ, ставший теперь показателем изысканного уровня современного производства.

Жесточкой ценой приходилось иной раз расплачиваться за неосторожное, неумелое обращение с гребешками. Пикирование самолета — блестящее достижение авиационной техники, в котором моторная мощь так поразительно сливается с виртуозностью акробатики. Но сколько внезапных катастроф в воздухе происходило вначале на этом пути в тот момент «экстаза пикирования», когда из крутого падения тяжелая ревушая машина должна моментально взмыть вверх! Страшный внутренний удар — и самолет рушится наземь. Десятки оборванных жизней летчиков-испытателей. И все потому, что строители самолетов не могли найти сразу правильный подход к обработке коленчатого вала авиамотора, к ничтожнейшим гребешкам на его поверхности.



Вал мотора не выдерживал и в пылу бешеного вращения в какой-то неуловимый миг приваривался к подшипнику. Остановка на полном ходу, на самом опасном повороте! А точками спекания и служили как раз невидимые поверхностные гребешки на шейке вала. И пока не был найден сплав, давший возможность изменить характер гребешков, улучшить чистоту поверхности вала, пикирование самолетов не могло выйти за пределы опасных опытов.

Теперь в авиационном двигателе насчитывается по крайней мере десятка полтора таких ответственных деталей, на поверхности которых приходится учитывать даже самые малые гребешки. Уже не все равно, будут ли они иметь форму зубцов или пологих волн и будет ли их микроскопический рост в десятые или в сотые доли микрона. Недаром с тех пор как строители самолетов занялись вплотную этими гребешками, авиация сумела увеличить свои скорости почти вдвое.

Все развитие техники наших дней заставляет думать о характере поверхности множества изделий, о поверхностных гребешках, об их свойствах, скрытых под внешней безразличной гладкостью.

С каждым днем инженеры и конструкторы поручают разным деталям все более сложную, тонкую и ответственную работу. Высокие скорости, большие нагрузки, безотказность действия...

Движение, разумное и сильное движение, наполняет жизнь современного производства своим неукротимым духом. Гигантские лопасти турбин совершают до трех тысяч оборотов в минуту. Рольганги перекачивают с быстротой курьерского поезда раскаленные полосы по дорогам прокатных станов. Вибраторные машины дают ежеминутно более шести тысяч сотрясений. И всюду станки, поющие песнь стремительного вращения. Прутковые автоматы — десять тысяч оборотов. Малые сверлильные — двадцать тысяч оборотов. Внутришлифовальные — восемьдесят ты-

сяч! И всюду подшипники, на которых крутится, вертится вся современная индустрия.

Везде, где только соприкасаются друг с другом отдельные части, где они скользят, трутся, вращаются, — везде поверхностные гребешки все более властно диктуют свои условия. Даже стойкость деталей против жара и холода, против износа и ржавчины и та зависит от величины и формы гребешков. Вездесущие невидимки.

Что же говорить об их роли в наступающий атомный век с его невиданными скоростями, температурами и давлениями?

Один оратор на ученом собрании, разгорячившись, заявил:

— Весь технический прогресс сейчас упирается в гребешки.

Нетрудно представить, что произойдет, если у мощной турбины с ее огромной крутящейся массой вдруг «заест» подшипник: гребешки зацепились — и мгновенно стоп.

«И о пылинку ничтожную могут запнуться колеса вселенной», — писал поэт Уот Уитмэн, наверно и сам не подозревая, как близко касался он в этой строчке назревающих проблем техники.

В самом деле, уже о подлинно металлических пылинках на поверхности деталей идет речь в наши дни. Все тоньше и деликатнее становится современная обработка. Техника переходит от гребешков в доли миллиметра к гребешкам в микроны, от микронов — к долям микрона, вступая в тот скрытый мир, где нельзя уже ничего так просто ни увидеть, ни нащупать. Даже в языке нашел отражение этот процесс непрерывного и бесконечного приближения к идеалу гладкости. Раньше говорили: шероховатость поверхности. А потом стали говорить: чистота.

Нуль, запятая, сорок сотых микрона или нуль, запятая, двадцать пять — какой высоты гребешки допустимы на поршневом пальце в быстроходном моторе? Вот о чем

думают и спорят теперь инженеры. Величины, перед которыми и пылинка становится чересчур грубой.

Не только в громе и треске аварий напоминают о себе гребешки. Чаще всего беда подкрадывается потихоньку, незаметно, и этой вкрадчивостью она и обманывает.

Работает станок. В нем как будто все благополучно. Но в разных точках станка, там, где что-то скользит и вращается, происходит исподволь местное, малое заедание. Чуть побольше трения — и легонько, легонько дерет. Этого и не заметишь. И вот в цехе бьются над загадкой: почему шпиндель станка, который может служить и десять и двадцать лет, почему этот шпиндель вдруг, спустя уже полгода, вышел из строя? Почему?

Гребешки могут тут о многом рассказать. Если, конечно, умеешь к ним подходить и знаешь, как с ними обращаться. А ведь это целая наука.

Мы часто и не подозреваем, как близко касаются нас вопросы чистоты поверхности. На каждом шагу.

Что было бы с ходом времени на наших часах, если бы не такая отменная чистота на поверхности всех их колесиков?

Думает ли пассажир электропоезда, любуясь в окно сменой ландшафта, что целая армия путейских инженеров, механиков и научных сотрудников Академии наук долго и упорно воевала с ничтожными гребешками, чтобы сделать быструю езду спокойной и безопасной? С гребешками на поверхности незаметной детали, которая спрятана где-то под полом вагона, под ногами пассажиров, и называется золотником пневматического тормоза.

Думаем ли мы, набирая номер телефона, что скорость и правильность соединения охраняет чистота поверхности там, на шестеренках и зубчатых кольцах в аппаратах-искателях автоматической станции?

А люди науки о гребешках должны об этом думать, и очень даже думать.

## РОЖДЕНИЕ НАУКИ

Она рождается на наших глазах, эта наука, поднявшаяся на загадках невидимых гребешков. Может быть, одна из самых молодых наук.

Сквозь строй недоверия и косность привычек приходилось пробиваться ее первым росткам. С тех пор как в 1929 году академик Владимир Павлович Линник направил в своей ленинградской лаборатории только что изобретенный им двойной микроскоп на поверхность металла с целью изучения гребешков, эта область не могла еще долго выйти из стадии отдельных разрозненных опытов.

Размеры изделий, правильность размеров — длина, высота, площадь, объем — всегда были неотступной заботой людей производства. Во все века техника боролась за размеры, за их точность. Размеры строго указывались на всех чертежах. Размеры строго соблюдались при обработке. Размеры еще строже проверялись на контроле. И лишь совсем недавно, два-три десятка лет назад, стала пробиваться в жизнь новая характеристика — чистота поверхности. Робко, неуверенно. Лишь иногда на чертежах появлялся новый значок — маленький треугольник. Внимание, здесь важна чистота поверхности!

Потом стали ставить два треугольника рядом. Это значит — поверхность должна быть еще чище: более мелкие, гладкие гребешки. Затем появились три треугольника рядом. Они означали, что требуется высший класс отделки, известный по тому времени, — шлифование.

Треугольнички смущали многих своей новизной. В них видели скорее доброе пожелание, чем строгую обязательность. (Не то что цифры размеров!) А может, все это лишь прихоть кабинетных мыслителей?

Но приверженцы науки о гребешках не унимались. Накануне второй мировой войны, когда вся техника готовилась к состязанию на полях сражений, теоретики пред-



ложили еще один треугольничек — четвертый. Так они советовали обозначать наивысший вид отделки поверхностей, ставший возможным благодаря последним техническим достижениям. Хонинг-процесс, суперфиниш, притирка — методы небывалой тонкости, когда поверхностные гребешки уж совсем приближаются к идеалу гладкости.

Так хотели ученые. А практика производства еще долго сопротивлялась, не принимая достаточно всерьез все эти нововведения.

Еще в тридцатом году на конгрессе американских инженеров-механиков раздавались взволнованные речи о гребешках. Докладчики предлагали ввести гребешки в закон, предлагали установить общий стандарт для качества отделки поверхностей. Стандарт — свод технических требований, предъявляемых ко всевозможным изделиям. Вся промышленность работает по стандартам, соблюдая нужное качество и взаимозаменяемость деталей. Во всех стандартах указываются, конечно, размеры деталей и допустимые отклонения в размерах, указывается иногда и вес, и марка материала, и химические свойства. . . Только качество поверхности не находило еще себе места среди этих строго выработанных условий. И наиболее дальновидные инженеры говорили с беспокойством: а как же быть с гребешками?

Прошло более десятка лет, а дело стандартизации гребешков все еще не сдвинулось с места. Напрасно ученый-оптик немец Шмальц предлагал германской милитаристской промышленности свой проект стандарта. Напрасно крупнейший английский специалист профессор Шлезингер призывал своих коллег: «Думайте не только о точности размеров, думайте и о чистоте поверхности. Как бы это улучшило качество машин!» Призывы, не нашедшие живого отклика. К началу второй мировой войны ни одна страна так и не собралась навести в этой области порядок.



Чистота поверхности все еще считалась каким-то частным, необязательным делом. Отдельные фирмы и предприятия справлялись с гребешками по собственному усмотрению, кто во что горазд.

Да и определение степени чистоты поверхности производилось большей частью прямо на глазок. Оценивали по старинке, играя изделием на свету: блестит или не блестит, отражает или не отражает? Способ довольно варварский, хотя и звучал в ученой литературе весьма солидно: «способ визуального определения». Поверхность нуждалась в более точных характеристиках, в математическом выражении своих гребешков, — как давно, скажем, привыкли к формулам химического состава или к цифрам точных размеров. Новая наука все еще ждала настоящего широкого признания.

Между тем вторая мировая война — война моторов — еще раз подтвердила все великое значение в современной технике малюсеньких поверхностных гребешков.

И вот в дни исторических битв сорок третьего года в затемненной от воздушных нападений Москве, в притаившемся переулочке, где нашел себе убежище один из институтов Академии наук, тихо и незаметно совершалась скрупулезная, строгая работа. Здесь, в небольшом кабинете с опущенными шторами, несколько человек проводили дни и ночи за бесконечными таблицами и расчетами.

Сюда приходила почта — толстые пакеты с особыми штемпелями. Сюда приезжали посетители в штатском и в походной одежде, с портфелями и дорожными чемоданами. Приезжали из разных мест — из-за Волги, с Урала, из сибирских и азиатских глубин, — отовсюду, куда только разбросала война и эвакуация разные отрасли промышленности, ведомства и научные учреждения. В их бумагах и переговорах слова «высота гребешков», «чистота поверхности» звучали, как перечень полков и пунктов в оперативных сводках тех лет.



Здесь, в небольшом академическом кабинете, в дни и ночи военных тревог шла работа на будущее, на ожидаемый мирный день. И все подчинялось здесь тому, какую роль должны сыграть поверхностные гребешки в техническом наступлении завтра.

Направлял и объединял эту напряженно-тихую работу суховатый на вид человек, уже знакомый нам по началу рассказа. Профессор Петр Ефимович Дьяченко, один из тех, кто посвятил себя делу поверхностных гребешков.

К концу войны работа была завершена: создан первый государственный стандарт на чистоту поверхности. Стандарт, построенный на научных основаниях, с точным разделением на четырнадцать классов чистоты и с цифровой характеристикой каждого класса. Свод законов о гребешках. Скромная техническая победа на фоне всемирно-исторических событий, волновавших тогда человечество.

Но началось снова мирное строительство, пятилетка, и вся промышленность страны почувствовала значение того, что совершилось в небольшом академическом кабинете. Шаг производства на другой уровень и требование особо строгой, «чистой» работы — вот что стояло за маловыразительным индексом ГОСТ 2789-45 нового стандарта. Всем, всем думать о гребешках!

Пример этот заставил и другие страны поторопиться. Америка, Англия, Швеция, Германия... Постепенно чистота поверхности входила в законную форму в виде обязательных национальных стандартов.

Пустячные невидимки стали делом государственным.

Что ж удивительного, что главный конструктор большого завода в дни пятьдесят второго года настойчиво, с беспокойством раздумывает именно о них, о поверхностных гребешках? И не только думает сам, но и вовлекает уже постепенно и других в те же мысли и в те же сомнения.

### **ТРУДНЫЙ ШАГ**

— Ускользают! — говорил Георгий Иванович, перебирая пальцами в воздухе, будто пытаясь что-то ощупать.

И действительно, гребешки начинали ускользать от исследования и изучения. Техника обработки становится все более тонкой и деликатной, поверхность металлов получает блеск чистейшего зеркала, под которым прячутся

гребешки уж совсем ~~мелкозернистой~~ мелкозернистой малости. А как их изучать и измерять?

Никакая точная наука не может развиваться без своих орудий измерения. И то, что было хорошо вчера, уже не совсем годится сегодня. А как различить под чистым зеркалом какие-нибудь зубчики в десятую и сотую долю микрона и как представить их во вполне наглядном виде для исследования и подсчета? Каким путем лучше записать, зарисовать микроскопическую поверхностную рябь, этот неуловимый профиль невидимки?

Еще одно обстоятельство, проявившееся совсем неожиданно, заставило глубже, точнее изучать характер и повадки гребешков. Вот если бы было просто так: чем глаже, тем лучше. На самом-то деле все оказалось гораздо сложнее.

Началось будто с мелочи. Незадолго до войны популярная немецкая фирма Цейс поместила в одном из журналов коротенькую публикацию. Фирма сообщала о своем опыте: при изготовлении очень точных измерительных плиток было отмечено, что плитки с легкой правильной шероховатостью показали себя более качественными, более стойкими против износа, чем плитки совершенно полированной гладкости. То же отметили и советские инженеры, открывшие в свое время секрет производства таких же плиток. Самое гладкое не всегда самое лучшее.

Мало кто обратил тогда внимание на промелькнувшее сообщение. Мелкий факт! Таких в технике каждый день встречаются сотни, и не бить же всякий раз в колокола. Так все и осталось случайным наблюдением, в узком кругу лиц, занимавшихся измерительными плитками. Только люди, посвятившие себя делу малюсеньких гребешков, стали задумываться: что же все-таки такой факт может означать?

Затем произошел еще один случай. На авиационных заводах упорно бились над сложной задачей: как повысить работоспособность самолетных двигателей? Самые



изошренные способы применяли заводские технологи, чтобы отделить цилиндры моторов до наивысшей степени гладкости. Зеркальная чистота! А желанного эффекта все же не получалось. Сверхгладкая поверхность не давала цилиндрам сверхсрочной службы. Они по-прежнему довольно быстро изнашивались в полетах на больших скоростях. Как же еще отгладить их поверхность?

Неожиданный ответ на этот вопрос дал известный конструктор Александр Александрович Микулин.

— Бросьте гладить! — сказал он технологам. — Попробуйте оставить поверхность поглубже.

Поразительная практическая догадка, открывшая верный путь. По совету конструктора отбросили всякие модные дорогие процессы — хонинги, суперфиниши — и ограничились при отделке простым добрым шлифованием. Потускнело зеркало на поверхности цилиндров. Грубее, топорнее стала работа. Чего ожидать? А вышло неожиданное. Цилиндры проявили вдруг необычайные новые качества: безотказное действие, повышенную стойкость. Поверхностные гребешки опять сыграли тут решающую роль. С тех пор почти вся моторная авиация стала летать на таких отшлифованных гребешках.

А наука сделала из этих фактов свои выводы: своеобразный парадокс чистоты поверхности. Да, гладкое лучше в обычном смысле. Но для многих деталей и условий их работы за каким-то пределом наступает явление обратное: сверхгладкое оборачивается вдруг не в пользу, а во вред. Происходят разрывы смазки между чересчур гладкими поверхностями, происходит слипание — всякие казусы. Для разных деталей и для разных условий работы наступает свой предел, когда уже не нужно, невыгодно и даже вредно дальнейшее приглаживание гребешков. Главное, не нужно. Напрасная трата сил и времени — гладить до бесчувствия.

А как знать, где этот предел, за которым начинаются всяческие шутки излишней чистоты? Исследователи гре-



бешков и выскивают теперь то, что называют они «оптимальной шероховатостью». Самая выгодная, экономичная поверхность, вполне и совершенно гладкая, но не переглаженная сверх меры. Очень тонкая и разумная дозировка гладкости.

Стоило затем и в тракторной промышленности всерьез заняться гребешками, как сразу изменилась картина. Некоторые детали тракторного двигателя стали отделять немного грубее — оставляли чуть покрупнее гребешки на поверхности. И что же?.. Надежность работы двигателя заметно повысилась. А на заводах отпала необходимость в последних отделочных операциях, наиболее хитрых и кропотливых. Целые шеренги сложных дорогих станков можно было убрать из поточных линий. Они оказались просто ненужными. Вот что такое — найти «оптимальную шероховатость».

Новая возможность открывается в связи с этим перед техникой наших дней: предсказывать поведение деталей.

— Предсказывать? Что это значит — предсказывать? — спрашивал главный конструктор Георгий Иванович своего заместителя. И сам же, не дожидаясь, отвечал: — Это значит измерять и измерять.

Важное решение созревало за таким обменом мыслями.

Завод выпускает точный измерительный инструмент. Всевозможных видов, всевозможного назначения. Он на то и создан был в дни первой пятилетки здесь, на подмосковном пустыре, под шум и гомон комсомольских субботников, чтобы оснащать индустрию страны средствами точного измерения. Производственный город из кирпича, бетона и стекла, погруженный в тенистый, благоухающий сад.

Десятки и сотни разных инструментов, приборов, контрольных автоматов научился изготавливать завод за прошедшие двадцать лет. От самых массовых и ходовых до

самых изощренных и редких. И все — для измерения размеров, для наружной геометрии вещей. И вот теперь, в дни двадцатилетия завода, когда шла уже пятая пятилетка нашего календаря, возникла беспокойная мысль: а не пришло ли время сделать заводу новый шаг? Подумать о средствах измерения чистоты поверхности, о гребешках, об этой новой геометрии нашего века. Важный, ответственный шаг, который надо очень взвесить и на который надо очень решиться.

Измерительные приборы обладали почти таинственной властью над делом изучения поверхностных гребешков. Откровением были на производстве первые микроскопы Линника, приподнявшие завесу над видимой гладкостью вещей и позволившие определять высоту отдельных неровностей. В изумление приводили аппараты, способные записывать невидимый профиль поверхности. И уж совсем действовал на воображение некий прибор под названием «профилометр Аббота».

В то самое время, когда фирма Крайслер отчаянно билась над загадкой стуков в своих машинах, в ее дирекцию пришло странное послание. «Могу сконструировать прибор, который будет точно и быстро математически оценивать профиль поверхности», — лаконично сообщал техник Аббот из Мичигана. Что это, деловое предложение или шарлатанство? Долго гадать не приходилось, и фирма пошла на риск.

Аббот не обманул надежд. Только с его прибором в руках американские инженеры смогли покончить со стуками в автомобилях и взять приступом такой необычайной тонкости метод отделки, как суперфиниш.

Техник из Мичигана хорошо понял всю выгоду своего изобретения. И вскоре в маленькой подвальной комнате, где помещалась его мастерская с двумя старичками рабочими, заварилось прибыльное дело. Профилометры, как чрезвычайная редкость, были на строгом учете в странах обеих полушарий. Даже спустя десяток лет в

специальной литературе тщательно отмечалось: «По нашим сведениям, на практике применяется около ста двадцати профилометров. Из них несколько в Англии».

Это было еще до войны, когда главному конструктору и его заместителю пришлось увидеть впервые один такой прибор, выписанный из-за океана. Действительно, стоило только поводить специальным щупом по поверхности металла, как прибор давал уже математический подсчет высоты невидимых гребешков. Заморская новинка в темно-коричневом ящике с двумя циферблатами.

Аббот был готов присылать такие ящики еще и еще. Он требовал взамен только одного: золота. Тысячи и тысячи золотых долларов за каждый экземпляр. Ларчик изобретателя чего-нибудь да стоил!

А после войны никому не известный инженер принес на завод такой же прибор своей конструкции, вскоре завоевавший себе широкую популярность под именем «профилометра Киселева». Первая демонстрация состоялась в заводском конференц-зале, и все столпились вокруг длинного стола, покрытого зеленым сукном, на котором молодой изобретатель с деловитой сноровкой и твердой решимостью в лице провел сеанс быстрого анализа разных поверхностей. Он многое упростил в своем приборе по сравнению с американским, сделал его портативнее, стремясь проложить ему дорогу на заводы, в цеха. И все же электрическое сердце прибора загадочно билось там, на столе, в глубине футляра-чемодана, поражая людей непосвященных своей строгой недоступностью.

Помнится, один из начальников цеха, старый производственник, взглянул тогда на главного конструктора, как бы ища у него объяснений, и сделал красноречивый жест: «Ну и чертовщина!»

А теперь вот им самим здесь, на заводе, надо было вплотную заняться этой «чертовщиной». И влезать в нее, задаваясь самой трудной целью. Создать новый прибор еще небывалой чувствительности, который вытаскивал

бы самые мельчайшие гребешки из их микроскопического мира. И не только подсчитывал их, но и записывал бы, рисовал с таким увеличением, чтобы можно было легко и удобно производить над ними всяческие исследования и измерения. Вот на что им предстояло решиться.

Никто их не заставлял браться за все это. Не было ни приказов, ни постановлений. Они сами увидели то, чего требует время, и сами над этим задумались. Мало ли людей, сидящих в проектных и конструкторских бюро, которые готовы думать и творить только по указке, по предписаниям: «Сделай то-то...», «Разработай это...» А если самому, по собственному побуждению, когда видишь, что нужно было бы что-то другое, новое? Сам-то можешь ты предложить, доказывать, защищать? Свойство для всякой живой работы весьма немаловажное, хотя и несет оно с собой не очень-то много спокойствия и удобств. И мы сумеем еще в этом убедиться.

### **ВЫБОР КОНСТРУКТОРА**

Конструкторский отдел. Высокий длинный зал со сводом — словно светлое небо. Белые стены, молочно-белые шторы на окнах, белые полотнища чертежей на огромных досках, поднятые, как паруса. Человек тридцать наполняют сдержанно-приглушенным движением и чуть заметным общим гулом эту заводскую гавань: конструкторы, техники, чертежники, детализовщики, калькировщики, старшие и младшие, конструкторы групповые и просто конструкторы...

Кому же поручить новую тему? Кто сможет повести всю эту разработку с гребешками, проектирование прибора? Выбор, который всякий раз стоит перед главным конструктором. В нем, в этом выборе, в самом начале предприняемого эксперимента и таится уже нередко его конечный исход.



— Клейменов, — решительно советовал заместитель Евгений Александрович.

— А не рано ли ему?

— Ничего. Он может руками. И помнишь его защиту?

Клейменов действительно только еще начинал, едва закончил техникум при заводе, и в его послужном списке не было еще никаких особых конструкторских заслуг. И все же... Он несомненно обладал одним качеством, которое заместитель называл «он может руками». В понятии конструкторов это вовсе не ловкость при обращении с линейкой и карандашом, а нечто другое. Это умение, желание повозиться, когда нужно, собственными руками где-нибудь в цехе завода над тем, что переходит с чертежа в реальную вещь, в действующее, движущееся устройство. Как много конструкторов, прекрасно мыслящих линиями на бумаге, теряются вдруг перед простой необходимостью подправить что-нибудь пальцами, подвернуть, передвинуть в живом механизме! Клейменов как будто этого не боялся.

Случай с дипломной работой в техникуме также о чем-то говорил. Клейменов принес на защиту диплома не только теоретические данные и чертежи, но и выложил перед комиссией готовый приборчик, сделанный по этим чертежам. Держа за рукоятку приборчик, похожий на пистолет, молодой дипломант уверенно продемонстрировал его действие, чем и сразил окончательно всех членов комиссии. «Реалистичный подход», — было отмечено в протоколе.

Итак, еще один человек вступает в это дело с гребешками. Худой, вытянутый, с юношеским тенорком, хотя и с экономной, осмотрительной речью, светлоглазый, светло-волосый, вечно что-нибудь перебирающий своими длинными пальцами с крепкими ногтями. Конструктор Юрий Клейменов.

Надо сказать, что принял он новую тему без особого



воодушевления. Что ему там какие-то гребешки, над которыми он никогда особенно не задумывался! И что еще получится из всей этой затеи с необыкновенным прибором, столь непривычным для завода? А потом будут говорить: ну конечно, не справился...

Вечером, принеся домой стопку книг из библиотеки, сказал жене:

— Вот еще не хватало! Чтение для души!

Первый вечер встречи с гребешками.

Не скоро еще приступит он к практическому осуществлению прибора. Нет пока ни листа ватмана, наколотого на доску, ни линейки с карандашом, а есть только школьная разлинованная тетрадка, куда непрестанно, и на работе и дома, надо что-нибудь записывать. Выдержку из книги, имена, цифры... Тут же наброски схем. И вопросы, вопросы, напоминающие, как много еще нужно прочесть, сравнить, выяснить. Этап покорного ученичества.

На технических конференциях и докладах, посвященных вопросам чистоты поверхности, в Академии наук, в специальных институтах появлялся в то время среди почтенной ученой аудитории худощавый молодой человек в потертом костюмчике, светловолосый, ко всему жадно внимательный. Он садился где-нибудь сбоку, в задних рядах, и слушал и записывал в разлинованную школьную тетрадку.

Однажды кто-то заметил его:

— Что там за молодая поросль?

— Смена! — ответил иронический шепот.

— А-а...

Чем больше проникал Клейменов по книгам в эту новую для него область, чем больше слушал мнения разных специалистов, их споры о характере и роли микронеровностей и особенно о способах их измерения, тем сильнее он чувствовал, что вступает в горячую, накаленную интересами и пристрастиями атмосферу только еще склады-

вающейся и ищущей своих законов науки. И ему стали вдруг не так уж безразличны эти самые гребешки, существующие где-то там, по ту сторону наших ощущений. Как лучше к ним подойти? Как измерять? И уже с жаром пытался он говорить о них с женой за вечерним чаем. Хотя что они, строители, могут в этом понимать?

### В ПОИСКАХ РЫЧАГА

Оказывается, не так-то уж мало людей изощрялось в подходе к гребешкам. Механики, оптики, электрики... И каждый оспаривал у других преимущество именно своего метода. Одни интересовались больше рассмотрением и сличением гребешков в натуре, другие — математической их обработкой, третьи — записью гребешков на пленку или бумагу. Одни заботились о портативных способах измерения в заводских условиях, другие — о точном исследовании гребешков лабораторного порядка. Гребешки пытались нащупать и световой волной, и разными иглами, и струей воздуха.

Но как бы ни были разнообразны все эти способы, в них неизменно сохранялся все тот же основной принцип познания вещей — увидеть и ощупать. Приборы служат лишь продолжением органов чувств. Если нельзя различить гребешки невооруженным глазом, то ученые-оптики продолжают зрение с помощью микроскопов. Если нельзя нащупать гребешки просто пальцем, то механики всячески ищут способов продолжить осязание с помощью какой-нибудь иглы, которая могла бы ощупывать все вершины и впадины микроскопического ландшафта.

В разных местах — в исследовательских институтах и в конструкторских бюро — замышляли и строили такие приборы и шло как бы негласное соревнование: кто делает лучше, кто найдет способ вернее распознавать, исследовать гребешки? С разным успехом справлялись с этой задачей. Были созданы и практически действующие

устройства. Были и проекты, оставшиеся лишь в области красивых фантазий.

Как разобраться во всем этом молодому конструктору, в хороводе разных мнений, на чем остановить выбор? Они на заводе хотели бы создать такой прибор, который мог бы и вести запись гребешков и давать математическую обработку поверхности. Потому что первое нужно для точных исследований, а второе — для определения классов чистоты по стандарту. Вот и хорошо бы этаким комбинированный прибор: рисовальщик-математик.

Но подобные приборы всегда разделялись как бы на два лагеря: либо прибор для записи, либо прибор для вычислений. Одно из двух: профилограф или профилометр. И разные люди занимались либо одним, либо другим. И разных специальностей, и с разными совсем подходами. Как же тут быть, когда даже в литературе и в ученых докладах люди с именами вполне авторитетными всячески подчеркивали: эта область ваша, а эта — наша.

С первых же шагов приходилось Клейменову испытывать это давление авторитетов.

Но все-таки опять и опять возвращался он к тому же вопросу: почему непременно такое разделение?

Разве уж такие разные совсем задачи — исследование гребешков и определение чистоты поверхности по стандарту? Одно, мол, для науки, а другое — для практики. Не идет ли сейчас развитие техники к тому, что одно и другое часто смыкаются — наука и производство? Теперь на заводах приходится не только проверять, контролировать работу, но часто и изучать, исследовать какие-то новые явления и процессы. Сегодня — в академическом институте, завтра — в заводской лаборатории, а послезавтра — и в самом цехе. . . Путь вполне обычный в наше время для приборов высокой точности. Почему же тогда не создать прибор комбинированный — сразу и для записи гребешков и для их подсчета?

Или игла, этот остренький орган осязания прибора. Пробегая по гребешкам, она повторяет весь невидимый профиль поверхности, залезая на все вершинки и заглядывая во все впадинки. Как было бы заманчиво использовать бег иглы с двойкой целью — и для записи и для вычислений! Стало быть, опять выгодно объединить профилограф с профилометром. Игла подсказывает.

Но тотчас же поднимались голоса, которые вообще брали под сомнение возможности иглы. Она царапает, она искажает картину... Особенно когда прощупывается поверхность высокой чистоты, с мельчайшими гребешками в десятые и сотые микрона.

Давление авторитетов холодным душем обдавало разыгравшееся было воображение.

Клейменов приходил к Георгию Ивановичу со своей тетрадкой: страницы, полные сомнений. Кого же слушать?

Главный конструктор прищурился, чтобы лучше рассмотреть записи, и всегда спрашивал: а когда было высказано это суждение?

— Видите, два года назад... — Он предостерегающе поднимал палец: — Вчерашний день, если хотите.

И они решили проверять. Все проверять самим, не полагаясь на чужие отрицания или твердые разграничения. Попробуем все-таки с иглой. Попробуем объединить: профилограф — профилометр. Маленькое тире, скрывающее за собой серьезный, принципиальный шаг.

Ну хорошо. Допустим, что будет игла. Что они сумеют приспособить ее даже для самого тонкого ощупывания. Но игла сама по себе еще ничего не выявляет. Колебания иглы, пробегающей по гребешкам, столь же ничтожны, как и сами гребешки. Их просто так и не заметишь.

Колебания надо как-то увеличивать. Сделать так, чтобы малейший скачок иглы отозвался на другом конце прибора заметным размахом. Немало людей — ученых,



изобретателей — подходили уже к этой задаче. Каждый искал тот чудесный рычаг, который мог бы своим длинным плечом вызвать наглядную картину того, над чем копошится игла в мире невидимок. Когда-то с помощью рычага Архимед был готов поднять даже Землю. С помощью рычага изобретатели наших дней обещают поднять все тайны чистоты поверхности.

Рычаг может быть механический. Многие измерительные приборы устроены на принципе механического рычага: указательная стрелка — это и есть то длинное его плечо, которое дает увеличение размаха.

Но для записи гребешков такой рычаг не годится. Уж очень большие тут требуются увеличения, чтобы представить в наглядном виде микроскопическую поверхность рябь. Пришлось бы протягивать слишком длинное металлическое плечо, тяжелое и неповоротливое. Такой рычаг и не сдвинешь легчайшими колебаниями иглы. Все застрянет в путях инерции. Рычаг тут должен быть какой-то иной.

Узнал Клейменов и о том, как в поисках такого рычага и началось содружество разных наук — кооперация, как принято говорить. На помощь механикам пришли оптики. Они предложили из своего арсенала длинное и невесомое плечо: световой луч. Движения иглы, прыгающей по гребешкам, передаются зеркальцу, которое и отбрасывает зайчика на экран. Малейший поворот зеркальца — и световой рычаг чертит своим длинным плечом по экрану или фотопленке, оставляя увеличенный след гребешка. Зайчик повторяет каждый прыжок иглы, но гораздо выше.

Мальчишка, пускающий весной зайчика из окна, ослепляя прохожих, — он, собственно, и устраивает себе такой прибор. Легкое движение руки с зеркальцем отбрасывает луч далеко, на противоположную сторону улицы.

Но не так-то легко было приручить к рисованию гребешков этого шаловливого зайчика. Годы труда





*Он приходил к главному конструктору со своей тетрадкой.*

затратил первый советский конструктор профилографов инженер Аммон, чтобы заставить зайчика прыгать выше, чем игла, в две с половиной тысячи раз. И еще с десяток лет прошло, прежде чем ленинградскому оптику Левину удалось совершить дальнейший значительный шаг: световой зайчик стал прыгать у него выше иглы в четырнадцать тысяч раз. Микронный бугорок вырастает в записи на пленке до величины уже больше сантиметра.

Эти профилографы несли вполне достойную службу, помогая, между прочим, и разработке первых стандартов. И все же переход к наивысшей чувствительности требовал уже нечто другое. Увеличение в десятки и десятки тысяч раз — вот что, вероятно, понадобится. Какой же необыкновенный рычаг способен такое осуществить?

В смущении стоял молодой заводской конструктор перед громадой вырастающей задачи. Только сейчас, когда начинаешь ближе узнавать, что сделано другими, понемногу приоткрывается, что ожидает тебя самого.

Рычаг оптический. Можно ли с его помощью совершить дальнейший скачок? Туда, где речь идет уже об увеличении в десятки тысяч раз? Клейменов не мог найти такие примеры. Какой же нужен тогда рычаг?

«А если электричество?» — возникал естественно вопрос. Почему бы не использовать для увеличения записи гребешков электричество?

Самая гибкая, молниеносная сила нашего века. Она уже служит в профилометрах для математического подсчета гребешков. Почему же ей не служить и для рисования? Электричество легко поддается увеличению, просто и без потерь. Это не то, что плечо световое, которое расплывается и слабеет с расстоянием. Электричество может дать рычагу то самое длинное плечо, хотя и будет оно в виде какой-нибудь катушки или спирали. Простое увеличение тока — и плечо это растет.

Верный ключ к задаче. Вставить в прибор вместо рычага оптического рычаг электрический.

— Хорошо бы, конечно, — подтвердил Георгий Иванович.

Мысль заманчивая. И, вероятно, не только им одним должна была она прийти в голову. Так что же имеется на сей счет у других?

С этого вопроса, вполне естественного, и начался первый заводской опыт, который привел... К чему он привел, мы сейчас и увидим.

### ОБМАНЧИВЫЙ ЭФФЕКТ

— Ничего себе приборчик! — воскликнул Евгений Александрович, изогнув свои густые брови.

Им попало занятое описание в одной из переводных книг. Американская новинка под названием «анализатор Браш».

Город Кливленд в штате Огайо. Город машиностроения, автомобильного производства, черной металлургии и финансовых магнатов, совершающих крупные сделки вплоть до выдвигания, и свержения политических деятелей. Здесь-то под сенью большого капитала и сорока-восьмиэтажного небоскреба приютилась та самая фирма «Браш-Компани», где была произведена эта попытка — применить электрический рычаг для рисования гребешков. Рычаг весьма оригинального свойства, построенный по последним достижениям науки и красочно расписанный в проспектах фирмы. Рычаг увеличения в шестьдесят тысяч раз. Невероятный скачок в сравнении со всем, что было известно прежде. Шестьдесят тысяч! Трудно даже сразу поверить.

Кливлендские инженеры решили использовать в своем приборе так называемый пьезоэффект. Явление, пленяющее умы современников не только своим звучным названием, но и поистине ослепительными возможностями.

Простая пластинка из кристаллика сегнетовой соли при малейшем изгибании рождает электрические заряды.

В свою очередь, электрический ток, подведенный к такой пластинке, заставляет ее колебаться. Удивительное превращение механического движения в электрическое и обратно. Превращение самым прямым путем, без всяких промежуточных ступеней. Человечество, веками принимавшее сегнетовую соль в качестве немудрого аптекарского средства от желудка, и не подозревало долго, что глотает с этими бесцветными горьковатыми кристалликами технические чудеса будущего. Радио, телефония, волшебства ультразвука — где только не проявили себя эти крохотные пластинки, обладающие изумительным даром пьезоэффекта!

А теперь находчивые американцы пустили их на рисование невидимых гребешков. Игла, бегущая по поверхности, колеблет пьезопластинку! Вверх — вниз, гребешки — впадинки... Бегут заряды, идет ток. Усиленный во множество раз, он заставляет пластинку на другом конце прибора совершать усиленные взмахи. Пластинка размахивает пером, которое и чертит микропрофиль в большом масштабе. Пожалуйте, электрокардиограмма поверхности готова. Оригинальный, непревзойденный способ.

Вот что обещал принцип, заложенный в «анализаторе Браш».

— Примем! — коротко и энергично высказался Евгений Александрович.

— Попробуем... — поправил Георгий Иванович.

Главный конструктор всегда с осторожностью относился к тому, что сулило вдруг сразу нечто необычайное, ошеломляющее. Увлечаться им здесь особенно нельзя. Здесь все же завод, и от них, от заводских конструкторов, ждут не откровений и сенсаций, а решения практических задач, создания новых, но вполне реальных устройств, которые должны быть обязательно освоены затем в производстве. Заводские цехи, окружающие конструкторский отдел, цехи со своей жесткой программой серий-



ного или массового выпуска изделий накладывали на всякий поиск нового очень строгие условия.

Американский прибор. Что было им известно о нем? Только общее описание. Фотография внешнего вида также ни о чем, по существу, не говорила. А чисто конструктивная сторона — как там все устроено — об этом ни слова. Хотя выглядело все это так завлекательно!

Надо самим построить, проверить...

— Тут нужен эксперимент, — сказал Георгий Иванович.

Да, иначе не обойтись. Заводской эксперимент, собственными силами, с помощью своих заводских лабораторий.

К тому же открылась еще лишняя возможность. Назревшие идеи носятся в воздухе. Чуть ли не в те же дни пришло весьма подходящее предложение. Один из авиационных институтов, где, конечно, крайне нуждаются в средствах измерения гребешков, спрашивал, может ли завод изготовить прибор с большим увеличением, ну, как, скажем, этот американский «анализатор Браш». Институт также был обольщен тем, что открывал модный способ пьезоэффекта.

— На ловца и зверь бежит, — лукаво прищурился Георгий Иванович.

Действительно, удачное сочетание: с одной стороны, нужный эксперимент, а с другой — реальный заказ. Двойной интерес. И, конечно, двойные надежды.

А надежды, говоря по правде, были у них не малые. Всегда ли они только оправдываются, вот что.

Они сидят в темноватом помещении, похожем на коридор, с длинными сплошными полками по стенам, где размещается электролаборатория завода, и всматриваются, пристально всматриваются в небольшой матовый экран, поставленный перед ними. На этом экране осцил-

логографа заводские электрики показывают им, что же происходит, когда в опытном устройстве начинают работать маленькие пьезопластинки. Причудливая картина возникает на экране: изумрудно-зеленоватая полоска извивается там, мерно колыхнется, словно плавающая в молоке тумана.

И с каждым разом на лице Георгия Ивановича все сильнее проступает выражение полной разочарованности.

— Шалит, шалит! — повторяет он, указывая Клейменову на экран.

Клейменов и сам видит: да, шалит. Изумрудная полоска слишком заметно меняет свою форму. Нет постоянства. Пьезопластинки проявляют высокую чуткость, отзываясь на малейшее колебание. Но в этой чуткости нет постоянства. Условия опыта остаются как будто одни и те же, а пластинки отвечают по-разному. То одна картина возникает на экране, то вдруг иная. Странно ведет себя пьезоэлектрический рычаг.

Уже какую неделю пытаются заводские электрики наладить работу пластинок, выяснить, откуда же такие капризы.

Увы, сама стихия, погода — влажность воздуха и температура, — оказывается, влияет на чувствительные пьезопластинки. Их легко выбить из колеи. И на экране осциллографа — разводы искажений.

Заходит в электролабораторию Евгений Александрович, иронически вздымает брови:

— Ну и эффект!

Прибор должен быть высокой точности, строгой, неукоснительной точности — что бы он ни измерял, сколько бы ни измерял, — а тут вдруг такие вольности. Понимаете ли, погода действует!

Правда, опыты показывали, что пьезоэлектрический рычаг позволяет достичь увеличения и в тридцать тысяч раз, и в шестьдесят тысяч, и, может, еще больше. Очень эффективное увеличение. Но постоянство! Отсутствие постоянства сводит на нет весь эффект.

Неизвестно, как мирились с этим создатели «анализатора Браш» из Кливленда.

— Нам это не годится, — признает наконец Георгий Иванович. — Хотя... — раздумывает он вслух. — Как же все-таки они-то? Может, мы не так что-нибудь?

И снова более тщательный розыск в литературе. Телефонные запросы, письма в институты, в другие города. Как работает «анализатор Браш»? Кто видел, как работает этот «анализатор»?

Тогда и выступило на первый план другое. Не ошеломляющие цифры увеличения — шестьдесят или восемьдесят тысяч, — а некоторые оговорки, попадающиеся в статьях. «Постоянство действия не может быть признано достаточно удовлетворительным», «погрешность становится ощутимой...»

Нашлись и люди, которые видели «анализатор», пробовали с ним работать. Их ответы подтверждали: «Оригинально, но ненадежно».

— Не все то золото, что блестит... — мудро заметил Евгений Александрович.

Опыты пришлось прекратить.

Они собрались вокруг стола главного конструктора, чтобы обсудить всех тревожащий вопрос: что же теперь будет? Первая же попытка осуществить задуманный прибор окончилась так неудачно. Многообещающий электрический рычаг — а вот оказалось...

А тут еще Клейменов обнаружил в одной из книг не то совет, не то предостережение: «Мы считаем, что основной областью приложения электромеханического метода являются профилометры, а для оптикомеханического — профилографы». Писал автор, сам имеющий немалые заслуги в конструировании приборов, имя которого не раз им приходилось слышать. И вот он считает, что электрический рычаг для записи гребешков мало подходит. А может, и вовсе не подходит? Неудача с пьезопластинками очень настораживала. Электричество сыграло с ними

свою шутку. А то ли оно еще может выкинуть? Такая капризная, скользкая материя это электричество!

— М-да, надо сознаться, одни мы этого не решим, — сказал Георгий Иванович. — Нельзя хвататься за что попало.

Это была правда. Какой сложной и своеобразной нирисовалась им вначале вся эта область изучения гребешков, на самом-то деле все оказалось гораздо сложнее. Думали быстро разобраться, выбрать что получше, а убедились в том, что начали запутываться. Новая, малоизвестная наука не так-то легко открывала свои тайники.

— Узко действуем все-таки. Пошире, надо бы пошире. — И главный конструктор потянулся к телефонной трубке.

### ПОД СТЕКЛЯННЫМ КОЛПАКОМ

Они приехали с завода в тот самый институт Академии наук, где находится лаборатория профессора Петра Ефимовича Дьяченко.

Передовая техническая наука... Клейменову всегда невольно представлялось: строгая внушительность зданий, блеск стекла, совершенное оборудование... А они очутились, к его удивлению, на довольно беспокойной улице с громяющим трамваем, в каком-то особняке, неудобном, неприспособленном, где тускло освещенные коридоры заставлены, как на складе, конторскими шкафами и где под точнейшими приборами вздрагивают старые половицы. И все же, несмотря на эту обстановку, или, вернее, вопреки ей, он знал: здесь протекает своя работа, углубленная научная работа с большими задачами и теоретически тонкими изысканиями. Лаборатория профессора Дьяченко — один из центров науки о гребешках.

Профессор принял их в своем неказистом кабинете с



маленьким окном. Ну да что! Не в одних только хорошо обставленных кабинетах созревают наиболее счастливые истины.

Разговор был довольно сдержанный. Профессор Петр Ефимович не столько торопился одобрить их замысел, сколько трезво его оценить.

Хотите создать большое увеличение, в десятки тысяч? Недурно бы, но это очень серьезная задача.

Электрический рычаг для увеличения и записи? Вполне в духе времени, но здесь может быть много разных вариантов. Надо не ошибиться в выборе.

В общем, «посмотрим, посмотрим, что вы там сумеете», — слышалось в его замечаниях.

Он порывлся в столе и вынул фотографию. Вот занятный экземпляр. Тэйлор — Гобсон. Англия. Прибор комбинированный, так же, как и они задумали. Рычаг увеличения — электрический. И, кажется, очень верный принцип.

— А какое увеличение? — спросил Георгий Иванович.

— До сорока тысяч.

— Сорок тысяч? Без подвохов? — невольно вырвалось у Клейменова.

— Да, представьте. Это не реклама, а работающий аппарат. Только учтите: он на правах музейной редкости. Убедитесь сами. Уникальный экспонат. Под строгим запором. Даже я не могу заполучить его сюда. — Профессор махнул в сторону двери, выходящей в помещения лабораторий.

— Где же его посмотреть?

Профессор назвал адрес.

— Поглядите, поглядите, советую. — Он поднялся из-за стола и медленно, подчеркнуто добавил: — И попробуйте сделать хотя бы не хуже... А дальше? Дальше будет видно.

Уже прощаясь, он спросил их как бы между прочим:

— Вы все по одной специальности, кажется, механики? И что же, вы думаете все осуществить сами?

— Нет, мы этого не думаем, — ответил Георгий Иванович. — У нас есть расчет — соединить усилия. — И он скрестил пальцы обеих рук.

...Наконец-то они смогли добраться до этого прибора, вывезенного с Британских островов! Действительно, музейная редкость, доставшаяся одному из промышленных институтов. Специальные пропуска, строгие расспросы — да кто? да зачем? — и неусыпный надзор за ними, за посетителями. И наконец — сам его величество аппарат под большим стеклянным колпаком. Руками не трогать!

Еще шаг поближе.

Вот это то самое, о чем говорил им профессор Петр Ефимович. Прибор, способный записывать гребешки с увеличением в сорок тысяч раз. «Попробуйте сделать не хуже».

Он стоял, этот прибор, молчаливый и значительный, под своим колпаком. Чуть старомодная отделка, но все солидно, добротные детали, — типично английская работа. Говорят, почти пятнадцать лет трудились там инженеры в центре старинного графства Лестершир, чтобы создать это деликатно-чуткое устройство. Фирма Тэйлор — Гобсон... Земляки доброго Пикквика, занявшиеся в нынешний век делом электрофизического приборостроения.

На этом приборе был разработан весь проект британского стандарта по чистоте поверхности. Репутация немалая. «Попробуйте-ка сделать не хуже».

Осторожно сняли колпак. Осторожно, затаив дыхание сотрудник института наставил иглу на поверхность пробной пластины и пустил аппарат записи. Медленно поползла бумажная лента, и на ней вслед за пером потянулась



тонкая, извилистая линия. Микропрофиль, вызванный из невидимости.

Они склонились над лентой, рассматривая запись. Удивительно! Такого им еще не приходилось видеть: запись гребешков получалась просто, быстро, наглядно. И увеличение! Сорок тысяч раз! Гордость английской точной техники. Сколько понадобилось, вероятно, усилий!

Картина поверхности ложилась тут, перед ними, на бумаге, зубчатым рельефом. Даже на профиле высокой чистоты можно было разглядеть десятые дольки микронов — мелкий, крохотный бисер. Правда, напрягаясь, в очки, но все же можно как-то разглядеть.

— Это уже нечто, — заметил Клейменов с деланной шутливостью.

— Можно заглянуть внутрь? Прощупать конструкцию?

— Что вы! — испугался сотрудник. — А если что случится, кто будет исправлять?

Перед гостями чуть приоткрыли крышку, и они, прильнув к щели, увидели, что там, внутри. Металлические и стеклянные лампы, коробочки, катушки, переплетение разноцветной сети проводников. Особый, сложный мир тонкой электрики открылся перед ними сквозь щелку.

Крышку осторожно опустили, и щелочка в этот мир захлопнулась.

### ЕДИНИЦА С ПЯТЬЮ НУЛЯМИ

Они понимали: им не справиться одним с такой задачей, как вся эта электрика для прибора. Уж очень особые, специфические тонкости. Потому Георгий Иванович и ответил тогда в беседе с профессором: «Есть расчет соединить усилия». А взгляд туда сквозь щелочку, в иутро английского прибора под стеклянным колпаком, еще более их в этом утвердил.

Что можно было бы сделать самим, опираясь лишь на собственную заводскую лабораторию?

Темноватое узкое помещение, похожее на коридор. Заводские электрики добросовестно и аккуратно собирают здесь за длинными, как сплошные полки, столами проверенные и разработанные электросхемы различных контрольных измерительных приборов, освоенных в производстве.

Но такое новое, необычное дело... Нет, для него одних местных сил недостаточно. Здесь, очевидно, потребуются особо поставленные эксперименты, редкая аппаратура, словом, целая исследовательская работа. И люди нужны совершенно особых, специальных знаний даже среди электриков, — из тех, кто владеет тайнами электронных потоков, высоких частот, модуляций и прочих премудростей. Недавний опыт с пьезопластинками тоже достаточно убеждал.

Короче говоря, если в приборе самая тонкая механика соединяется с самой тонкой электрикой, то и люди для



его создания должны объединиться: заводские механики вместе с электриками, точнее — с теми, кого именуют электронщиками. Кооперация двух отраслей.

Тот период, когда один человек все придумывал сам в таких приборах, видно, уже подходит к концу. Поиски в одиночку вряд ли сулят тут что-нибудь дальше. Они думали дать прибору имя своего завода, подчеркнув этим усилия не только двух-трех конструкторов, но и большого производственного коллектива. А теперь, оказывается, даже целый завод, крупный завод не в состоянии быть одним-единственным создателем столь сложной, тонко действующей новинки. Брать надо еще шире.

Не приходилось особенно гадать, кто бы мог им в этом помочь. На совещаниях у главного конструктора по поводу нового прибора уже не раз присутствовал низенький, скромной наружности человек, к мнению которого все внимательно прислушивались. Александр Иванович Бояров, сотрудник электротехнического исследовательского института, — он был достаточно известен инженерам завода и своими знаниями и своим практическим складом ума. Когда нужно было решить какую-нибудь особую электрическую схему, на заводе часто говорили: «Вот хорошо бы сюда Боярова». Он приезжал тогда из своего института, и его видели и в конструкторском отделе, и в заводской лаборатории, и в цехах. Время у него всегда было на счету, и работу он вел с экономной деловитостью, объясняясь даже в спорах очень коротко, тихим, чуть сдавленным голосом.

У него был вкус к измерениям очень малых величин с помощью электричества. Эту свою особую, личную склонность проносил он упорно сквозь все остальные обязанности. И часами отдыха, и кандидатской диссертацией, затянувшейся на годы, и даже служебными отношениями, — всем приходилось жертвовать ему ради непонятного на иной взгляд увлечения или прихоти, именуемой по-старомодному: «то, к чему лежит душа».

Недавно он с конструкторами завода разработал оригинальный автомат — измерение и сортировка конических роликов. Быстро и четко с микронной точностью производит электричество промер диаметров и конуса, отделяет брак, а годные ролики автоматически раскладывает на десять разных групп, бросая каждый в назначенный ящик. Каждую секунду падает ролик — тук-тук... Неумолимо точная автоматика отстукивает там, где раньше десятки людей корпели изо дня в день в нелегком труде, напрягая зрение.

За время совместной работы конструкторы особенно близко узнали манеру и метод Александра Ивановича. Да и просто его отношение к тому, за что он берется. Кого же еще желать для нового дела? Он, Бояров, наверно, смог бы там, в своей институтской лаборатории, создать самое чуткое электронное сердце, какое нужно для прибора, и такой рычаг, который сможет вытаскивать и рисовать крупно мельчайшие гребешки.

Вначале на предложение Георгия Ивановича он ответил коротко:

— Подумаю, — и привычным жестом, двумя пальцами, как рогулькой, поправил очки.

А через несколько дней он стал одним из самых необходимых участников совещаний у главного конструктора. Его уже касалось все: и часть электрическая, и механическая, и общие вопросы исследования поверхностей. Конечно, возник самый серьезный вопрос: с каким же увеличением должен прибор записывать гребешки, чтобы вполне отвечать современному уровню исследований?

Тот, английский, под стеклянным колпаком, мог увеличивать в сорок тысяч раз.

— Сумеет ли сделать не хуже? — ставил вопрос Георгий Иванович.

Бояров задумался, поправляя очки.

— Почему же... — произнес он наконец негромко. —

Электроника, мне кажется, позволяет и больше. Тысяч сто, пожалуй. . .

Это было так неожиданно и особенно в устах Боярова, всегда осторожного на крайние выводы, что главный конструктор даже с недоверием качнул головой. Сто тысяч! Шутка сказать! Это значит, что какой-нибудь совсем ничтожный зубчик на поверхности в сотую дольку микрона предстанет вдруг размером в целый миллиметр. Гигантское, невообразимое увеличение. А десятая долька микрона вырастет уже до сантиметра. А сам микрон полезет горой. . . Это микрон-то — тысячная долька миллиметра, которую нельзя обычно ни увидеть, ни нащупать и которая в десятки раз меньше самой тонюсенькой паутинки! . . . Это значит, что будет возможность рассматривать хорошо, уверенно скрытый профиль самых что ни на есть чистых поверхностей, какие только знает современная техника. Профиль невидимки, проявленный до степени явственно видимой картины. Вот что значит увеличение в сто тысяч раз.

Георгий Иванович машинально написал на бумаге единицу с пятью нулями и, дважды подчеркнув, бросил восклицательный знак. Сто тысяч!

— Понимаете? — оглядел он присутствующих.

И все смотрели на это число, не столько, может, еще понимая, сколько угадывая, что для них стоит за ним, какие задачи, какая работа за этой единичкой с пятью нулями.

— Принимаем? — спросил Георгий Иванович.

И в этом вопросе уже слышалось, что он-то, главный конструктор, принял такое решение. Итак, увеличение в сто тысяч. Если получится. . .

### **ЗНАКОМЫЕ МОТИВЫ**

Ну что ж, надо было приступить к делу уже вполне практически. Начать разработку отдельных узлов, пробные варианты, конструктивные расчеты, лабораторные

опыты... Словом, запустить в ход всю сложную, разветвленную машину проектирования и исследования, обнимающую широкий круг людей разных специальностей, разных отраслей — и производственных и научных.

Но тут-то Александр Иванович и сказал в беседе с главным конструктором:

— Ведь это придется как-то оформить, согласовать с институтом. — И голос его прозвучал очень скучно.

Это что же, оттяжка или склонность к формальностям? О нет! Если бы только его личное желание! Он, наверно, тут же снял бы пиджак, повесил его аккуратно в угол на вешалку и, накинув рабочий халат, засел бы вместе с конструкторами прикидывать, подсчитывать, строить эксперимент. С того дня, как начался разговор о новом приборе, на квартире у Александра Ивановича, в его низкой комнатухе под крышей старого, обветшавшего московского домика, на столе, на этажерке росли и росли стопки новых книг, журналов с закладками, и все — о чистоте поверхности, об измерении гребешков. Его домашняя картотека пополнялась аккуратными, четкими записями маленьким почерком на обороте старых библиографических карточек. О чистоте поверхности, о гребешках.

Если бы только его желание! Если бы так было всегда, как красиво пишется: «Содружество двух отраслей...» Но посудите сами.

Телефонный звонок главного конструктора завода в институт, где работает Александр Иванович Бояров:

— Нам очень нужно поставить эту работу с вашей помощью.

— У нас? У нас своя программа, мы перегружены. И почему непременно у нас?

Первые мотивы на тему о содружестве. Знакомые мотивы!

Второй телефонный звонок, туда же, звонок главного инженера завода. И тот же ответ:



— Не можем. Не по нашему профилю.

Поездка главного конструктора в институт с официальной просьбой от завода, в письменном виде. И официальный ответ: «Нет возможности».

Официальное обращение завода в свой главк. Главный инженер и главный конструктор сочиняют письмо, объясняют в нем, аргументируют, просят. Важность прибора, необходимость объединения усилий, опыт сотрудника Боярова...

Обращение главка в институт. Безрезультатно.

Обращение главка в другой главк, в ведении которого находится институт. Безрезультатно.

Еще одна бумага от завода, еще более мотивированная и отшлифованная в формулировках. Бумага в министерство.

Обращение одного министерства в другое министерство. Безрезультатно.

Наконец заместитель министра одного министерства, которому подчинен завод, вступает в переговоры с заместителем министра другого министерства, которому подчинен институт. Две отрасли сближаются на возможно короткую дистанцию.

Все равно, согласия не получилось.

Кто же виноват, что у института свое направление, у завода — совсем другое? Электрификация страны — вот ради чего возникли на заре советского строительства железобетонные корпуса лабораторий и мастерских в одном из отдаленных московских районов. Оборудование для электростанций и линий передач, разрывные выключатели, мощные конденсаторы и разрядники, преобразовательные установки. Напряжения в сотни тысяч вольт. Мощности в миллионы ватт... Вся эта «тяжелая электротехника» в глухом гудении, в молниях разрядов властвовала здесь над умами в лабораториях института. И что здесь в сравнении со всем этим какой-то прибор для целей микропической механики, где мелькают ничтожнейшие токи

в тысячные и даже миллионные доли. Блоха! А возни с ней не оберешься.

То, чем занимается сотрудник Бояров, проявляя свой личный интерес, входит в круг вещей, получивших в последнее время особое название — «промышленная электроника». Новая область, в которой тонкие электронные процессы направляются на весьма практические производственные цели. Контроль, счет, управление, всевозможная автоматизация. . . Область, которая по смыслу своему стучится во все междуведомственные перегородки. Электроника не существует сама по себе. Она всегда к чему-нибудь прикладывается, всегда с чем-нибудь в тесном соседстве. То со станком, то с прессом, с печью или прокатным станом, с контрольным или счетным устройством. И тому, кто берется за это, очень важно понимать не только собственные законы электроники, но и то, к чему она будет прикладываться.

Александр Иванович это понимал. Он знал, например, как применить электронные процессы в регуляторах высоковольтных передач. И это было по ведомству, по профилю института. Но он знал также и механику малых измерений. А это уже по какой части? «Не по нашей, не по нашей». Пусть завод обращается еще куда-нибудь.

А куда же заводу обращаться? Есть ли такой центр, который ведал бы всем, что касается промышленной электроники? Есть ли в самой инструментальной промышленности такая ячейка электронной техники, где могли бы провести все исследования для нового прибора на нужном уровне?

Завод настаивал, добивался, чтобы соединить свои усилия именно с электротехническим институтом и с той именно лабораторией, где работает научный сотрудник Бояров. Были основания добиваться. Институт известен тем, что проводит свои исследования глубоко и всесторонне, во всеоружии оснащенных лабораторий, экспериментальных мастерских и специальных, строго профили-

рованных конструкторских бюро. Там имеется даже свой опытный завод, на котором все, что будет найдено в теоретических и лабораторных изысканиях, доведут до практического образца, до пробной партии, провожая ее в жизнь.

Бояров этим и отличался — умением «довести до конца». К примеру, тот же автомат для контроля роликов. Автомат был создан, проверен, принят официально. Уже более трех лет прошло, как партия в десять штук работала на одном из заводов на Волге. А Бояров все не давал покоя Георгию Ивановичу: «Интересно, как там ведет себя наш питомец?»

Они поехали вдвоем в срочную командировку. На заводе их встретили с удивлением: ведь автоматы работают, к ним нет никаких претензий. Или товарищи москвичи хотят получить похвальный отзыв? А может, так, прогулка на Волгу?

Нет, не за тем они туда поехали. Поездка была, когда Бояров был отпущен лишь на три дня (в счет очередного отпуска!); когда время было так уплотнено, что они сидели по две смены возле автоматов, день и вечер, разбирая их действие; когда, выгадывая часы, пришлось лететь обратно на самолете (за собственный счет!) и уже в кабине при сильной болтанке обмениваться наметками будущей модернизации кое-каких узлов и когда после такой «прогулки» Александру Ивановичу нужно было немедленно, прямо с аэродрома, спешить к себе в лабораторию, чтобы наверстать там упущенное за эти дни. На него можно было положиться, на этого не очень-то представительного человека от науки, в толстых очках, с тихим голосом.

И вот двери института, двери лаборатории, в которой он работал, оказались на этот раз для завода закрытыми. Институт загружен, новый прибор не по его профилю, — и полный отказ.

Два министерства так и не смогли между собой дого-

вориться. Кто-нибудь нарочно препятствовал? Или сыграли тут дурные расчеты? Нет, просто задуманный прибор никак не укладывался в рамки министерских разграничений.

— Ох, уж эти рамки! — вздыхал Георгий Иванович.

— Рамки, перегородки, стенки, барьеры... — изощрялся, словно подшучивая, Клейменов, хотя ему было вовсе не весело.

Вероятно, многие люди промышленности задумывались, говорили тогда о том же. Как быть с разделением хозяйственной жизни по отраслям и ведомствам? Как стереть между ними жесткие перегородки? Постепенно рождалась, бродила мысль, что нужно как-то это изменить, перестроить. Но как, в каких формах? Еще не прозвучало знакомое теперь всем слово «совнархоз», обнявшее жизнь промышленности во всей полноте и как трактором перепахавшее министерскую чересполосицу. Ведь шли еще дни пятьдесят третьего года. Большие перемены только назревали. А пока что героям нашего рассказа пришлось стучаться в эти самые перегородки. И дело остановилось.

Не однажды менялся пейзаж за это время за окнами конструкторского отдела. Голые осенние деревья покрывались снежным инеем, потом лопались почки, прошло и весеннее цветение, и теперь садовая дорожка между цехами, по которой, помните, расхаживал когда-то Георгий Иванович, лежала пустынной под зноем летнего солнца.

...Но действительно ли остановилось? Они задумали прибор, решили создать его, понимая, как он был бы нужен. Они и сейчас продолжали думать о нем. Не могли не думать.

То Бояров заедет к вечеру на завод — так, прикинуть кое-что вместе с конструкторами на всякий случай. То Клейменов отправится после работы на шумную привок-



зальную улицу, чтобы посидеть с Александром Ивановичем в его комнате, за обеденным столом, за которым хозяин почему-то любил работать даже больше, чем за столом письменным.

Главный конструктор Георгий Иванович созывал время от времени всех вместе, и они сообща пытались выяснить, что же придется им предъявлять друг к другу, если работа над прибором все же начнется. Чего они, механики, потребуют от электрической части? И чего он, электрик Бояров, потребует от их механической части? Взаимные претензии, заменяющие восторги содружества. Если, конечно, все это начнется. . .

Съездил Бояров посмотреть и на английский прибор под стеклянным колпаком.

— Хорошая работа, — заметил он, разглядывая сквозь скупую щелочку электрическое нутро.

Потом подумал и добавил:

— Примерно сороковых годов.

Подумал еще и еще добавил:

— Попробуем сделать не хуже. Хотя увеличение в сто тысяч раз — это несколько другое.

Общий принцип электронного устройства был понятен ему с одного взгляда. В наше время его не надо изобретать. Все дело в том, как этот принцип реализован, в какой рабочей схеме воплощен, со всеми дополнительными, вспомогательными устройствами, какие тут требуются. Вот где будут настоящие трудности и загадки, особенно когда пытаешься совершить такой шаг к небывалой еще чувствительности. Увеличение в сто тысяч раз потребует тут много нового и неизвестного, хотя электроника и совершенствуется с каждым годом свои методы. Бояров это отчетливо представлял себе. Нет, не открытие общего принципа, а безукоризненно проведенная опытная работа должна все решить. Точность исполнения — прежде всего.

Да, но когда же, когда наконец начнется эта работа,

реальное воплощение? Что же они все-таки успели сделать сами за это время? Все только присматриваются да примериваются. И даже не сумели еще убедить кого следует, что задуманная ими вещь нужна, очень нужна и чтобы им позволили над ней работать. Вот именно: позволили работать.

Георгий Иванович отправился к главному инженеру завода. Пожаловаться, спросить совета... И так, может быть, потихоньку склонить на одно решение.

Главный инженер Иван Алексеевич слушал, по обыкновению не поднимая глаз от бумаг на письменном столе. Неожиданно этот резкий, несговорчивый человек со всем согласился.

— Это у вас похоже на мысль, терять жалко, — сказал он с суховатой отчетливостью.

Он-то понимал значение задуманного прибора и решил сейчас пойти навстречу событиям. Да, рискнем. Пусть завод начнет пока то, что он может делать сам: механическую часть прибора, орган осязания, конструктивную основу. А там посмотрим, там можно будет вложить в готовое и электронную сердцевину... когда услышат наконец просьбу завода. Не может же быть, чтобы такое дело и не получило все-таки ход. А пока что начнем заваривать...

### ТОЧКА ОСЯЗАНИЯ

В одном из цехов завода я встретил девушку-контролера, про которую говорили, что она обладает «шестым чувством». То была знаменитая на заводе Рая. Она проводила пальцем, вернее кончиком розового холеного ноготка, по отделанной поверхности и, прикрыв глаза, изрекала, как оракул: «Фрезеровка седьмой класс... шлифовка девятый класс».

Проверка на приборах большей частью сходилась с ее предсказаниями. Несколько лет, проведенных на таком

контроле, — и указательный палец Раи приобрел ту особую чувствительность, которой обычное человеческое осязание не обладает. Микроскопические волны гребешков, как некие невидимые струны, о чем-то говорили и пели ей, когда она перебирала их своим пальчиком.

Нечто подобное такому пальцу и должны были они создать сейчас для своего прибора. Только палец механический, безошибочный и куда еще более чувствительный, чем даже натренированный Раин ноготок, чтобы мог распознавать он любые гребешки на поверхности — и такие, что уж совсем прячутся под зеркальной гладью высшей чистоты. Двенадцатый, тринадцатый и даже четырнадцатый классы. . . Предел современной технической отделки. Мир десятых и сотых долей микрона. Туда, как бы продолжая наше осязание, придется залезать механическому пальцу.

На кончике пальца — тонкая алмазная игла. Она, как крохотный ноготок, обостряет чувствительность и сводит точку осязания к небывало малой величине. Этаким сверхчувствительный микроноготь.

Удивительно даже, сколько серьезных ученых людей думают, работают и спорят над такой иголкой. Может ли она проникнуть в самые мельчайшие бороздки поверхности? Верно ли ощупывает? Не царапает ли?

Немец Шмальц вообще отрицал возможность ощупывания микропрофиля иглой. Если она толста, то не может залезть во все неровности и не передает правильной картины. А если она очень тонкая, то царапает поверхность. Только невесомой световой волне позволял он касаться поверхности для измерения и исследования гребешков.

Пытались заменить иглу воздушной струей, поручая ей ощупывание поверхности. А другие отвергали и струю. Спор, затянувшийся на годы.

Конструктор Левин в своей ленинградской лаборатории также немало трудов посвятил этой иглке. Он привел доказательства, и опытные и теоретические, что игла

все же заслуживает доверия. Она может достаточно точно копировать гребешки, выявляя общую картину поверхности. Надо только устранить опасность царапанья. Сделать нажим иглы возможно легче. Малое давление иглы — в этом весь фокус. Такое малое, чтобы игла только нежно обкатывала гребешки. Но не настолько малое, чтобы начала проскальзывать впустую. Тонкое равновесие, донимающее помыслы всех изобретателей.

Граммфонная иголка, пробегая по бороздкам пластинок, верно и точно передает сложнейший мир звуков, полифонию оркестра, тончайшие переливы голосов. Почему же игле прибора не сыграть нам немую мелодию микропрофиля? Этакая соната или прелюдия на тему о гребешках. . .

Но игла прибора должна быть в десятки раз острее граммфонной иглы, чтобы залезать во все тайники микропрофиля. Теперь на заводах механическая отделка оставляет следы на поверхности куда более легкие, чем самые нежные, ласкающие звуки. Вот и попробуйте вызвать эту едва уловимую музыку гребешков. Отсюда и споры и разные доказательства со схемами, с математическими выкладками то в пользу, то против иглы. Клейменов чувствовал, как он теряется в потоке разноречивых мнений, разбросанных по разным книгам и статьям.

— Пробуйте, все пробуйте сами, — напоминал ему Георгий Иванович.

Итак, им нужна тонкая, очень тонкая алмазная игла. Конструктор набирает номер заводского телефона:

— Отдел снабжения? Мне необходима алмазная игла, четырехгранная, радиус острия два-три микрона. Будьте добры.

Конструктор кладет трубку и продолжает свою работу по расчетам и проектированию прибора.

Увы, действительность пока что далека от нарисованной идеальной картины. На самом деле конструктор рыщет по институтам и предприятиям точной механики. Где



бы достать иглу? Главный конструктор Георгий Иванович обзванивает всех знающих людей. Где бы достать? Его заместитель Евгений Александрович обзванивает. . .

Наконец Клейменов находит нужную иглу на одном из заводов, скрывающих свое лицо под строгой литерой. После известного количества личных переговоров, дипломатических улыбок, письменных запросов и ответов он привозит оттуда драгоценный алмазный ноготок. Крошка, которую можно рассмотреть как следует лишь под микроскопом.

И все же главная задача для них была не в том, чтобы достать иглу, а в том, чтобы придать ей свойство чуткого, тончайшего осязания. Как сделать, чтобы игла и прижималась к поверхности и не слишком давила бы? Царапает — аргумент один из самых сильных у противников иглы. Чем чище, нежнее поверхность, тем опаснее может быть для нее игла. Если не устранить эту угрозу царапанья, то нечего и думать ни о какой высокой точности.

Сколько может быть разных способов, чтобы подвесить крохотный алмазный ноготок? И все их Клейменов пробует поочередно, один за другим. Игла, подвешенная на двух плоских пружинках. Игла на двух пружинках с противодавлением. Игла, свободно опирающаяся на поверхность. . . Каждый вариант подвергается проверке. И каждый раз Клейменов все более уныло сообщает Георгию Ивановичу: не годится — царапает!

Как испытывать давление такой иголки, даже это выросло в проблему. После разных попыток Клейменову удалось все же соорудить измерительное приспособление: этакая чуткая пластина, прогибающаяся под тяжестью даже легчайшего грузика. Часами сидел он перед пластиной, рассматривая ее в трубку микроскопа и подсчитывая прогиб по шкале. Сначала одна гирька — и наблюдение в микроскоп: на сколько же прогибается? Затем давление иглы на ту же пластину — и опять сравнение: на сколько же прогибается? Гирька за гирькой, сравнение

за сравнением. . . Бесконечно кропотливая настройка по мельчайшим ступенькам вплоть до сотых долей грамма. Физическая модель нежнейших касаний.

Клейменов не отстает от иглы, пробует по-всякому. У него уже появились свои приемы «экспресс-испытания» — на палец, на бумажку. Он протаскивает под иглой бумажный листок и, прильнув ухом, слушает. Тонкий комариный писк дрожит в воздухе. Царапает! Еще и еще раз. Все равно — звенит комар. Царапает.

Нет, придется, видно, искать совсем в другом направлении.

Какое же это должно быть направление?

Глаза невольно ищут: а где Георгий Иванович? Вон там главный конструктор — за своим столом в углу зала, в непрерывном круговороте текущих срочных, неотложных дел. Подойти к нему, посоветоваться? Насколько легче, когда можно подойти к более старшему и опытному, сказать: «У меня не получается», — и, сняв с себя этим тяжесть, ждать ответа.

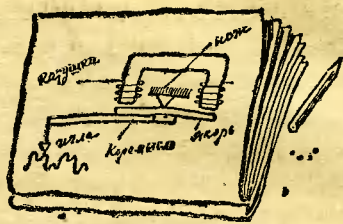
«Найду сам, тогда и посоветуюсь», — упрямо думает Клейменов и сердито морщит лоб.

Он сидит перед чистым, пустым полотном кальки и рассеянно, без мысли водит карандашом. Завитушки, похожие на розанчик. Мышка с хвостиком. . . Фу ты! И это в служебное время!

Необходимо найти какой-то более тонкий способ подвеса иглы, найти это капризное равновесие, чтобы игла касалась поверхности и достаточно плотно и вместе с тем очень нежно. Равновесие? . . . А почему же не создать подвес по принципу весов? Решение, которое напрашивается само собой.

Маленькое чувствительное коромысло, как в точных химических весах. На одном конце — игла. На другом конце — узкая пластинка — якорь, качающийся перед электрической катушкой. То самое легчайшее равновесие, которого ищут все изобретатели приборов с меха-

ническим осязанием. Игла совсем легко касается поверхности, и любое ее движение вверх и вниз по гребешкам тотчас передается в силу равновесия на другой конец, туда, где пластинка якоря. Он,



якорь, повторяет перед катушкой колебания иглы, и токи в катушке уже посылают сигналы, как бы серию электрических снимков, снятых с невидимых гребешков. Весы — этот механический рычаг передал эстафету рычагу электрическому.

Вот что появляется в грубых чертах у Клейменова на кальке вслед за розанчиком и мышкой. Как будто обещающий подход. Но увы, опять резкое мнение отвергает возникшую, казалось бы счастливую, мысль.

В одной из книг, где говорилось о гребешках, о методах их исследования, попало Клейменову упоминание и о весах. «Подобная система служить не может», — решительно отвергал автор именно то, что показалось молодому конструктору таким естественным. Но почему же? Слишком неповоротлива, малоподвижна система весов, слишком у нее велика инерция, чтобы поспевать за всеми быстрыми, частыми колебаниями иглы, бегущей по гребешкам. И тут же в подкрепление своего приговора автор приводил схему. Вот и разберись! И снова взор тянется туда, где стол главного конструктора.

Когда Клейменов принес ему книгу, Георгий Иванович долго вчитывался в слова: «Подобная система служить не может». Имя автора было известно, у него был собственный большой опыт конструирования профилографов именно с иглой. И его мнение что-нибудь значило. А подвес иглы — это как раз та начальная точка, от которой идет в приборе вся остальная цепь... либо высокой чувствительности, либо непоправимых ошибок. Очень ответ-

ственная точка. Не только гребешки, но и малейший просчет тут вначале будет возведен потом в тысячи и тысячи раз. Ошибка, становящаяся катастрофически великой. Автор не имел в виду слишком большого увеличения и все-таки предостерегал против весов. А что же тогда будет у них?

Георгий Иванович задумался над схемой. Маленькое коромысло, переваливающееся туда-сюда на опоре. Вероятно, он, автор, сам пробовал, испытывал. И не получалось. Интересно, он делал сам или ему кто-нибудь готовил? Кто, какие руки изготовляли? Ведь это такая капризная, тонкая вещь, именно точка опоры. Рассчитать можно — это одно, но как сделано, как сработано в кусочке металла, вот что... Располагал ли автор такими возможностями, такими руками? А завод? Их завод инструментальный, со своей традицией мастерства. Это уже кое-что. И люди здесь есть кое-что умеющие.

Главный конструктор отодвинул книгу и сказал:

— Все равно будем пробовать.

### **КОЕ-ЧТО УМЕЮЩИЕ**

В глубине заводского сада, за живой стеной зеленых зарослей, стоит двухэтажный корпус под стеклянным сводом, с двумя распластанными крыльями. В левом крыле уединенного корпуса за всевозможными глухими и прозрачными перегородками находится не совсем обычный цех. Какое-то свое, негромкое и неспешное напряжение работы сразу угадывается здесь, в светлом, довольно чистом помещении.

Экспериментальный цех. Отсюда, из этого цеха, выходят новые конструкции инструментов и приборов, которые перейдут потом в производство завода, в другие цехи. Здесь получают первое реальное оформление идеи, поло-



женные на чертежные листы, пробные устройства и механизмы, предложения, требующие практической проверки. Особый цех, состоящий, в отличие от других, при отделе главного конструктора и неизменно вызывающий у других смешанное чувство зависти и уважения. Этот цех не работает, вернее — не должен работать на текущую программу завода. Он работает на завтра, на будущее, его программа — технический прогресс. Казалось, сами строители завода, люди первой пятилетки, воздвигавшие эти стены, этот цех, сказали тем, кто должен в нем трудиться: ищите, экспериментируйте, ищите новое. Вот вам и специальный цех для этого — экспериментальный.

Дух спокойной, солидной деловитости царит в левом крыле. Тут не устремляются гурьбой к выходу в обеденный перерыв, не торопятся оставлять станки по окончании рабочего дня и, не спеша одеваясь, еще часто рассуждают и спорят над какой-нибудь деталью. Люди все больше пожилые, серьезные, знающие цену и себе и своему делу. Станки здесь универсальные, на которых можно произвести на свет любую оригинальную вещь — штучную, индивидуальную. Да и каждый работающий здесь также представляет собой незаурядную профессиональную индивидуальность. Короче говоря — «кое-что умеющие».

Что бы ни задумал конструктор у себя за столом, какое бы остроумное ни принял он решение, все равно к его мысли должны прибавиться еще труд, мастерство, находчивость этих людей за станками в цехе, чтобы новая вещь могла заявить свое право на существование. Чтобы плоские линии превратились в объем, в строго целесообразную форму, в точные срезы, торцы, отверстия и диаметры, в совершенно отделанные поверхности. И чем тоньше, филиграннее вещь, тем больше приходится думать: а как же там обернутся с ней, в экспериментальном? Иногда только там и можно получить ответ на то, что действительно годится и что не годится.

Есть в том цехе еще один отгороженный, защищенный стеклом рабочий угол. Всего пять-шесть человек, затворившись от остальных, образуют там тесный кружок избранных. Слесари-лекальщики. За простыми дощатыми, залосненными верстаками производят они операции самого тонкого, чистого свойства, создавая из мертвых кусочков металла подлинное одухотворение точности.

За крайним верстаком, как раз против огромного окна, выходящего в наиболее пустынную и тихую часть заводского сада, сидит слесарь Виктор Павлович Гордеев. На заводе он уже более двадцати лет, но не в этой выслуге лет его главная заслуга, а в его искусстве лекальщика. В том, что умеет рассчитывать его глаз, что творят его руки, — эти аккуратные, чуть нервные пальцы, всегда чисто вымытые и все же потемневшие на подушечках от постоянного соприкосновения с металлом. За работой очень подтянутый, в темном халате, скупой сдержанный в быстрых и четких движениях, он довольно иронический в частной беседе, и на его не по годам моложавом, гладко выбритом лице легко пробегает какая-то кроткая и вместе с тем по-мальчишески лукавая улыбка. Теперь от этого человека многое зависело.

Можно ли все-таки применить для подвеса иглы систему весов, которую так решительно отвергал ученый автор? Мастерство слесаря должно было это решить сейчас, его исполнение за верстаком и, если хотите, даже его настроение. Да, именно настроение. Ведь вся эта кропотливая возня над мельчайшим, капризно чутким устройством, вся эта филигранная игра рук — ведь вся она на человеческих нервах.

Вот почему, когда конструктор Клейменов пришел за перегородку к слесарю Гордееву, показал чертеж, начал объяснять и даже сказал под конец: «На вас вся надежда, Виктор Павлович», — это не произвело должного впечатления. Слишком часто инженеры и конструкторы говорят хорошим лекальщикам: «На вас вся надежда».

Гордеев отвечал на объяснения односложно, кивая головой:

— Понимаю, понимаю, — и только.

Надо было еще что-то, чтобы пробудить в нем это самое «настоящее» настроение.

— Знаете, считают, что это невозможно, — заметил Клейменов как бы между прочим.

По лицу слесаря пробежала кротко-ироническая улыбка. Невозможно?

С этой-то улыбки, можно считать, и началось.

### МЕЛКИЕ МЕЛОЧИ

Когда Виктор Павлович вот так за что-нибудь берется, его место за верстаком превращается в арену самых строгих, осмотрительных действий. Ритуал высокой точности разыгрывается под его руками. Маленькие, изящные инструменты обступают рабочее место. Тоненькие отвертки, как у часовых дел мастера. Пилочки, словно для маникюра. Увеличительные стекла. Разноцветная пудра доводочных порошков. . . И все это, как только ему нужно куда-нибудь отойти, он бережно накрывает белой марлей. Чтобы не попала пыль и чтобы никто «не сглазил». Лекальщики, как и художники, не любят, чтобы засматривали в их работу со стороны.

Меньше, возможно меньше. Легче, возможно легче. Таково было основное требование ко всем деталям этого механизма, с помощью которого они надеялись ощупывать гребешки. Может, тогда и удастся смягчить влияние инерции, которым так пугал их автор ученого труда. Конечно, решающей точкой здесь была точка опоры. Призма на острие ножа, — на чем все качается. По размерам не больше кончика зачиненного карандаша.

Сначала прикладывал к этому руку один из лучших шлифовщиков завода Дмитрий Васильевич Козлов, чей

станок стоит возле перегородки в экспериментальном цехе. Тщательно, со строжайшей постепенностью обтачивал он под кругом тонносенькую стальную пластинку, заостряя ее край наподобие ножа. И, когда шлифовальный круг перестал уж больше «брать», подступая к микронным размерам, Дмитрий Васильевич передал карликовую заготовку на лоскутке бумаги туда, за перегородку, слесарю Гордееву.

Перед Виктором Павловичем на гладкой доводочной плите лежит эта металлическая крошка, которую нужно окончательно превратить в безупречной точности опорный нож. Ребро заострить до степени самого тонкого лезвия бритвы. Края свести под углом и отделать их чисто, как зеркало. А как это сделать, если сама металлическая крошка так мала, что ее даже не схватишь рукой, она пропадает в пальцах?

Сначала придумать, как ее схватить и удерживать в руках во время работы. Виктор Павлович придумал такое приспособление: нечто вроде плоской рукоятки, из щелочки которой чуть высовывается самый кончик острия. Ну будто молекула, посаженная на фундамент. Тогда только и стало возможным что-то над ней проделывать.

Он сидел часами, близко пригнувшись к верстаку, и, словно отрешенный от всего окружающего, тихонько и осторожно оттачивал, отглаживал, проводя приспособлением по совершенно как будто гладкой плите бесконечно строго рассчитанными плавными движениями. Иногда он прикрывал даже глаза, желая еще больше вложить все свои чувства в это нежнейшее касание металла к металлу, в едва уловимое, летучее ощущение пальцев.

То и дело Гордеев брался за лупу, ставил приспособление под микроскоп. Только при сильном увеличении можно было уследить за теми переменами, какие происходили там, на острие ножа, под игрой искусных рук.

И снова те же сосредоточенно-тихие, осторожные ма-



нипуляции за доводочной плитой. И снова проверка под микроскопом.

Клейменов часто заглядывал за перегородку, ревниво следил, как подвигается дело у Виктора Павловича.

Когда они решили, что опорный нож наконец готов, Виктор Павлович не рискнул взять его даже пинцетом. Скотив осторожно с плиты блестящую острую крупинку на папиросную бумагу, он уложил ее в маленькую коробочку и прикрыл крышкой. Лежи пока.

Начиналась вторая глава тонкого опыта — работа над призмой. Такая же теряющаяся ничтожная крупинка, которую нужно привести в полное соответствие с острием ножа и отделать с такой же совершенной чистотой. Иначе — слишком большое трение и все та же угроза инерции. Чтобы получить средство исследования поверхностей высшей чистоты, им самим сейчас надо было работать с наивысшей чистотой.

Сидит Виктор Павлович, сидит над металлической крупинкой в той же молчаливо-напряженной позе и применяет снова приемы изощренного рукоделия, вкладывая в него весь опыт более чем тридцатилетней рабочей жизни, своего служения делу лекального мастерства.

Он получал трудовое крещение в городе, где строго знали и хранили рабочую профессиональную честь. Там, на старой оружейной фабрике, варили когда-то в тиглях первый русский булат, там умели покрывать металл тончайшим непревзойденным орнаментом, там ковали оружие для армии Пугачева, и на гористых улицах города не раз текла рабочая кровь за свободу... Старый заводской город Златоуст, лежащий в отрогах Южного Урала, среди лесистых вершин, где в восемнадцатом году бились с врагами красные партизанские отряды.

По путевке горсовета пришел из детдома на Златоустовский завод долговязый, неприкаянный юнец Виктор Гордеев, круглый сирота. По счастливой случайности, он попал в инструментальную мастерскую. Особое место на

заводе, отличное от остальных. Там слесари-лекальщики небольшой замкнутой группой сидели в новой пристройке — довольно сносные, освещенные хоромы, резко выделявшиеся среди мрачной тесноты других цехов.

— Будешь подметать, — сказал ему сумрачно главный мастер и отвернулся.

Вот вам и учеба по старинке, несмотря на то, что шел уже шестой год революции. Учеба, которую не знает теперь наша молодежь, окруженная помощью ремесленных и технических училищ, цеховых курсов, школ мастеров.

Вместо инструментов — метла. Вместо изучения специальности — «Эй, Витька, сбегай!», «Эй, Витька, подотри!». .. И так из месяца в месяц, долгие месяцы.

Лекальное дело считалось тогда особой привилегией. Сюда не очень-то допускали «чужаков». Тонкая, красивая специальность была фамильной, переходя из рода в род, когда приемы и секреты дед передавал отцу, а отец — сыну. Ею владели целые семейства, как наследством. А этот бездомный Витька тоже еще куда захотел.

Заманчивое дело оставалось для него запретным. Только издали мог он приглядываться к тому, что совершалось там, за рабочим столом, под руками этих придиричивых, насмешливых и удивительно искусных людей. «Эй, Витька, чего уставился!» Все, казалось, было рассчитано на то, что малец не выдержит, уйдет.

Но он все выдержал, не ушел, хотя никто не знает, сколько было там слез, тихих, глухих, на ночной койке рабочего общежития.

Наконец даже эта стена профессионального отчуждения растаяла перед горячим стремлением Виктора Гордеева. «Упорный, чертенок!» — похвала немалая в устах старых лекальщиков. Его допустили к верстаку. Замирая от радости и страха, стоит он перед своим первым учителем, едва понимая, что тот ему объясняет. Старик го-

ворит ровно, спокойно, но Гордеев каждое слово его воспринимает как гром небесный. Федор Федорович Жижин — почетный лекальщик Златоуста. В городе он был личностью знаменитой и приезжал на завод на собственной лошади. Его слово было самым веским для всей окружающей братии, а его мнение о работе — как приговор окончательный.

— Сделай сначала себе инструмент, — говорит старик. — Каждый лекальщик должен это уметь.

С тех пор Виктор Павлович Гордеев на всю жизнь сохранил верность своей избранной и так тяжело доставшейся ему профессии. И всю жизнь он бережет у себя дома, при всех переездах и при всех переменах, эти два самодельных инструмента далеких златоустовских лет — лекальную линейку и лекальный треугольник. Он привык дорожить своим рабочим местом и своим умением лепить руками вот этакий ажур.

Ручной труд? Автор зовет нас в прошлое? В наш-то век механизации, автоматике и кнопок управления!

Но автор не видит тут никакого противоречия. Да, ручной труд, только смотря какой. Рука человека способна еще на многое и сегодня, и завтра, в грядущие времена самой изощренной техники. Не там она нужна, где бесконечно повторяются одни и те же однообразные движения. Там, ясно, должен быть механизм. Но там, где создается новое, где впервые складываются черты еще небывалых устройств, — там не обеднеет роль человеческой руки. Первый образец! Это всегда останется в технике живым, одухотворенным актом, как и любое творение в искусстве. Чем хитрее и тоньше станут всякие механизмы, автоматы, заменяющие ручной труд, тем больше потребуется от руки, их создающей. Рука человека тоскует по мастерству. Лишить ее этой возможности — не значит ли и обеднить самый род человеческий?

Нет, не прошлое и не уходящее представляется нам в этой фигуре слесаря, склоненного над кропотливой рабо-

той. То, что делает он сейчас своими руками за грубым, неказистым верстаком, устремлено в будущее и должно открыть то, чего не знала еще наша техника точных измерений. Новый необычайный прибор. Но осуществить это новое надо вот так, копаясь руками, именно руками, в какой-нибудь мелкой мелочи вроде этого ножа и призмы для подвеса иглы.

А что такое «мелочь» в такой работе?

Потребовалась очень тонкая пружинка, чтобы она подтягивала призму к ножу. Мелочь? Но в цехе не оказалось подходящего пружинного волоска — нужно толщиной всего в десятую дольку миллиметра. Отдел снабжения? Там тоже ответили, что такого волоска нет. Ох, как часто слышит заводской конструктор это равнодушное «нет», за которым ничего не следует! Волоска нет, и работа не может быть закончена, и ничего нельзя испытать, проверить из-за отсутствия стальной паутинки.

Снова надо самим где-то раздобывать. И лишь когда Клейменов принес крохотный моточек, стремящийся все время, как блошка, прыгнуть и ускользнуть меж пальцев, работу можно было продолжить.

Вдвоем с Гордеевым, вооружившись лупами, пытаются они навить из капризного волоска микроскопическую карликовую пружинку. А потом надо было еще продеть кончик ее в ушко и закрепить узлом, когда все отверстие-то меньше точки на бумаге! Занятие, похожее на шитье невидимой ниткой. Даже у Гордеева начинали от такого «шитья» дрожать руки. Тогда вступал Клейменов. А руки у него в работе и в самом деле недурные, даже по понятиям лекальщиков.

Ну вот, готово и это. Вся система подвеса собрана вместе. Маленькое коромысло покачивается на ножевой опоре. На одном конце — алмазная игла. Другой конец пляшет перед парой электрических катушек, расположенных так, как предлагал по своей схеме Бояров. Теперь все это



в целом именуется датчиком: он должен подавать сигналы от гребешков.

Виктор Павлович осторожно накрывает готовую работу марлей и двумя пальцами вытаскивает из кармана папироску — пойти покурить. Он взглядывает в окно. Ба-а! Как изменился ландшафт, пока они тут со всем этим возились! Уже другой сезон наступает на заводском дворе, и как заметно облетели листья...

### ЦЕНА ДВУХ МИЛЛИМЕТРОВ

Даже предварительные испытания датчика показали, что подвес иглы по системе весов получился. Получился очень чувствительным, послушно на все реагирует. Клейменов снова надолго уткнулся в трубку микроскопа, испытывая давления иглы на новом подвесе. Гирька за гирькой... И он мог наконец радостно сообщить Георгию Ивановичу: давление самое нежное, игла не должна царапать. Важнейшее условие соблюдено. Система весов себя оправдала. Вопреки самым решительным запретам.

Был доволен и Бояров, вежливо высказав одобрение: — Хорошо исполнено.

А спустя несколько дней он приехал на завод и сказал: — Хорошо бы все-таки сделать иначе.

Ему нельзя было экспериментировать со всем этим в своей лаборатории — нет разрешения. Приходилось только рассуждать вот так, урывками, с карандашом, на бумаге. И все же он пришел к выводу: не совсем выгодно расположены катушки. Есть лучший вариант, новая идея. Катушки хорошо бы придвинуть поближе к середине, а ножевую опору с призмой поместить как раз между ними. Так лучше по «электрическим соображениям».

«Электрические соображения»... Механикам трудно против этого спорить. И они, заводские конструкторы, почувствовали, что как ни желали они такого содруже-

ства, а эти самые «электрические соображения» еще не раз будут крепко брать их за горло.

Передвинуть катушки надо было всего-то на два-три миллиметра. Мелочь? Но из-за этой «мелочи» пришлось созвать у главного конструктора расширенное совещание, и Георгий Иванович, взвешивая доводы всех сторон, должен был вынести заключение: переделывать или не переделывать? И потом, когда решили все же передвинуть подвес, «мелочь» эта стоила им еще нескольких недель самой тяжелой борьбы с длинной цепью непредвиденных трудностей.

Оказалось, что из-за такой передвижки на два-три миллиметра Виктору Павловичу приходится почти все переделывать заново.

Оказалось, что стальная призма уже не годится. Находясь между катушками, в поле силовых линий, она будет намагничиваться. Надо делать призму из антимагнитного материала, лучше всего из бериллиевого сплава. А такого сплава, по заявлению отдела снабжения, нигде не оказалось.

И снова Клейменову пришлось предпринять нелегкую экспедицию по розыскам бериллиевой бронзы. Он вернулся, как охотник с добычей, привезя с собой «подстреленный» кусочек светло-желтого металла, похожий на золото, но более дорогой им сейчас, чем любое золото на свете.

Вспомним: сначала поиски алмазной иглы, затем погоня за пружинкой, теперь — за этим кусочком металла. . . И рука уже пишет по инерции: «Инициатива молодого конструктора. . .» Умиленное перо не хочет видеть, что медаль имеет обратную сторону. Инициатива, а с другой стороны ведь — бездеятельность. Бездеятельность тех, кто призван обеспечивать труд других, кто сидит там у столов снабжения и так легко отвечает, увы, всем знакомое «нет». Ваша затея — вы и беспокойтесь.

А беспокойств им, кажется, и так хватало. Едва при-

нялись они за эту частицу бериллиевой бронзы, как тотчас обнаружилось. . .

Оказалось, что обычным средствам лекальной обработки этот сплав не поддается.

Оказалось, что неизвестно, как навести на нем чистое зеркало.

Чугунная плита, припудренная пылью корундового порошка — это основное орудие, с помощью которого разыгрываются почти все чудеса лекальной отделки, — оказалась совсем неподходящей для работы на ней с бериллиевым сплавом. Корундовый порошок не брал твердого металла, и сколько ни тер Гордеев на плите бериллиевую пластинку, в его руках оставался все тот же грубоватый кусочек, далекий от зеркала высшей чистоты.

С тревогой следил Клейменов за тем, как бьется безуспешно над сплавом Виктор Павлович. Кротко-насмешливая улыбка не сходила с его лица. А раз Виктор Павлович улыбается так во время работы — значит, дело неважно.

«Неужели скажет сейчас — не могу?!» — с ужасом думал конструктор.

Отказаться от бериллиевого сплава? Но отказаться нельзя. Только такой сплав может оградить подвес иглы от намагничивания. Таково было безусловное требование Боярова, вытекающее из этих самых «электрических соображений». И они, механики, должны сейчас это требование выполнить обязательно. Тяжелая, но необходимая дань содружеству.

— Виктор Павлович! — мог только умоляюще звать Клейменов.

А слесарь все так же странно улыбался, но не бросал работы и не говорил «не могу». Только чаще чем обычно выходил покурить и был неразговорчив.

Он решил взять упрямый кусочек планомерной осадой. Его верстак превратился в целое опытное поле, на котором холмиками возвышались разные абразивные по-

рошки, смеси и составы, им самим придуманные, сменялись доводочные плиты разного свойства, выстраивались разные баночки и склянки со всевозможной смазкой... Он искал, экспериментировал за своим рабочим столом, этот слесарь-лекальщик, чтобы вылепить из неподатливого металла крохотную призму-блошку, столь нужную для механического осязания прибора. Мелочишка, без которой нельзя осуществить большой замысел.

И однажды Клейменов увидел: на лице слесаря нет уже больше этой пугающей улыбки. Он был теперь очень сосредоточен и, колдуя над плитой, притирал и притирал, строго поджав губы. Ага, кажется, пошло! Виктор Павлович что-то нащупал.

Клейменов повернулся и тихо отошел, чтобы не спугнуть то зыбкое, но обещающее, что творилось сейчас под чуткими, настороженными пальцами лекальщика.

... А пока этот рабочий человек отдавал себя целиком задуманному делу, сражаясь с десятком непредвиденных мелочей, как же там, на министерских этажах, решалась судьба самого прибора? Что же все-таки будет с объединением усилий?

Георгий Иванович писал очередную бумагу. «Туда», — говорил он, указывая значительно пальцем вверх. Писал все о том же приборе, о лаборатории института. Аргументировал, доказывал целесообразность, просил. На эту последнюю бумагу главный конструктор опять возлагал сильные надежды.

## КАЧЕЛИ

Вот он лежит, последний вариант датчика, на столе Клейменова. Длинный механический палец в черном футляре, как в перчатке, с алмазным коготком на конце. Механический палец, готовый ощупывать поверхность, вызывая на свет ее скрытый, невидимый микропрофиль.



Тоненькие проводочки торчат с другого конца датчика, готовые передавать сигналы от гребешков куда-то дальше, туда, где должно происходить увеличение, запись, математический подсчет. Но дальше ничего еще не было. Нервные нити прибора, оборванные, никуда не ведущие. Они словно протягивали свои тоненькие лапки: присоедините же нас к чему-нибудь!

А к чему присоединить? Нет еще ничего из электрической части прибора. И нельзя еще проверить, как же действительно сигналит такой датчик, что может рассказывать он о гребешках. Лаборатория Боярова по-прежнему закрыта для конструкторов завода, и все их усилия повисают пока в воздухе, так же вот, как эти оборванные тоскующие проводочки.

Досадно, конечно. И все же не это терзало сейчас Клейменова больше всего. Новая забота заслонила для него все остальное.

Допустим, датчик они имеют. Но не только от него зависит механическое осязание прибора. Необходимо еще одно важное звено.

Чтобы ощупать поверхность, мы гладим ее пальцем, водим туда и сюда. Работа руки, плеча дает нам это движение. «А что же должно быть в приборе? Какое же здесь нужно плечо, чтобы двигать датчиком, этим механическим пальцем? Какое же?» — спрашивает себя уже в который раз Клейменов.

Есть приборы, у которых датчик с иглой берется прямо в руку и рукой же перемещается туда и сюда — ну, как водят электропаяльником за рукоятку. Но это в относительно грубых приборах. Высокая точность требует другого. Человеческая рука тут уже не годится. Она чересчур нервна, своевольна, эта человеческая рука. То может дрогнуть, то потянуть быстрее или медленнее, то изменить наклон иглы... И картина микропрофиля уже смазана.

Нет, тут необходимо плечо, которое тянуло бы датчик

с иглой безукоризненно. Мягко, плавно, ровно. Без рывков, без отклонений. Всегда одинаково. Плечо механическое, какой-то особо нежный и в то же время вполне надежный, верный механизм.

И сколько уже Клейменов бьется над этим, а решение не приходит. Минуты, часы отчаяния бесконечно тянулись за его конструкторским столом, хотя со стороны никто этого и не замечал. Он, казалось, все перебрал, что только могло быть подходящим.

Ползун, снующий в жестких направляющих подобно поршню в насосе. Принцип, хорошо известный в технике, зарекомендованный. Авторы других приборов не раз его применяли. Пусть он тянет и у них датчик с иглой туда и обратно. Жесткое механическое плечо.

Клейменов все это очень удачно разрисовал на чертеже. Но едва идея ползуна перешла с бумаги на материал, как началось самое досадное. В экспериментальном цехе постарались, не пожалели сил, чтобы оформить ползун в наилучшем виде. И все же... Дрожь! Легчайшая, едва заметная, но несомненная дрожь пронизывала механизм, как только он принимался тянуть за собой палец с алмазным коготком. Движение было строго прямолинейное, как и требовалось, а дрожь портила все дело. И от передачи мотора, и от колебаний иглы, скачущей по гребешкам, рождался там, внутри ползуна, предательский зуд сотрясений. Лихорадка, поражающая все измерение.

— Играет, — с насмешкой говорил Виктор Павлович.

Где-то в ползуне, в точках касания и скольжения, в каких-то мельчайших зазорах, идет незаметная игра, — и вот уже тихая, чуть пробивающаяся волна вибраций.

Вибрации всегда угрожали приборам для измерения гребешков. Профилометры, профилографы — тонко чувствительные организмы. И чем больше хотят поднять их чувствительность, тем опаснее становятся вибрации. Вибрации внешние, вибрации внутренние в самом меха-

низме. Борьба с ними длилась иногда годами, от прибора к прибору, от одной конструкции к другой, упорная, изощренная борьба, в которой так и не удавалось одержать решающую победу. Сколько великолепных замыслов потонуло в этой дробе едва заметных сотрясений! Стали уже раздаваться голоса, что при очень высокой чувствительности вибрации вообще сделают измерение невозможным.

Вот что, оказывается, грозит их прибору с увеличением в сто тысяч раз: вибрации. Клейменов только сейчас почувствовал это с полной силой. Вибрации сметут все их ухищрения и с чутким подвесом иглы, и с тонкой электрической сигнализацией. Вибрации. Как их избежать, как погасить этот лихорадочный зуд в механизме?

Все попытки подправить, отделать ползун, еще тщательнее притереть его скользящие поверхности не давали заметных улучшений. Даже рука слесаря Гордеева оказывалась тут бессильной перед всепроникающей назойливостью вибраций.

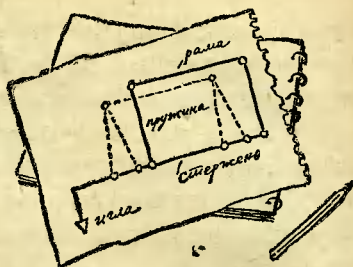
Нельзя было избавиться от них, они преследовали неотступно. Клейменов шел по цехам, попадал на сборочные участки, к испытательным стендам, и всюду — в машинах, в станках, в аппаратах — мерещилось и лезло с навязчивостью: вибрации. Даже дома за семейным столом вдруг находило. Жена выбивает пальцами дробь зачем-то. Нарочно, что ли? Витька, мальчонка, дрыгает ножками в кровати так, что все кругом дрожит. Что же, и дома нет от этого покоя?

Идею ползуна, очевидно, надо было отбросить. А что другое?

Поиски и пробы сменялись поочередно. Настоящий конструкторский розыск с длинной цепью технических улик и вещественных доказательств. И не будем сокрушаться о том, сколько ушло на это времени. Это время никогда не бывает потерянным.

Еще один способ тянуть механический палец с иглой.

Плоскопружинный параллелограмм. По внешнему виду это нечто вроде качелей, где к перекладине на двух плоских пружинах подвешен стержень, который и тянет за собой датчик. Плоские



пружины почти не знают вибраций. Поэтому ведущий стержень и может ходить на них совсем плавно и мягко, покачиваясь, как на качелях. Здесь нет ни трения, ни зазоров, из-за которых рождаются обычно всякие шумы и тряска. Очень плавный механизм. Его стали применять в разных приборах — там, где нужен особо легкий, мягкий ход.

Чем же это не подходящее механическое плечо, которое они так ищут? Оно и похоже на наше плечо с эластичной мускулатурой пружин и с гибкой связью в своих суставах.

И все было бы хорошо, если бы не опять то же самое требование необычайно высокой точности, какое они сами себе поставили. Эта точность, казалось, отвергала все готовое и проверенное. Качели-то движутся не по прямой, они описывают некую дугу. Взлет вверх — вперед, взлет вверх — назад... «Тихо и плавно качаясь», это верно. Но не прямо, не по прямой. Конструктор Юрий Клейменов анализировал сейчас строго технически то, что было знакомо ему, Юрке Клейменову, еще с мальчишеских лет, когда он раскачивался напропалую на качелях московских парков.

Качели параллелограмма поведут датчик с иглой не строго прямо, а будут задирать его чуть кверху. Пусть это будет совсем чуть-чуть. В других приборах это, может быть, и не столь существенно и отклонение можно учесть. Но в их задуманном приборе это «чуть-чуть» вырастает в громаду. Там, где счет ведется на десятые



и сотые доли микрона, там совсем иначе выглядит наше обычное «чуть-чуть». Вся картина поверхности предстанет в искаженном виде. Кривой профиль.

Представьте, что, ощупывая предмет, вы все время тянете палец куда-то вверх. Какое же это будет ощущение? Самообман! Так и палец-датчик — с помощью «качелей» он будет нащупывать совсем не то, что есть на самом деле.

Только самый строго прямой ход всего датчика с иглой может сообщить прибору то осознание высокой точности, ради которой и было все это затеяно. Параллелограмм такого хода дать не может, хоть умри. Так что же, заколдованный круг? Ползун дает строго прямолинейный ход, но страдает вибрациями. Плоскопружинный параллелограмм, напротив, свободен от вибраций, но не дает прямолинейного хода. А где же такое плечо, чтобы совместило оба достоинства — и плавность и прямой ход?

Готового примера Клейменов не находил ни в литературе, ни в знакомых ему по заводу конструкциях. Известное уже не годилось. Надо было что-то придумать, придумать что-то еще не известное. О, какой это совсем другой шаг! Что там учебные экзамены, дипломная работа! Вот оно, настоящее испытание, ему, конструктору, испытание на самостоятельность: придумать что-то еще не известное, такое, чего еще не было.

А он ничего не мог придумать. Сидел за своим столом среди конструкторского зала, словно плывущего в тихом гудении на парусах чертежных досок, и в голове лишь обрывки неясных мелькающих мыслей, словно все закружилось от этих качелей параллелограмма. Перед ним — белый лист чертежной бумаги, совсем нетронутый лист и до ужаса чистый, когда не приходит никакого решения.

Если вы заметите, как молодой конструктор в рабо-

чье время загляделся в окно, не думайте непременно, что он просто тоскует по хорошей прогулке. Нет, глядя туда, где ветер раскачивает ветки, он представляет себе качание другое. Вперед — назад, раз — два. . . Все те же качели параллелограмма. Как с ними быть?

Если вы заметите вечером в троллейбусе или в трамвае, как молодой человек скользит рассеянным взглядом за движением улицы, не думайте непременно, что это просто отдыхающий после работы пассажир. Нет, он ищет там, в пробегающих мимо машинах, что-нибудь такое, что могло бы подсказать ему секрет нужного движения — плавного и совершенно прямого.

Мысль об этом почти не отпускала его.

Как раз в те дни Георгий Иванович сообщил новость: кажется, получит ход их просьба о помощи института. Есть надежда.

— Очень хорошо, — сдержанно ответил Клейменов и, ни о чем больше не спросив, поспешил отойти от стола главного конструктора.

Что с ним? Вот то-то и есть, что он ничего не может придумать.

### **ДВОЙНИК В ЗЕРКАЛЕ**

Странно, как иногда приходит мысль. Та самая мысль, которую напрасно ловишь долгие дни в служебном усердии то за чертежной доской, то за стопками специальных книг и журналов. Мысль-то пришла словно неожиданно, в обстановке, совсем далекой и от завода и от конструкторского стола.

И знаете, что помогло? Зеркало. Простое складное зеркало, перед которым он брился, собираясь в воскресенье с женой в театр. Он брился, а оттуда, из зеркала,



*...и стал проделывать с бритвой странные манипуляции.*

глядел на него второй Клейменов, такой же худой, светловолосый, с такими же длинными жёстами. Точный двойник. Клейменов отвел правую руку — и там, в зеркале, двойник тоже отвел руку, только левую. Клейменов отступил назад — и там другой отступил на столько же, но в противоположную сторону, туда, за зеркало. Двойник все повторял за ним, только как бы с обратным знаком. Двойная игра в зеркальном изображении.

— Ты скоро? — торопила жена.

— Сейчас, сейчас.

Он положил зеркало плашмя и, взяв бритву горизонтально, стал проделывать странные манипуляции. То поднимал, то опускал бритву над зеркалом.

Бритва — вверх, а там, в зеркале, бритва опускается куда-то вниз, будто под зеркало. Бритва — вниз, а там бритва-двойник идет навстречу, навверх. Точное повторение, только все наоборот. Вверх — вниз, вниз — вверх...

— Ну, что ты? Опоздаем!

— Иду, иду! — развеселился он вдруг отчего-то.

В театре во время антракта он вытащил билет из кармана и быстро карандашом набросал на обороте несколько небрежных, торопливых штрихов. А на следующий день у себя, за конструкторским столом на заводе, уже снимал чертеж по всем правилам с того, что было на театральном билете и на что навело его изображение в зеркале. Зеркальный принцип устройства механического плеча.

Все тот же параллелограмм должен лежать в основе. Но не простой, а особенный! К одному параллелограмму пристраивается снизу еще второй, точно такой же, только в перевернутом виде. Зеркальный двойник. Теперь датчик с иглой должны тянуть как бы сразу два плеча-параллелограмма: качели обычные и качели перевернутые. И что же? Если один параллелограмм будет тянуть чуть кверху, то второй, зеркальный двойник, будет ровно на столько же оттягивать книзу. И тогда ведущий стер-



жень потащит датчик с иглой строго по прямой линии. Прямо, плавно, без вибраций. Именно так, как необходимо для верного ощупывания гребешков. В этом вся соль.

Клейменову не приходилось встречать именно такое устройство в виде двойных качелей. Но принцип обратного изображения кое-где, особенно в тонких механизмах, применялся. Правда, в другом виде, в другом оформлении — отсюда так просто и не протянешь связующую нить. А зеркало подсказало: можно использовать этот принцип. И вот его минутная догадка. «Двойной плоскопружинный параллелограмм» — так стали обозначать теперь новый механизм на чертежных штампах конструкторского отдела. Теперь скорее реализовать, испытывать.

Нетерпение Клейменова возросло до крайности, когда Георгий Иванович, оценив его предложение опытным взглядом, постучал пальцем по чертежу:

— Да, это обещает...

Осторожная фраза, за которой, кто знал манеру главного конструктора, мог угадать одобрение.

Скорее, скорее перевести идею в конструкцию. И, главное, проверить в натуре. Клейменов нес эти «качели», красиво разрисованные в разных проекциях, в экспериментальный цех к слесарю Гордееву. Сейчас они вместе обдумают, как все это лучше, складнее выполнить. И тогда — быстро за дело.

Но оказалось, что Гордееву было сейчас не до того. Он корпел у себя за перегородкой над какими-то фигурными валиками. Срочный, неотложный, важный заказ, спущенный на завод со всякими строгими предписаниями. И вот почти весь цех, экспериментальный цех, самые его лучшие силы, брошены на эти валики для каких-то неизвестных заводу механизмов. Дни, а может, и недели затрат самого квалифицированного труда.

— Свистать всех, аврал! — с ожесточением махнул

рукой Виктор Павлович на груди валиков, лежащих перед ним, и снова уткнулся в работу, пряча кривую ухмылку.

Экспериментальный цех часто вводит в искушение. Если директору завода нужно «вытянуть» сложную партию деталей, а в цехах запарка, он невольно думает: «Не подкинуть ли в экспериментальный? Уж там вытянут». Если кто-нибудь ищет, куда бы поместить срочный заказ, то нередко молчаливо предполагают: «Ведь есть же на этом заводе цех экспериментальный. Уж там-то сделают». И цех начинает работать не на прогресс, не на будущее, а на случайную потребу.

Георгий Иванович прибрал зачем-то тщательно бумаги на столе, застегнулся на все пуговицы и, надвинув низко неизменную синюю кепочку, вышел из отдела. Клейменов, следивший за ним, знал: направился к директору объясняться.

Не надо думать, что стоит Георгию Ивановичу напомнить директору, зачем существует экспериментальный цех и что недаром же существует он при отделе главного конструктора, как директор тотчас согласится с очевидной истиной и работа над прибором возобновится. О нет, это всегда очень неприятный, тяжелый разговор по поводу экспериментального. Клейменов пытался представить, как он там происходит, такой разговор.

Вариант первый. Директор настроен мирно. На все жалобы главного конструктора о том, что и в прошлый месяц экспериментальный цех загружали не по назначению, и три месяца назад, и... Директор сочувственно покачивает головой. Верно, верно... Ай-яй-яй, как нехорошо! И скажет, принимая доверительный тон: «Сам понимаешь...» — и выразительно схватит себя за горло.

Вариант второй. Директор в дурном расположении духа. Он обрывает главного конструктора и на гремящих нотах сам переходит в наступление. Они оторвались там, в конструкторском отделе, от земли. Здесь нужда, неот-

ложность. А что их прибор? О нем нет еще никакого решения. Почти частное дело... И далее в таком роде.

Георгий Иванович вернулся довольно скоро и смущенно сказал:

— Придется подождать.

В самом деле, тут текущая неотложная работа, ее требуют, нажимают. Горит, сегодня горит. А работа на будущее — это ведь не так горит, это что-то пока неопределенное, что можно всегда немножко, чуть-чуть отодвинуть. С прибором никто же не торопит, не призывает к ответу. Напротив, надо еще доказывать, как нужна вся эта затея для измерения каких-то там гребешков. Никто не говорит, что создание новых конструкций дело незначительное, но ведь можно же подождать.

И они ждали, когда наконец освободится слесарь Гордеев от этих валиков. Они столько уже ждали помощи «чужого» института, его лаборатории, что подождут еще и своего слесаря на собственном заводе.

Время шло. На заводском дворе выпал снег. Уже вторая зима, как тянется все это дело с прибором.

... Конечно, они все-таки дождались: слесарь Гордеев разделался с партией «пришлых» валиков. Работа по созданию механического плеча была в полном разгаре. Клейменов теперь пропадал с утра до вечера за перегородкой в экспериментальном цехе, помогал чем мог Виктору Павловичу, не отходя от него ни на шаг, словно боясь, как бы снова не утащили от него этого слесаря. Многое еще предстояло решить и придумать, иногда прямо на ходу, чтобы счастливая идея двойных качелей могла действительно превратиться в действующую конструкцию.

Поле заводского эксперимента расширялось. Каждый узел, почти каждая деталь нуждались в строгом конструктивном расчете, в проработке и развертке на

чертежах, в производственных испытаниях. Кого бы привлечь еще? Снова задумывался Георгий Иванович, окидывая взглядом ряды столов и досок конструкторского отдела. Приходилось включать в работу всё новые силы.

Один только вопрос о том, как тянуть механическое плечо, потребовал ряда технических совещаний. Прибор должен ощупывать поверхность то для записи гребешков, то для их математического подсчета. А скорости для каждого случая должны быть совсем разные. Одни предлагали: поставить мотор и к нему коробку передач для смены ступеней скорости. Другие же возражали: это сложно, лучше поставить два мотора, но зато более простую коробку. Мнения разные, аргументы противоречивые.

Легкое, спасительное словечко «вариант» беспрерывно звучало в спорах. Ведь если что-нибудь не выйдет, не оправдает себя, то можно объяснить, что это был «вариант». А Георгию Ивановичу надо было решать, на чем-то остановить выбор. Ни разработка в чертежах, ни испытания в металле не могут начаться без его, главного конструктора, распоряжения. Какой же вариант более целесообразен?

И вот уже конструктор Тарунина занялась специально коробкой скоростей. Затем конструктор Комарова приняла на себя заботу о ходовой раме с винтами. . . Постепенно узелок за узелком переходил с общих эскизных набросков Клейменова на другие доски для той очень тщательной и поистине кружевной работы, которая именуется на языке конструкторов «детализацией». Все больше белых парусов ватмана поднималось в отделе, чтобы нести к воплощению идею задуманного механизма.

Десятки чертежей, переведенных на кальки, сотни отдельных форматок спускались развернутым строем в экспериментальный цех. И там тоже по-своему мудрили и спорили над теми же узлами технологи, токари, фре-



зеровщики, шлифовщики, сборщики, изощряясь в том, чтобы и в металле все оказалось столь же безукоризненно действующим, как и на чертежах. Мотопривод — так именовался теперь этот букет компактных остроумных механизмов, призванных играть роль самого мягкого, эластичного плеча. И уже раздавались телефонные звонки из цеха и прибегали оттуда с претензиями и просьбами: «Вы ставите чересчур сложные требования», «Нельзя ли упростить?» И ходили с апелляцией к Георгию Ивановичу.

В самом деле, какой-нибудь винт выдвигал тут сложнейшую геометрическую задачу. А гайка, обыкновенная гайка, уже давно ставшая для всех нас символом технической простоты, — даже гайка превращалась здесь в целый затейливый механизм из полутора десятка разных деталей. Маточная гайка, из-за которой спорили до хрипоты и вели долгое, упорное разбирательство вплоть до главного инженера завода. И все для того, чтобы добиться безупречно ровного, мягкого, плавного хода, с каким механическое плечо прибора должно потянуть механический палец. «С ума сойти!» — хватался за голову начальник цеха от все новых и новых конструкторских затей.

А затем еще... Для прибора нужен стол, на котором будет все монтироваться. Казалось бы, обыкновенный стол с глубокими внутренними отделениями. Но если учесть, что этот стол предназначен для такого прибора, что малейшее колебание его грозит разрушить всю основу измерения гребешков, что тут требуется целая система охранных шин, прокладок, амортизаторов, то и стол превращался в нелегкую задачу.

Или стойка, на которой должен быть подвешен в безупречном равновесии мотопривод с датчиком. Что в ней особенного на первый взгляд? Простая круглая болванка массивного сложения. Но эта болванка таила в себе немало коварств, выдавая их не сразу и при самых не-

ожиданных обстоятельствах. Оказывалось, что ее нельзя даже тронуть пальцем. Нельзя поднести к ней зажженную спичку... Малейшее воздействие на нее, обычно никак не заметное, могло уже задавить те десятки и сотые доли микрона, которые должен вылавливать прибор.

Конструкторы Родимов и Фрейдгейм упорно воевали на своих чертежных досках с десятками капризов сверхчувствительного устройства.

Заботы и трения нарастали. Теперь главному конструктору приходилось держать множество разных расходящихся нитей все расширяющейся работы и связывать вместе. Георгий Иванович выслушивал отчеты, направлял, подтягивал, требовал... Словом, дело действительно заварилось.

В самый разгар этой работы и пришло известие о том, чего они так долго добивались, так ждали и отчаявались ждать и что отодвинуло даже на какой-то момент их собственные заводские волнения. Наконец-то вопрос о лаборатории электротехнического института получил движение! Вопреки всем ведомственным разграничениям и перегородкам. Институту было дано указание: помочь заводу в создании прибора высокой точности. Указание из Совета Министров. Вон куда должна была подняться просьба завода, чтобы заводские конструкторы смогли прийти для общей работы к сотрудам исследовательской лаборатории.

### **ЛАБОРАТОРИЯ НОМЕР ШЕСТЬ**

И вот мы входим вместе с заводскими конструкторами в калитку института, за высокую стрельчатую ограду, обнимающую широко раскинутую обширную территорию. Идем по асфальтовой дороге мимо гладких серых бетонных зданий с поясами окон и кругами электрических часов над входами, мимо длинного сквера, уходя-

шего куда-то далеко в сторону, идем к большому корпусу, который стоит в глубине двора. Там, на третьем этаже, среди множества других помещений, находится лаборатория номер шесть. Лаборатория, где работает со своими сотрудниками Александр Иванович Бояров.

Широкий коридор, бледно и холодно освещенный трубками дневного света. Справа и слева — ряды дверей в неглубоких нишах, совершенно одинаковых и одинаково наглухо закрытых, за которыми то что-то гудит, то потрескивает, то хранит строгое, значительное молчание. Электрическая наука совершает там за дверями свои таинства.

Вот это здесь. На ваш стук не сразу, чуть погодя, шелкает замок, и чья-то рука тихо и не спеша приоткрывает дверь. Яркий дневной свет, особенно теплый и живой после искусственного освещения коридора, бьет оттуда, из-за двери, откуда вы слышите негромкое и довольно равнодушное: «Войдите».

Светлая, очень светлая комната. Сразу и не скажешь, большая или нет, — так она заставлена столами, лабораторными столиками, полками, где всюду какие-то аппараты, приборы, ящики, экраны и циферблаты, катушки и провода... Стоит вам на что-нибудь облокотиться, как вас тотчас же предупреждают: «Осторожно, может быть под током!» Словом, исследовательская электролаборатория.

Мы пришли сюда не потому, что это какая-то особо выдающаяся лаборатория, в которой произошли открытия, потрясшие науку. И не потому, что имена людей этой лаборатории получили громкую славу. Мы пришли сюда, чтобы увидеть ту скромную черновую работу изо дня в день, напряженно-кропотливую работу, какая нужна была для появления задуманного прибора. Как и в десятках и сотнях других лабораторий, здесь совершаются ежедневно свои малые открытия, свои незаметные, но постоянные достижения, из которых, собственно, и скла-

дывается общий поток развития новой техники, технического прогресса.

Здесь, в этой комнате, и предстояло теперь создать всю электрическую основу прибора. Электрический рычаг, который мог бы наглядно рисовать мельчайшие грешки, вызывая их из самых потаенных глубин невидимости. Электрический мозг, который был бы способен производить мгновенно математическую обработку поверхности. Здесь-то и найдут наконец свое продолжение проводочки датчика. Палец, связанный с нервной сетью прибора.

Александр Ивановичу Боярову не приходилось собирать сотрудников и держать речь о начале новой работы. О сложности, об ответственности... Когда проводишь часы труда вот так, вместе, в одной комнате, в таком тесном соседстве, все то же самое можно сказать почти на ходу, не отрываясь от записей или опыта.

— Завтра приедут с завода, — сказал Александр Иванович из-за своего стола. — Привезут механику. Надо подготовить место, убрать лишнее.

— Монтажные панели потребуются? — спросил техник Марк Вятич, сидя верхом на табурете и склонившись над ящиком сопротивлений.

— Это надолго? — спросила техник Мила Платонова, перебирая мелкие детали на стеллаже.

Больше никто ничего не спросил, так как больше никого и не было в этой комнате.

Можно было подумать: приедут заводские конструкторы в лабораторию, привезут механику для прибора, привезут датчики с иглой — и тотчас начнется пристройка к этой механике всяких электрических чудес.

Но началось совсем не так. Нужна была еще предварительная подготовка, прежде чем можно было к чему-то приступить. Прибор намечался необычайного свойства, и все связанное с ним также было необычным. Величины,



измерения. Токи столь малые, что их приходится считать на тысячные и миллионные доли. Амплитуды колебаний строгого диапазона... Без специальной аппаратуры ко всему этому и не подойти. Создавая очень точный прибор, надо и самому располагать очень точными орудиями лабораторной работы. Первые шаги были еще только подступами к главному эксперименту.

Они сами начали готовить оружие своих исследований. Тонкие измерители, генераторы колебаний, эталонные источники напряжения. Лаборатория оживилась приходом разных людей — в спецовках, в комбинезонах. Приходили конструкторы из лабораторного бюро. Приходили техники из мастерской. Вместе с Бояровым и его сотрудниками они старались определить все рабочие условия необходимой аппаратуры, приносили на пробу первые смонтированные образцы, требуя, как всегда, изменений и упрощений. А кое-что в расчете на дальнейшее надо было задавать опытному заводу при институте, и оттуда также приходили люди — конструкторы, техники, монтажники... Вокруг начинающегося лабораторного эксперимента вступали постепенно в действие разные звенья сложной институтской машины.

На много дней было разрушено привычное представление о лаборатории как обители сосредоточенной тиши и спокойствия. «Потише, пожалуйста!» — призывал Александр Иванович, когда страсти над чертежом или пробной аппаратурой уж очень разгорались.

Случалось, что им самим здесь, в лаборатории, надо было что-нибудь изменить в готовой аппаратуре, перемотать или соединить иначе. Марк и Мила брались тогда за отвертки и паяльники, за кусачки и пинцеты. И Александр Иванович, научный сотрудник, исследователь и теоретик, руководитель группы, также брался, не гнушаясь ничем черновым. Пусть никого не обманут на вид его руки — белые, чистые, с аккуратно подстриженными ногтями. Они просто хорошо вымыты после любой работы.

Их было всего трое в этой лаборатории, и каждому приходилось исполнять все, что оказывалось необходимым. И они мотали, и собирали, и перепайвали, прокладывая скорее собственными руками дорогу к главному в своей работе. Святая энергия инициативы!

### ЗАЩИТА ТОЧНОСТИ

Ну, вот и наступило это главное. Можно приниматься за электрическую сердцевину прибора, за те узлы, где должен происходить математический подсчет, увеличение и где перо будет рисовать профиль невидимки. Сердце и мозг, куда потянутся нити проводов от механического пальца.

Прежде всего увеличение. Как увеличивать ничтожные колебания иглы, в принципе не представляло никакой загадки. Сигналы датчика усиливаются во множество раз, настолько, чтобы придать перу нужный размах. Есть и верное средство усиления — электронная лампа.

Электронная лампа — маленькое чудо нашего века, заключенное в пустотный баллончик. Электронная лампа, которая дала нам и современное радио, и телевидение, и контрольную автоматику, и новейшие «разумные» машины, эта лампа должна была послужить сейчас и делу извлечения гребешков из их микроскопического мира. Электронный поток, рождаемый там, внутри, в пустоте, под влиянием даже слабейших токов, делает лампу прекрасным усилителем. Он, как мощный рычаг, переводит подведенный ток на более высокий уровень, умножает, увеличивает во множество раз. Электронный рычаг, гибкий и мгновенно действующий, невесомый и практически не имеющий никакой инерции. Именно такой рычаг и нужен, чтобы вытаскивать им на белый свет сокровенный рисунок микропрофиля.

Одна лампочка увеличивает, за ней другая еще уве-

личивает, третья — еще больше... Так и выстраивается та цепочка, что именуется столь поэтично на языке электроники «каскадами усиления». Пятьдесят на пятьдесят и еще раз на пятьдесят. Увеличить до ста тысяч раз — в принципе никакой загадки.

В принципе! А в применении именно к этому прибору десятки загадок и неизвестностей вставляли вдруг перед людьми маленькой лаборатории. Необычайно высокая точность его выдвигала все новые требования, самые строгие, неукоснительные и часто совсем еще непредвиденные. Высокая чувствительность. И обязательно высокое постоянство действия. В любой момент электронное сердце прибора должно совершенно точно отвечать на любое движение иглы. Точно производить увеличение, подсчет, запись. Неизменно точно.

Тут нельзя было остановиться ни на каком чужом примере, ни на какой из готовых схем. Тут требовалось исследование, система своих решений, пусть частных, но своих. Иначе нет пути к увеличению в сто тысяч раз и к желаемой точности.

Процент погрешности всегда преследовал изобретателей приборов для измерения гребешков. Пятнадцать — двадцать процентов погрешности — и это еще считалось достижением. Профиль строит гримасы, но что поделаешь!

— Десять процентов, не больше, — поставили сами себе условие на заводе.

— Значит, нам придется, пожалуй, работать на пять, — сказал своим сотрудникам Александр Иванович.

У него была такая черта — работать с запасом. Если хочешь удержаться в пределах десяти процентов, не допускай в работе погрешностей больше чем процентов на пять. Логика беспощадной точности.

Но какое же может быть постоянство, если сама лампа, чудодейственная электронная лампа, то и дело содрогается от внезапных перемен? Что-то в ней там иногда

происходит, от чего начинает меняться ее собственный режим. Иногда до тридцати процентов меняется. Игла, скажем, обследует какой-нибудь микропрофиль, сигнализирует его рисунок прибору, а лампа упрямо режет и режет, все больше и больше, — вот вам и точность. «Разброс параметров», как по-ученому называется эта беда.

Как она капризна и своенравна, эта нежно-чувствительная лампочка, принесшая миру столько завоеваний! Недаром ее так любят и так побаиваются люди производства, механики. Лампочка требует особого подхода, ее нужно обставить как следует, со всеми мерами предосторожности, чтобы смогла она надежно и верно проявлять свои великолепные свойства. И чем тоньше, деликатнее работа, в которой должна участвовать лампочка, тем сложнее всякие предосторожности. Кто же может во всем этом разобраться?

Все авторы электрических приборов для измерения гребешков трудились и бились над этой задачей — защитой точности. Английский прибор под стеклянным колпаком имел целую электронную крепость всяких устройств и контр устройств, охраняющих постоянство действия. Но то при увеличении в сорок тысяч. А у них-то должно быть сто тысяч. Во сколько же раз станет труднее защита? Заранее никто сказать не мог: никто не брался еще за такое увеличение. Но все понимали, что будет трудно, очень трудно.

— Придется последить за собой, без поблажек, — предупредил Александр Иванович своих сотрудников.

Теперь все надо было бросить в эту борьбу за постоянство действия прибора. Все силы маленькой лаборатории — на защиту точности.

... Вот когда наступила в комнате настоящая лабораторная тишина. Александр Иванович извлек из кармашка свою вечную автоматическую ручку.

За письменным столиком, стиснутым всякой лабора-



торной утварью, он едва слышно черкал пером, рисовал, подсчитывал, поправляя время от времени очки. Он писал, по обыкновению, на обороте старых библиографических карточек все схемы и вычисления. Карточка за карточкой раскладывались пасьянсом: разные варианты, разные ходы мыслей. Александр Иванович «думал пером».

Марк и Мила молча оглядывались со своих мест на вкрадчивый шорох по бумаге. Они уже знали, что этим пером рассчитывается, осмысливается сейчас вся их работа и на узеньких карточках складывается постепенно осмотрительный детальный план защиты точности. Всякий раз, как предстояло что-нибудь серьезное, появлялась эта неизменная автоматическая ручка.

И то, что вычерчивает там Александр Иванович на узеньких карточках, называется методом обратной связи. Один из самых остроумных приемов, на какие только способна техника.

Мы носим этот метод у себя на руке или в жилетном кармане, под крышкой мерно тикающих часов. В них маленькая вилка, именуемая спуском, открывает ход часовому колесу, повинуюсь качаниям маятника, и затем сама обратным движением подталкивает маятник, помогая ему качаться. Классический пример обратной связи, рожденный еще триста лет назад в блестящих механических построениях голландского физика Гюйгенса. В век пара обратная связь развилась широко для регулирования хода машин, для их успокоения, для защиты от собственных колебаний. Поршень регулятора открывает доступ пара в машину и в то же время обратным действием приостанавливает чрезмерное поступление пара. Наступает равновесие, постоянный спокойный ход.

Тот же метод в наши дни, по закону взаимности наук, перешел из механики в электротехнику, радио, в электронные устройства. Обратная связь была обращена на защиту ламп, на их постоянство. А теперь вот электрик Бояров, применяя в новом приборе тот же метод, как бы

возвращал его по закону взаимности для решения одной из труднейших механических задач: исследования микромира поверхности.

Обратная связь придает лампе почти разумные свойства. Лампа сама должна следить за собой и сама регулировать свой собственный режим. После того как слабенький ток, посланный гребешками, увеличивается в лампе во много раз, часть этого возросшего тока отводится в лампу обратно. Выход соединяется с входом — общий принцип обратной связи. Тут-то и начинается процесс осмысленного действия. Оригинальный логический аппарат!

По обратной цепи выход непрерывно посылает информацию на вход: у меня получилось столько-то. И вход отвечает тем, что дает в лампу тока больше или меньше. Мгновенный баланс, и лампа успокаивается. Чуткий автоматический регулятор, стерегущий равновесие точности.

Но этот метод требует жертв. Недаром электронщики говорят: «Хочешь выиграть в постоянстве, теряй в усилении». Уж такова логика процесса: чем надежнее должно быть равновесие, тем больше оно поглощает тока. Все затевалось в новом приборе ради большого увеличения, вся эта электроника, все лампы. И вдруг, получив увеличение, надо отдавать обратно!

Александр Иванович отчаянно торговался у себя на карточках за каждый процент такой безвозвратной потери. Перо производило десятки вычислений. И все же итог оказался более чем скромным. Три лампы вполне могли бы дать усиление в сто с лишним тысяч раз. А на самом деле оставалось всего лишь тысяч десять. Все остальное надо было принести в жертву обратной связи. Огромные, ужасные потери в угоду постоянству. Их можно было возместить только увеличением количества ламп. Сначала одна дополнительная лампа. Потом еще одна. . . И схема прибора выростала уже до шести различных



*Александр Иванович внимательно рассматривал записи.*

ламп. Каскады усиления явно превращались в целое семейство электронных водопадов. Из двух достоинств прибора — портативность и постоянство — определяющим было все-таки постоянство. Ему и приносил Александр Иванович самые большие жертвы. «Глубокая отрицательная обратная связь» — термин, вполне выражающий меру всех его усилий по защите ламп.

Мне показали потом на монтажной панели этот узел обратной связи, обладающий столь удивительной способностью следить, сравнивать, анализировать. Одна проволочка, припаянная к одному концу провода, и другая проволочка, припаянная ко второму концу.

— И это все? — спросил я разочарованно.

— А что бы вы хотели? Вавилонскую башню? — блеснул очками Александр Иванович.

Я понял его. Мы слишком часто останавливаемся в восхищении перед громадностью и сложным величием вещей — станки-великаны, гигантские турбины — и пропускаем равнодушно вот такие малые, незаметные узелки, прекрасные не только в своем действии, но и в своей лаконичной простоте. Простота — не в этом ли лучшая, ведущая черта всего будущего нашей техники?

...Лабораторное сражение на карточках подходило к концу.

— Я думаю так, — протянул Александр Иванович последнюю схему Марку. — Пока так.

Он любил это словечко «пока». Никогда не надо терять ощущения, что можно придумать и лучше.

На карточке все было достаточно ясно и убедительно. А как будет в действительности? Не в чернильных линиях, а в живом, реальном устройстве.



Пожалуй, это была одна из самых сложных задач, какие выпадали на долю Марка Вятича за все то время, что он после окончания электротехникума провел в мастерских и лабораториях института. Всюду его учили на практике нелегкой науке электрического исследования, и учителя были довольно требовательные. А самым требовательным был Александр Иванович. Но то, что сейчас вставало перед молодым испытателем в виде электронной схемы необычайного прибора, — такое ему еще не встречалось.

Марк с трудом отрывался от своего занятия за узким лабораторным столиком, не сразу отвечал на вопросы, глядя отсутствующим взглядом.

— Ходит как зачарованный, — посмеивалась Мила.

На его столике — разбросанный веер бумажных листов. Больших и маленьких, гладких и в клеточку, то тщательно нарезанных, то оторванных в нетерпении. Все его внимание в те дни поглощено было этими листками. Монтажная схема электронного усилителя.

То, что придумал у себя на карточках Александр Иванович и вывел в общем принципиальном виде, надо было теперь Марку Вятичу воплотить в подробной рабочей схеме. Там, в мастерской при лаборатории, по этой схеме специалисты-монтажники будут строить, собирать макет усилителя — первое живое, вещественное воплощение того, что задумывается в лаборатории.

Для всех механиков руководящий документ — чертеж, на котором каждая деталь представлена в подлинном виде, в разрезах, в проекциях. Электрики ведут свою работу по схемам. На схемах, которые рисует и рисует Марк, нет ни подлинных изображений, ни натуральных размеров. Марк пользуется лишь условными значками — тем особым языком, на котором изъясняются, доказывают и спорят между собой все электрики мира.

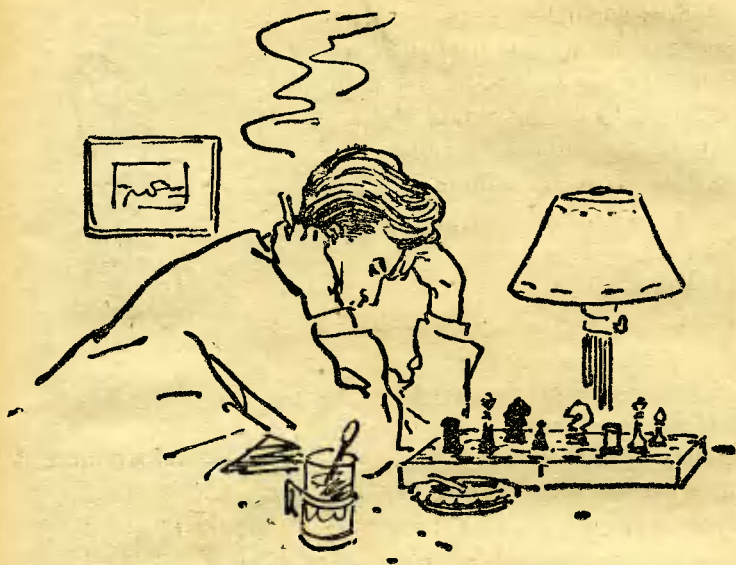
Электронная лампа — кружок с черточкой и закорючкой внутри. Конденсатор — просто две короткие вертикальные черточки. Катушка — несколько петелек рядом. Проводник — прямая линия... Богатый язык символов, наглядный и предметный, как письмо иероглифов. Марк сейчас и думает на этом языке и бормочет что-то иногда вслух.



Нелегко, ой как нелегко добиться того, чего хочешь, и сложить наиболее выгодную, целесообразную схему! Расположить всё подряд, все элементы один за другим в той последовательности, как должен проходить ток? Но тогда получится такая бесконечно длинная кишка, которую не втиснешь ни в какой прибор. Принцип экономии диктует тут властно. Экономия места, экономия материалов... Есть схемы прямоугольного расположения, есть квадратного, кругового. Какую же выбрать?

Электрические элементы не позволяют тасовать себя как угодно. Надо знать, что можно поставить друг с другом рядышком, а чего ставить нельзя. Надо знать, какие могут быть тут взаимные влияния. Надо знать, и как лучше соединить и как лучше отгородиться. Надо знать точно и все характеристики элементов, и режим их работы, и возможность замены одного элемента другим, если иначе никак не вывернуться... Многого надо знать. Знать и вместе с тем заранее чувствовать все в живом действии и уметь комбинировать. Комбинировать и комбинировать. Здесь всяких проводников и проводочков можно столько наплести, столь нерасчетливо, что все запутается безнадежно.

Марк составлял один вариант за другим. То по отдельным узлам, то компоновал их вместе. И комбиниро-



вал, комбинировал. На больших листах и случайных обрывках, когда приходило что-нибудь на ходу, по дороге домой или уж совсем в полусне после целого вечера раздумий. В такие дни он позволял себе отвлекаться только на шахматы, заядлый любитель. Было тут что-то общее в черно-белых столкновениях на шестидесяти четырех клетках и в бесконечных вариациях электрических фигур на поле монтажной схемы. Держать в памяти, угадывать комбинации, рассчитывать ходы... И, вероятно, одно другому помогало.

Монтажная схема насчитывала до двухсот отдельных элементов. Возле каждого Марк проставлял порядковый номерок, а затем расписывал еще всю спецификацию: номер такой-то, элемент такой-то, характеристика такая-то... Двести элементов, двести позиций и бесчисленные сочетания и перестановки.

Сложная, напряженная игра разворачивалась за ла-

бораторным столиком. Может быть, самый ответственный матч в жизни Марка.

Он раскладывал некоторые листы перед Александром Ивановичем — то, что казалось найденным или почти найденным. Александр Иванович изучал все внимательно сквозь стекла очков, прослеживая за маршрутом токов острием пера автоматической ручки, улыбался удачам своего помощника... и вдруг перо замирало, нацелившись.

— А здесь что-то не то.

И это «что-то» могло разрушить всю тонко сплетенную паутину. Даже всего несколько лишних витков, прибавленных на трансформаторе, вносили в схему разлад и несогласие. Менялись размеры, расположение, сдвигались отверстия, начинали теснить соседи, и вся схема расползалась.

Снова приходилось Марку комбинировать, и снова он «ходил как зачарованный». Монтажная схема постепенно принимала все более отчетливый, строго выдержанный характер.

Шаг за шагом приближался Марк к тому моменту, когда схему уже не стыдно будет передать туда, в мастерскую.

### **БОРЬБА ЗА НУЛЬ**

Зима была уже на исходе, когда начался монтаж пробного макета.

Конструктор лабораторного бюро Владимир Федоров привел схему из каракулей Марка в надлежащий технический вид, и теперь в мастерской монтажник Федосеев громоздил на ее основе живое, осязаемое плетение. Он свинчивал, припаивал, склепывал, насаживал, и под его аккуратными исполнительными руками плоские символы схемы вырастали постепенно в объемные вещи. Поднимались колпачки ламп, пузатились катушки, топорщились



конденсаторы, и точки соединения завязывались в тугие узелки. Осмотрительная, ажурная работа.

Однако в лаборатории не ждали, пока будет закончено монтажное построение. Это долгое дело. У лаборатории своя забота. Как ни тщательно и продуманно была составлена монтажная схема, как ни предусмотрены всякие действия и противодействия всех ее двухсот элементов, а все же отдельные связи и узелки нуждались еще в предварительном изучении и исследовании. И прежде всего каскады усиления с системой защиты. Самое важное и самое капризное звено.

В комнате лаборатории на столах, очищенных от других работ, на полках, даже на полу расставлялось, раскладывалось, крепилось многообразное и запутанное электрическое хозяйство. Эталонные источники тока, измерители, подсобная аппаратура, шнуры, провода — все, что должно понадобится.

Специальные панели с готовыми гнездами, с клеммами и крепежными винтами и были той главной платформой, на которой разворачивался сейчас трудный лабораторный опыт. На панелях под руками трех человек возникали отдельные клеточки и связи будущего нежно-чувствительного организма.

На панелях все обнажено, все вывернуто наружу, разъято на части, как самая наглядная анатомия. И провода в маслянисто-кожистой оболочке выются и тянутся тонкими жилами по столам. На панелях проверяются все решения, вычисления, все счастливые идеи.

Первые шаги всегда напряженно-тревожны. Ничего еще не расставлено как следует, не налажено, и вся огромность капризной, сложной задачи еще впереди. Хочется поскорее что-то соединить, чтобы можно было испытать, привести в действие. Но нельзя поскорее!

— Проверяйте, обязательно проверяйте, — напоминает Александр Иванович.

Каждая вставляемая в панель деталь должна быть

прежде проверена. Лампа, катушечка сопротивления, конденсатор... Очень тщательно следует проверить по всем показателям, тут же, на подсобной лабораторной аппаратуре. Работает ли? Нет ли изъянов? Соответствует ли этикетным отметкам? Пропустишь что-нибудь, а потом каково находить ошибку в общей паутине!

Ведь был же такой случай здесь, в лаборатории. Монтировали и испытывали трудную схему. Несколько месяцев на нее ушло. А в самый канун пуска вдруг началась какая-то невообразимая чехарда. Схема сразу, неожиданно выбилась из всякого осмысленного действия. Вот те раз! Александр Иванович учинил тогда долгое, придирчивое расследование. В чем же ошибка? Много дней доискивались напрасно, пока наконец... И что же оказалось? Кто-то в спешке последнего монтажа присоединил маленькую деталь (а их в схеме сотни!) не тем концом, пропустив отметку «плюс». Один лишь «плюс» не туда — и вся схема нарушена. Не так уж важно, что сказал тогда своим сотрудникам Александр Иванович. Гораздо важнее, что этот «случай с плюсом» с тех пор в лаборатории не забывался. Проверять, все проверять!

В молчаливом внимании копошится над панелью Марк, пытаясь время от времени откинуть со лба свою непокорную, рассыпающуюся шевелюру. Молчаливо поблескивает очками Александр Иванович. Только один голосок Милы, внушающий что-то заупрямившейся детали, разбавляет безмолвие:

— Ах, ты не хочешь? погоди, я тебя все равно посажу!..

А потом опять тишина.

Идет монтаж. Час за часом.

...С недоверием оглядывал Клейменов запутанное, словно бы неряшливое переплетение на панелях. Неужели это и есть каскады усиления, о которых столько гово-

рилось? Такой неприглядный вид! Но Марк заявляет, что уже готово, и Александр Иванович кивает согласно головой. Предстоит первая проба.

Датчик устанавливается на седельной подставке, в спокойном, ровном положении, — черный лакированный механический палец с едва заметным выпущенным ноготком. Теперь-то он и может передать наконец куда-то свои ощущения. Остается только соединить контакты.

Невольная заминка. Марк взглядывает на Клейменова: пожалуйста! Но тот уступает честь: пожалуйста!

— Марк, соедините, будьте добры, — тихо говорит Александр Иванович.

Игла пока ничего не ощупывает. Она просто должна покоиться в равновесии, занимая нейтральное положение. По нейтральному положению и происходит первое испытание. Испытание на нуль. На ток, протекающий в цепи, не накладывается сейчас никаких сигналов. Нуль!

— Осциллограф! — коротко бросает Александр Иванович.

Марк включает катодный осциллограф. На матовом экране возникает тотчас электрическая картина состояния макета.

— Ах! — легонько вскрикивает Мила, выдавая то, что подумал про себя каждый из остальных.

На туманном фоне экрана всплывает, колышется тонкая изумрудная змейка. Картина бегущего тока. Змейка морщится, выбрасывает острые зубцы и пики. Нет нуля! Только прямая ровная полоска на экране говорит о действительно нулевом, нейтральном положении, о том, что в макете все правильно, все на месте. А тут вот этакая пляска на экране, грязь. Что-то там в их изошренных устройствах происходит помимо всех расчетов и предположений. Но что же?

Клейменов вопросительно оглядывается на электриков. Они вопросительно оглядываются на Клейменова. «Что у вас там?» — взаимно читается на их лицах.

«У вас» — первое невольное движение души при всяком содружестве.

Могло быть что-то в датчике, какой-то механический беспорядок, возбуждающий ненужные токи. Могло быть, конечно, и в электронике, распятой на панелях. Ничтожный недосмотр, случайная непредвиденность — и вот пожалуйста, нет нуля.

— У нас все проверялось на заводе, сколько полагается, — с металлической ясностью в глазах объявляет Клейменов.

— А разве известно, сколько именно раз полагается? — тихо спрашивает Александр Иванович, поправляя очки.

Клейменов, не скрывая обиженного вида, берет датчик с подставки, снимает футляр и тут же при всех принимается проверять подвес, качание якоря... Чтобы эти электрики больше не смели сомневаться.

— Начнем по порядку, — обращается Александр Иванович к своим сотрудникам.

И они также начали проверять.

Как ни тщательно был отлажен заново датчик со всей его тонкочувствительной механикой, как ни придирчиво было просмотрено каждое звено электронного макета, а грязь на экране осциллографа все же продолжала появляться. Изумрудная змейка стала как будто ровнее, но тем более резко выпирали теперь отдельные пики и зубцы. То вдруг повиснут под полоской какие-то клочья или лохмотья.

— Борода! — с досадой повторял Марк и записывал форму искажения в лабораторный журнал.

Словно какие-то судороги поражали электрическую картину. Внезапный налет возмущения — и на экране уже виснет эта самая «борода». Александр Иванович внимательно рассматривал записи день за днем. Иногда записи, составленные даже по часам.

— Наводки! — сказал он, покачивая головой.



Несомненно, это были наводки.

Такого слова вы не встретите в словаре. Зато оно хорошо знакомо во всех лабораториях, где занимаются тонкой электрикой. Тревожное слово, которое означает и вредные влияния, и помехи, наведенные со стороны, словом — почти наваждение. Наводки! Они наступают чувствительную электрическую схему неожиданно, бьют по ней без разбору.

Включили поблизости мотор — наводка. Ударил где-то разряд — наводка. Волна радио пронеслась по комнате — наводка. . . Многие из этого можно предусмотреть, и, монтируя на панелях, они заранее уже принимали меры против всяких искажений. Но, видно, пробивалось еще что-то такое, что было уж совсем сверх ожиданий. Нежданно-негаданно. Уж очень чувствительная система.

— Проверьте вольтметром, — сухо говорит Бояров.

А сам, уткнувшись за столом в карточки, размышляет пером, как же укрыться от неожиданных наводок.

Марк пристраивает вольтметр к выходу ламп. Мила пристально фиксирует стрелку. Включение.

— Три вольта! — почти с испугом вскрикивает она.

Чувствительный вольтметр, которому надлежит улавливать здесь рабочие токи в сотые и даже тысячные доли вольта, совершает вдруг гигантский скачок. Целых три вольта! Страшная величина для такой системы. И это в нейтральном, нерабочем состоянии, когда должно быть и не вольт, и не десятые его, и даже не сотые, а круглый нуль. Вот какова цена мимолетной наводки. Грубый посторонний удар выбивает прибор сразу из его точности, из той щепетильно высокой точности, ради которой все затеяно.

В тесной лабораторной комнате, за монтажной панелью, как за операционным столом. с обнаженной частью организма, началась методичная, но отчаянно решительная борьба за спасение прибора от наводок, за его элек-

трическую жизнь. Борьба за нуль — так называли ее сами участники.

Не только знания и расчет вступали тут в действие. Чутье, чутье экспериментатора было сейчас, пожалуй, важнее всего. Великая сила всякого исследования, не поддающаяся расписаниям и арифметическому учету. Ее не приобретешь одним книжным прилежанием. Множество неизвестностей, мелких, случайных, обступают опыт. И откуда, какие наводки могут налететь извне, угадывается именно чутьем экспериментатора. Иногда даже такой факт, как простая расстановка отдельных элементов схемы, уже оказывает свое влияние.

Непрестанная прихотливая игра сопротивлением и емкостями, чередование вводов и отводов происходит на панелях макета, чтобы можно было разделять, регулировать, сглаживать и снимать токи, бегущие по артериям электронного сердца. И все это влияет друг на друга, сосед на соседа. Провод на провод, по которым течет ток. Провод на катушку. Провод на лампу. Катушка на лампу. Где только ни образуется воздушный промежуток между двумя элементами, там уже возникает новая емкость. Но это ненужная, паразитная емкость, искажающая электрическую картину. А где она может быть? Да всюду. Здесь одних проводочков на панели, если их распрямить, хватит на целый километр. Они вьются, переплетаются с разными элементами вокруг ламп, сплошная толкотня.

Всем этим Марк занимался, составляя еще монтажную схему, — бесконечно осмотрительная расстановка. Но надо еще и еще, проверяя теперь по живому действию. А оно всегда вносит столько нового, непредвиденного, это живое действие, что ему уступают даже самые лучшие, остроумные расчеты схем.

Собственно, с того и начали наступление на нуль: пока никаких нововведений, а лишь еще и еще раз простая перестановка.

Что мешает? Что влияет? Александр Иванович и Марк рыщут придиричивым взглядом по всем закоулкам лампового узла.

Переставили кое-что, развели по сторонам. Ну, как теперь? Что скажет осциллограф?

Снова колыхнется изумрудная полоска на матовом экране. Она уже ровнее, и возникающая иногда «борода» как будто укоротилась. «Подстригли» немножко. И вольтметр отмечает уже только вольт. Не три, как было, а только один. Простая перестановка — и уже заметный результат. Первый шаг к нулю.

— А здесь? — указывает пальцем Александр Иванович в другую точку макета.

Переставили и здесь. Опять проверка.

— Полвольта!

Еще ровнее становится полоска на экране, но ей все-таки далеко до спокойного нулевого безразличия. Наводки все же прокрадываются. Надо дальше, дальше, к самому нулю.

Александр Иванович не оставляет поисков. Цепко хватают его маленькие мягкие руки любую ниточку, которая, кажется, обещает приблизить к нулю. Каждое утро он повторяет:

— Ну-с, продолжим.

Необходимо что-то предпринять с первой лампой. О, эта первая лампа! Сколько она приносит всегда тревог и возни! С нее-то все начинается. Она первой принимает удары наводок и посылает искажение дальше, по всем каскадам усиления. Пятьдесят на пятьдесят и еще раз на пятьдесят... И наводка разрастается до размеров катастрофы — жуткая, всклокоченная «борода» на всем экране.

Александр Иванович решает: изолировать первую лампу. Ее отделяют от других стальной перегородкой. Там, в уголке, она теперь как в отдельном загончике, и стальной забор охраняет со всех сторон ее нежную чув-

ствительность. В стальной массе перегородки должны то-  
нуть, задерживаться мятущиеся напряжения, электриче-  
ские поля, невидимо пляшущие вокруг.

Лучше, еще лучше становится картина на экране.  
«Бородка» чуть клинышком выскакивает иногда из-под  
полоски. А вольтметр что?

— Две десятых!

Ого! Крупный шаг к нулю.

Поставили лампу на резиновую подкладку. Так ей  
спокойнее, меньше будет дрожать. Вы топаете возле при-  
бора ногами, где-то хлопнули дверью или грузовик про-  
громыхал под окнами — и все это бьет лампочку по нер-  
вам, заставляет вздрагивать, и уже какие-то лишние  
электроны срываются внутри ее пустотного баллончика,  
дополняя к наводкам свои уколы. Капли, от которых слу-  
чаются наводнения.

Прокладка смягчила и эти наводки.

— Одна десятая!

Они приблизились к порогу, за которым начинается  
уж вовсе ничтожный счет — сотые дольки вольта. Почти  
капельное напряжение. Но как перепрыгнуть туда? Туда,  
поближе к нулю. Ведь нуля, желанного нуля все еще  
нет.

Опять раздумье над панелью, и тот же тихий голос  
Александра Ивановича, не допускающий никаких возра-  
жений:

— Ну-с, продолжим.

Клейменов был тут же, следя ревниво за тем, не  
влияет ли все-таки состояние датчика на электрическую  
картину. На его глазах разворачивались перипетии ла-  
бораторной борьбы с капризной сменой разных ходов,  
маневров и поворотов. И невольное чувство удивления  
возникало вновь перед сложностью этой борьбы и перед  
ее бесконечным упорством. У себя на заводе ему тоже  
приходилось видеть кое-что. Но тут! Тут было нечто  
совсем иное.



Борьба за нуль продолжалась. То приходилось защищать подводку к макету. То придумывать особую систему двойного заземления... Наводки отбрасывались экранами, наводки отводились в землю. Шаг за шагом продвигались они к нулю. Это были уже совсем маленькие, крохотные шажки. Трудно было уследить за ними по извивам полоски на экране. Только с помощью вольтметра можно было ловить эти едва пробивающиеся наведенные токи. Стрелка, дрожащая, беспокойная стрелка топталась почти на месте.

— Пять сотых!

Совсем около нуля, почти нуль.

Около? Почти? Это не устраивало Александра Ивановича. Нельзя успокаиваться, нельзя отпускать в самый последний момент вожжи эксперимента. Должен быть вполне удовлетворительный нуль, устойчивое нейтральное положение прибора, на котором только и смогут проявиться ничтожнейшие сигналы оттуда, из мира невидимых гребешков.

— Продолжим, — с тихой твердостью повторяет Александр Иванович.

Борьба за нуль продолжалась.

## ВОПРОСЫ И ВОСКЛИЦАНИЯ

Защита точности нагромождала одну задачу за другой. Самое, казалось бы, простое оборачивалось вдруг цепью тяжелейших осложнений.

Как питать током прибор? Питать надо электромагнитные катушечки датчика, чтобы они могли сигналить о малейшем пскачивании коромысла с иглой. Питать надо лампы, чтобы в них проснулось волшебное свойство усиления. И надо, чтобы было совсем просто: воткнул вилку в штепсель — и уже готово, прибор готов к действию. Но в осветительной сети все время меняется напряже-

ние. Больше или меньше, а меняется. Мы замечаем даже на глаз: что-то вдруг потускнело или загорелось ярче. До пятнадцати процентов иногда меняется. В общем, это нам не мешает. А прибору эти пятнадцать процентов — глубочайшее потрясение. Удар исполина в тысячу и тысячу раз больший, чем все робкие сигналы от грешков, бьет по электронному сердцу. Смерть всякой точности.

Опять борьба, опять защита от нападения — уже на другом участке.

Опыт, еще опыт и еще опыт...

Каждый день вереница опытов, которые переносятся то с карточек Александра Ивановича на панели макета, то снова возвращаются с панелей на карточки. Каждый опыт записывается в журнал: число, исходные данные, результат.

Одна за другой сменяются страницы жестокой лабораторной баталии, протекавшей только вчера, и раны ее не успели еще остыть. Здесь свои надежды и свои поражения.

Макет обрастал новым строем ламп, но уже выпрямительных, балансирующих. Снова цепи обратной связи. И многое еще из того, что должно фильтровать, успокаивать, очищать беспорядочные токи, рвущиеся к прибору из осветительной сети. Макет охраны от страшных пятнадцати процентов.

Аккуратная начальная запись чернилами. Мила всегда записывает обстоятельно, выводя слова и цифры почти каллиграфически.

Сбивчивая толпа букв, накиданная небрежным карандашом. Это рука Марка, презирающего канцелярские красоты.

Записи становятся отрывистой, торопливой. Очень некогда, опыт следует за опытом.

Карандаш накидал одни цифры: «14.3—9». Это значит, что четырнадцатого марта удалось снизить колеба-

ния в питании прибора до девяти процентов. Девять из пятнадцати все еще прорываются. Очень много.

Новая схема, выписанная чернилами. Краткая приписка вкось карандашом: «Не подтвердилось».

И во всех записях — подчеркивания чернилами другого цвета, пометки на полях. Это Александр Иванович выделяет главное, анализирует.

Черный лакированный ящик с блестящими кнопками и переводной рукояткой неизменно присутствовал при всех опытах. Лабораторный генератор, от которого можно получать любое напряжение, менять его, набирая как бы целый сгусток искажений, и все это посылать в макет. Они доводили удары до высшего предела: пятнадцать процентов, пятнадцать процентов... Сколько же из них прорывается сквозь сеть электронных заграждений? Несчастливая змейка на экране осциллографа извивалась, металась, как в агонии.

Спустя две недели удалось снизить всего лишь до восьми процентов. Две недели неутомимой борьбы за один только процент. Каждый раз неизвестно, что ожидает. В таком приборе нет еще ничего проверенного, ничего твердо установленного, что можно бы было использовать наверняка. Хотя бы вот этот феррорезонансный стабилизатор. Маленькая коричневая коробочка, которая обычно так хорошо помогает в защите от искажений. Но в соседстве с необычайно чувствительными органами прибора она просто впадает в безумие.

Запись в журнале: «Стабилизатор укреплен вертикально. На осциллографе — волны, смещенные вправо».

Другая запись: «Стабилизатор поставлен вверх ногами. На осциллографе — волны, смещенные влево».

Еще запись: «Укреплен лежа, на широком боку. Змейка выбрасывает пики».

Еще дальше: «Укреплен на узком боку. Пики сглаживаются»...

Знаки вопросов и восклицаний толпой обступают за-

писи. Что происходит с маленьким стабилизатором? Он издевается над ними, что ли?

Настроение в комнате окончательно портится. Даже Мила забывает свои переговоры вслух с аппаратами и монтажными деталями.

Александр Иванович не проявлял ни уныния, ни растерянности. Не должен был проявлять. Но в такие дни ему почему-то все время попадались на глаза разные пу-стяки. Почему разбросаны инструменты? Споткнуться можно! Опять кто-то накурил в комнате! (Не глядя на Марка.) Все ему было как-то не так.

— Мы об этом, кажется, уже говорили, — неизменно замечал он, если его кто-нибудь зря переспрашивал.

Он ходил сосредоточенный, колкий, словно сам на-электризованный напряжением поисков и борьбы.

В один из таких вот дней на столе лаборатории резко прогудел звонок внутреннего телефона.

— Боярова в дирекцию! — отчеканила трубка с той великолепной определенностью, какая пленяет нас все-гда при изображении, ну, скажем, командного пункта дивизии.

Александр Иванович поспешил в дирекцию, в цент-ральный корпус, где на третьем этаже в обширной при-емной справа и слева два больших глубоких, как шкафы, тамбура хранят солидную тишину. Там, за ними, — ка-бинеты директора и его заместителя.

Так вот в чем дело... Институт выполнял важное за-дание: разработка специальной аппаратуры для одной из строящихся крупнейших гидростанций. Задание по утвержденной программе, по спущенным планам. Лабо-ратория номер шесть также имела по этим планам свое задание, и в комнате у Боярова приходилось все время распределять усилия между прибором и основной рабо-той. И, конечно, всегда в ущерб прибору. Он-то был посторонним гостем. Теперь же положение обострялось. График плановых работ жестко сокращался. Темпы, тем-



пы! Все подчинить скорейшему выполнению программы. Лаборатории срочно надлежит...

А как же с прибором для исследования гребешков? С прибором, в который уже столько вложено сил и труда, с которым еще столько нерешенного там, в лаборатории! Неужели так все и оставить, бросить на ходу?

Никто не сказал, что нужно бросить, что работа над прибором прекращается. Есть же указание: «Оказать помощь заводу»...

«Оказать помощь» — как это понимать? И каждый понимал по-своему. Оказать помощь — значит оказать помощь. Но это не значит, что работу над прибором надо включать в план. Об этом же ничего не сказано. Значит, можно и не включать. Ну, а если работы, идущие по плану, начнут вытеснять работу над прибором, кто же виноват? И какой вес могли иметь тут деликатные протесты научного сотрудника Боярова? Да и вообще говоря, когда человек проявляет в чем-то слишком большую заинтересованность, личную заинтересованность, не есть ли тут что-то, а?

...В настороженно-неловкой позе на кончике кресла сидит Александр Иванович в другом кабинете, у заместителя директора по научной части, и ждет: может быть, он найдет способ как-нибудь помочь? Заместитель директора смотрит на него из-за своего стола добрым, сочувственным взглядом. Он понимает его положение, но что же можно сделать? План есть план.

— Попробуйте как-нибудь продолжить, параллельно. В свободное окошечко...

Александр Иванович уходил из административного корпуса по длинному коридору, мимо ряда дверей. Вот как все обернулось, неожиданно и резко. А он-то придумал, когда спешил сюда, не зная, что его ожидает, — придумал, как можно еще защитить прибор от колебаний осветительной сети. Еще задержать парочку процентов... Но что теперь со всем этим будет?!

— Придется это убрать, — сказал он, войдя в лабораторию и кивая на обнаженные части макета. — Приготовьте столы. Нам поручили...

Марк и Мила молча приняли новость. Медленно оглядывали они монтажные панели. Лампы, катушечки, квадратики конденсаторов... Аккуратные, деловитые вещицы, принесшие им столько хлопот, огорчений и потому-то, вероятно, ставшие как-то по-своему близкими. Неужели все это так и оставить?

За окном лаборатории звонко, не стесняясь, стучала весенняя капель. Вот и опять приходится нам отмечать смену сезонов на дворе.

### «ОКОШЕЧКО»

Каждый день и каждый час особенно дорог — наконец-то выкроилось «окошечко».

Почти все лето было сплошь занято неотложной плановой работой. Срочно, по графику. И уже совсем другие опыты заполняли внимание, волновали людей лаборатории.

Но вот перерыв, и Александр Иванович объявляет: можно вернуться к прибору. Открывалось «окошечко».

Каждый раз переходить от одного круга вещей к совсем другому, заново настраиваться. Но что поделаешь: для прибора им оставались только эти всё более редкие, почти тайком выкроенные «окошечки».

В тесной лаборатории становилось тогда еще теснее. Приезжал Клейменов, приезжал слесарь Гордеев с набором своих ювелирных инструментов. С завода привезли стол для прибора, с массивной тяжелой плитой и стойкой, с пустыми еще глазницами для циферблатов и указателей. Привезли и мотопривод, в котором содержалось то самое эластичное механическое плечо в виде «двойных качелей».

Все торопились воспользоваться «окошечком»: когда-то оно еще будет? И снова по столам и монтажным панелям расставлялись, раскладывались органы и суставы будущего прибора. Механические и электрические. Их связывали вместе, проверяли, как они действуют друг на друга, как один находит свое продолжение в другом. Механический палец с механическим плечом. Плечо — с электронным сердцем усиления. Сердце — с электронным мозгом подсчета. Или сердце — с рукой-пером механического художника, рисующего картину гребешков.

Опыт за опытом, переделки и снова проба за пробой непрерывно сменялись в их совместных усилиях, механиков и электриков, создать единослитный, четко действующий организм.

Эксперимент был еще далек от завершения, еще некоторые узлы упорно сопротивлялись окончательной наладке, и в макет приходилось вносить то одно, то другое изменение, а люди уже думали о том, что будет с прибором завтра. На разных участках и института и завода исподволь готовилось производство его первых опытных образцов. А то ведь если ждать, когда закончится полностью весь эксперимент, до последнего винтика и до последнего проводочка, и только потом по окончательно отработанным схемам и чертежам приступать к изготовлению, — сколько же это еще займет? Сократить разрыв, сэкономить время — на этой мысли особенно настаивал Георгий Иванович.

Он приезжал в лабораторию и на все уже глядел с точки зрения будущего готового прибора. Смотрел на развороченный макет, на этот электрический хаос и придирчиво спрашивал:

— И это все пойдет внутрь? Как же там разместится?

Смотрел на бесчисленные переделки электромагнитной системы датчика, на то, как Клейменов и Марк без усталости перебирали то разные якоря (и по материалу и по толщине), то меняли зазор между якорем и катушка-

ми, то брали обмотку разного сечения, добиваясь максимального эффекта, — смотрел на все это и настойчиво повторял:

— Надо же на чем-нибудь остановиться. Давайте, давайте скорей последний образец. Мы на заводе изготовим.

— Терпение, — защищался Александр Иванович. — Необходимо еще испробовать. Еще немножко...

А после, когда удалось вырвать датчик из лабораторных сетей, Александр Иванович, в свою очередь, стал названивать главному конструктору:

— Скоро ли готово?

— Позвольте, вы сами-то нам дали три дня назад.

— Но у меня окошко!.. — стонал в телефон голос Александра Ивановича.

Все теперь должно было поспеть в «окошко», рассчитываться на «окошко», укладываться в «окошко». Георгий Иванович направил к Боярову заводского радиотехника, чтобы тот смотрел и изучал электрическую кухню прибора. Придет время — надо будет выпускать уже производственную серию силами завода, с помощью той самой заводской электролаборатории в длинном темноватом помещении, похожем на коридор, и не повторять же у себя все детские болезни первого экземпляра! Технологи завода приезжали на опытный завод института, чтобы вместе обсудить вопросы производства будущего прибора, вопросы объединения и разделения труда. Конструкторы института приезжали на завод, чтобы также заранее, по возможности, обо всем договориться. Расчет дальнего прицела.

Дверь в комнату лаборатории всегда решительно растворялась, когда входил конструктор Федоров. И все уже знали: сейчас будет спор. По его чертежам готовили электрическую начинку прибора, собранную в отдельные блоки. Блок — это уже не макет, а вполне законченная вещь, отработанная, отделанная, в аккуратной металлической упаковке, где все уже конструктивно продумано—



и общие габариты, и компактное размещение деталей, и возможности доступа к ним в эксплуатации и в ремонте, и способы крепления, вплоть до выхода наружу головки какого-нибудь шурупа... За все это конструктор Федоров отвечал, страдал душой и готов был яростно сражаться. Он — как меж двух огней. Лаборатория предъявляет ему свои, электрические, соображения. А завод — свое: учтите заводскую технологию, дайте такую конструкцию блоков, чтобы мы сами смогли потом изготавливать их в серийном производстве.

Опять в этих спорах переплеталось и сегодняшнее и будущее, интересы завода с интересами института.

Заводские люди, те как-то заметнее шли на риск: «Давайте уже оформлять. Ну, а если что окажется не так, можно же исправить в готовом». Александр Иванович с трудом на это соглашался.

— Надо еще попробовать. Есть вариант... Кажется, будет лучше.

Идея лучшего могла возникнуть каждый день и вернуться к тому, что казалось уже прочно найденным и закрепленным. Собственно, конца этому никогда не бывает. Искание нового трудно мирится даже с самой разумной итоговой чертой.

— Пока так, — повторял свое любимое Александр Иванович, сдавая отлаженный узел конструкторам или в мастерскую.

А потом почему-то приходило это «более лучшее» среди других задач и решений, словно выжидая самый неудобный момент.

Вновь раскрывалась решительно дверь в лабораторию. Входил конструктор Федоров, да еще вместе со своим начальником Можяевым. Ну, понятно, что это предвещало.

Приходилось выдерживать и гнев монтажника Федосеева. Он столько изощрялся, лепил, как улей, мельчайшие ячейки макета, и вдруг внезапное улучшение, родив-

шеся в лаборатории, все у него ломало. И уж в кото-  
рый раз!

Александр Иванович принимал на себя всю тяжесть нареканий. По-своему они были справедливы: чего же лаборатория думала раньше? Но все-таки какой заманчивый новый вариант...

Все обращались к Боярову, все требовали от него разъяснений, все ждали его решения. Получалось как-то само собой, что этот негромкий и непредставительный человек многое объединял и диктовал сейчас в сложной, разветвленной работе. И не только потому, что в его руках были заветные ключи электроники. Александр Иванович подчинял себе окружающих тихо и незаметно, без команды, без внешнего нажима. И подчинял тем, что подчинял прежде всего самого себя интересам дела, исследования, опыта, любой мелочи лабораторного поиска, какой бы мелкой она ни казалась. «Ну-с, продолжим», — в этой неумоимо повторяемой фразе был весь Александр Иванович.

«Сегодня придется задержаться», — говорил он.

Говорил, собственно, ни к кому не обращаясь, но они оставались — и сотрудники лаборатории, и гости с завода. И это «сегодня» стало повторяться каждый день. Оставались, понимая, что иначе нельзя. В любой день «окошечко» снова хлоп — и все опять замрет.

И все же усталость, нервы включались вдруг иногда угрожающим фактором в чистоту эксперимента.

Важный опыт, обозначенный в журнале как «Испытание системы с мотоприводом».

Мотопривод присоединен к датчику, а проводочки датчика связаны с электронным блоком усиления. Включен мотор. Плавно, мягко потянуло механическое плечо механический палец. Совсем как осязающая рука. Только она ничего еще не ощупывает. Просто иголочка ведет по воздуху. Опять то самое исходное, нейтральное положение, при котором должен быть полный нуль.

— А-яй, скачет амплитуда! — раздается голос Милы.

На экране осциллографа змейка отплясывает неровный, судорожный танец. Нет нуля. Нуль был раньше, несколько месяцев назад, после того, как они провели за него длительную, тяжелую борьбу. А теперь нет опять. Стоило только включить мотопривод — и пошло опять плясать. Ничего как будто не изменилось, только плечо мотопривода потянуло датчик с иглой слева направо, так просто, по воздуху, а нуля уж как не бывало. Ну что за подлость!

Александр Иванович стоит перед коробкой мотопривода, нацелившись на нее стеклами очков. «Что он хочет этим сказать?» — с раздражением думает Клейменов, хотя тот ровно ничего еще не сказал.

— Вам не нравится мотопривод? — с вызовом бросает Клейменов.

— Мне не нравится вот что... — не торопясь указывает Александр Иванович на прыгающую по экрану змейку.

— Ну и что же?

— Надо полагать, что это от чего-нибудь да происходит, — с обидной рассудительностью отвечает Александр Иванович.

Слесарь Гордеев, криво улыбнувшись, приложил ладонь к крышке мотопривода. Постоял так, потом прильнул ухом, скосив глаза, как делают врачи, выслушивая пациента. Нет, как будто ничего. Даже такая чуткая рука и натренированное ухо не могли ничего обнаружить подозрительного. Никакого биения или вибраций. На заводе все было очень хорошо отделано и прилажено, чтобы действительно этот механизм мог служить самым мягким и эластичным плечом. И все же тонко-чувствительная электроника что-то обнаруживала, что было уже недоступно человеческому ощущению. Что-то как будто легонько трясет или цепляется — и в приборе уже кутерма. Всякая блошка вырастает в тысячи раз.

Клейменов не сдавался. Почему может быть только



в мотоприводе? Или кто-нибудь подозревает его систему двойных качелей, его находку? А вся эта запутанная электрическая сеть макета — мало ли в ней что может быть. И он с нескрываемой выразительностью смотрел именно на переплетение электронных деталей.

— Если угодно, проверим, — все же делает он уступку.

Слесарь Виктор Павлович Гордеев, сняв крышку с мотопривода и вооружившись лупой, принялся перебирать каждое звено, частичку за частичкой.

— Тесный, очень тесный приборчик! — бормотал он, проникая куда-то вглубь, словно зондом, тонюсенькой отверткой.

В этой сравнительно небольшой коробке, где ходил сложный набор шестеренок, где плавно сжимался и растягивался двойной параллелограмм, насчитывалось до пятисот всяких деталей. Свинченных, сцепленных, соединенных скользящими и тугими посадками. И в каждой точке соединения или касания может родиться тряска, шумок.



— Очень тесный приборчик, — продолжал что-то подправлять и подчищать Виктор Павлович.

Опыт повторяется сначала. Включен мотор. Фу ты, напасть какая! Полоска на экране все-таки морщится и приплясывает.

— У нас все окончательно, в ажуре, — решительно заявляет Клейменов.

— Окончательно? — тихо переспрашивает Александр Иванович с таким выражением, что конструктор готов уже взорваться.

— А наводки? Ваши наводки...

— Ого! Ход конем, раз, два — и в сторону! — отзывается Марк.

Узы тесного содружества начинают сдавать и расползаться. Чем-то все это кончится?

Кончилось совсем неожиданно. Резкий стук в дверь лаборатории оборвал спор. На пороге во всем своем форменном величии предстала охрана института. Почему свет по ночам в лаборатории? Не полагается. Почему посторонние посетители в такой час? Не полагается.

— Нам нельзя остановить опыт, — пытался объяснить Александр Иванович. — Видите ли, мы ищем ошибку...

— Не полагается. Разве вы не знаете постановления? Не засиживаться!

Все знали, разумеется, постановление и были ему рады, но как раз сегодня было бы крайне важно хоть немного еще...

«Не полагается» — магическое выражение, перед которым меркнут любые аргументы.

...Клейменов и Гордеев возвращались вдвоем — далекий путь по ночной, уснувшей Москве, с одной окраины на другую. Нет, это не те запоздалые москвичи, что садятся не задумываясь в машины или подхватывают их по дороге. Нет, им бы подсесть на какой-нибудь случай-

ный служебный трамвайчик, хоть на несколько остановок, если пустят, конечно.

Умостившись на каких-то балках на грузовой платформе, поживаясь на колючем осеннем ветру, ехали молча. Две нахохленные темные фигуры.

— А все-таки, как они горой-то сразу за свое... — нарушил молчание Клейменов.

«Они» — это значило электрики там, в лаборатории, и Александр Иванович, и Марк, и Мила — все те, с кем было уже вместе столько проведено и столько связано.

Ну что ж, придется им завтра или послезавтра доказать, кто все-таки прав и у кого там пошаливает. А если нет, пусть рассудит Георгий Иванович.

Увы, ни завтра, ни послезавтра не пришлось ничего доказывать. Снова на лабораторию надвинулась спешная плановая работа. И «окошечко» захлопнулось.

### ДВАЖДЫ ДВА — ЧЕТЫРЕ

— Вот что нам еще досталось напоследок! — Александр Иванович ткнул кончиком карандаша в ту часть уже собранного электронного ящика, где чинно, парочками расположились маленькие аккуратные баллончики травянистого цвета.

Прибор должен давать математическую характеристику ошупанной поверхности. Что это значит: математическая характеристика поверхности? Вероятно, какая-то цифра. Да, но какая? Что она выражает?

По-разному отвечали на это исследователи, пытаясь найти краткую и общую меру чистоты поверхности. Нечто такое, что могло бы стать универсальной отмычкой в практике производства: одна цифра — и уже известно, что за поверхность, какой класс чистоты.

Наибольшая высота гребешков, «аш максимум», — предложили одни.

Типичная высота гребешков, наиболее часто повторяющаяся, «аш среднее», — предложили другие.

Средняя высота гребешков, «аш среднеарифметическое», — предложили третьи.

Средняя квадратичная, «аш СК», — предложили четвертые.

И вся четверка начала гулять вперемешку по литературе, по докладам, инструкциям, отражая своей разноликостью неоформленный, не устоявшийся еще характер новой, молодой науки.

Максимальная и средняя высота — это понятно каждому, не превышает наших обычных, чисто наглядных представлений. Сложнее среднеквадратичная. Что это такое? В среднеквадратичной заключена более полная характеристика микропрофиля — строгий комплексный учет, опирающийся на фундамент теории вероятностей. В разных областях техники среднеквадратичная помогает математически осмысливать явления и процессы, происходящие от колебаний: электрическое напряжение, ток, звуковое давление, вибрации... Но разве невидимые гребешки, волнами бегущие по поверхности, не относятся к явлениям того же порядка? Колеблющиеся величины. И пусть тогда именно средняя квадратичная выражает математически их картину, как бы ни смущала она обыденный ум своей отвлеченностью.

Наука разделилась на приверженцев и противников. В Англии признали только среднеарифметическую и не желают иметь дела ни с какой квадратичной. В Америке, наоборот, избрали сначала среднеквадратичную, презирая как недостаточно строгую среднеарифметическую. В Советском Союзе пользуются в разных случаях и той и другой, как удобнее.

— Ну, и нам пришлось научить соответственно прибор. Вычислять обе средние, и арифметическую и квадратичную, — слегка развел руками Александр Иванович.

А каково это было... Все равно, что перейти от простой арифметики к высшим математическим ступеням. В формулах среднеквадратичной — и корни и интегралы... И прибор должен был их решать, производя мгновенно ряд действий, какой именуется на классическом языке математики «интегрированием дифференциального уравнения». Прибор с высшим образованием.

Раньше искали они способ продолжить руку, осязание в механическом и электронном рычаге прибора. Теперь предстояло продолжить в приборе человеческий мозг.

Вот он лежит, электронный мозг, препарированный на монтажной панели. С клеточками «мышления» в виде ламп, конденсаторов, выпрямителей, с извилинами проводочков.

Метод аналогий пронизывал сейчас их лабораторные поиски и на карточках Александра Ивановича и в электрических деталях макета. Тот общий метод, по которому и движение небесных светил и качка корабля на волнах или колебания механического маятника и колебания электронов одинаково могут быть описаны одними и теми же математическими уравнениями. Метод, выросший целиком из фактов диалектического единства природы и ставший теперь блестящим орудием исследования в руках ученых всего мира, создающих в своих лабораториях поразительные модели, казалось бы, самых отдаленных и несхожих процессов — механических и электрических, тепловых и химических... Вот и сейчас в этой маленькой лаборатории номер шесть с помощью того же метода аналогий создавали они мозговую модель, переводя логику и математику ощупывания гребешков на язык электрических цепей.

Здесь числа изображались импульсами тока. Логическая точность ответов «да» — «нет» или «верно» — «неверно» возлагалась на электронные лампы или кристаллики выпрямителей, которые действуют с той же логи-



кой: ток идет или не идет, пропускает или не пропускает. Гребешок на поверхности получал электрическое значение со знаком плюс. Впадина наоборот — со знаком минус. А средняя линия между ними, некая воображаемая идеально ровная поверхность, — это ведь нуль, тот самый исходный нуль, за который они уже не раз так долго бились. Непрерывное суммирование всех бесконечно малых отрезочков, по которым вверх и вниз пробегает игла, поручали стрелке вольтметра, ползущей по шкале без возврата, — безошибочно складывающий математик.

А скорость подсчета ограничивалась тут только одним: быстротой протекания электричества. Практически — мгновенно. Без инерции, не задумываясь, производит прибор сотни и сотни непрерывных подсчетов в неуловимую долю секунды. Феноменальный математик!

В новую область вступали они сейчас в своих опытах. В ту область, где машины начинают логически мыслить, отвечать на поставленные вопросы, читать и переводить и проявляют, наконец, непостижимо острые математические способности. «Кибернетика» — завлекательно-звонкое имя этой новой науки, перед которой сам современный человек, ее создавший, останавливается порой в некотором почти суеверном смущении. Кибернетика заглядывала сюда, в лабораторию, всякий раз, как открывалось случайно «окошечко» для продолжения опытов над прибором. Правда, они не произносили этого громкого слова, они просто делали.

— Пришлось повозиться, — скупой заметил Александр Иванович.

Больше всего досталось им от узла квадратов.

Чтобы найти среднеквадратичную микропрофиля, надо прежде всего возвести в квадрат каждую высотку нащупанного гребешка и глубину каждой впадинки. Непрерывное возведение в квадрат множества сигналов, которые посылает нам «невидимка». От этих квадратов все

начинается, весь дальнейший ряд высшей математики — интегрирование дифференциального уравнения. Будет точный квадрат — будет и точный ответ прибора. Будет ошибка в квадрате — и пойдет сплошное вранье. От начальной точки, от квадратов зависит все остальное. Дважды два — четыре, трижды три — девять...

Электричество возводит в квадрат — не правда ли, странно звучит для непривычного уха? Но электроника знает свои средства, приспособлявая к задачам математики кристаллики веществ, именуемых полупроводниками.

Небольшой плоский кружочек с двумя усиками проводочков лежал на монтажной панели. Твердый выпрямитель по названию, а по сути дела — тот маленький электроматематик, который как раз и умеет проделывать нужное действие: возводить в квадрат. Там, в кружочке, на границе металла и кристалликов полупроводника происходят под током такие перетасовки электронов, что сила тока заметно меняется. И меняется как раз в квадрате. Дважды два — четыре. Трижды три — девять... Уменьший, сообразительный кружочек!

Казалось бы, и все. Поставлен в прибор такой кружочек, идут к нему сигналы от гребешков — и математика работает.

— Только не в таком приборе, — усмехнулся Александр Иванович.

Прибор опять ставил свои особые условия. Никакие готовые рецепты и средства ему не годились. Кружочек работал умно, очень умно... но вдруг ошибался. Дважды два не давало точно четыре. И трижды три не всегда превращалось в девять. Кружочку не хватало того постоянства действия, какое строго и неукоснительно должно соблюдаться в приборе. В этом приборе особенно. Столько уже было тяжелых поисков из-за этого требования постоянства, и теперь оно снова властно диктовало свое. Вероятно, какая-то оставшаяся примесь в кристал-

ликах выпрямителя, ничтожная атомная грязь сбивала узел квадратов со счета.

Они перебрали все известное. Выпрямители меднозакисные — не годится. Медносльфидные — не годится. Селеновые — не годится. Кремнистые — не годится... С утра до вечера лабораторное «окошечко» заполнялось тем, что Марк, подавая ток в кружочек, выкрикивал его величины:

— Два! Три! Четыре! ..

Мила, следившая за стрелкой амперметра, певучим голоском отвечала:

— Три и семь десятых! Восемь и шесть! Шестнадцать и три! ..

А не ровно четыре, не ровно девять или шестнадцать.

Марк отмечал точками на миллиметровой бумаге посланные сигналы и ответы. Строил кривую характеристики и рассматривал ее долгим изучающим взглядом. Кривая все отклонялась и отклонялась в сторону, никак уже не походя на ту плавно округлую параболу, которая и должна изображать изменения по точным квадратам.

Александр Иванович тоже рассматривал. Бросал рассеянный взгляд на термометр, на двор института, где оттепель перемешивала снег с дождем. И погода и температура — все могло влиять на чувствительные кристаллики, вышибая их из параболы квадратов.

Он искал объяснения, требуя снова проверок и проверок. «Ну-с, продолжим». Марк перестраивал опыт, и снова изо дня в день, из «окошечка» в «окошечко» раздавалось в комнате:

— Два! Три! Четыре!

Наконец появились на монтажной панели вот эти аккуратные зеленые баллончики. В их полукруглых шляпках заключены кристаллики наиболее математически верного, чистого вещества. Германий — вещество, известное в истории тем, что было открыто дважды: сна-

чала теоретически Менделеевым по своей таблице, а затем уже в действительности, в самой природе. А ныне, в век электроники, стали эти кристаллики бледно-серого вещества одной из тех драгоценностей техники, за которой гонятся все лаборатории мира. Они отличаются такой чистотой изготовления, что на десять миллиардов атомов остается иногда не больше одного атома примеси. Одна десятимиллиардная частица!

И все же даже такой отменной чистоты кристаллики нельзя было использовать для точного счета квадратов. Они чувствительны к температуре. Какая-нибудь лишняя долька градуса могла уже вызвать ошибку. Дважды два — сколько же?

Пришлось пойти на маневр, на обходной маневр. Он был рассчитан и зарисован на карточках в один из тех вечеров, когда Александр Иванович сидел в своей квартире за обеденным столом и под говор и шум общей кухни за стенкой обдумывал еще и еще раз проблему узла квадратов.

— Я думаю так, — сказал он на следующее утро, протягивая Марку новую карточку.

Нельзя использовать свойство одно — придется дать выпрямителям свойство другое. Пусть не возводят в квадрат, если с этим не справляются. Но если к выпрямителю присоединить еще сопротивление, всего лишь небольшой моточек проволоки, он вдруг приобретает ценную способность. Выпрямитель начинает «работать по прямой». Характеристика его по графику выражается уже не кривой параболы, а просто прямой линией. Теперь возведением в квадрат заведует моточек сопротивления, по самому простому закону электричества, известному всем школьникам: сила тока обратно пропорциональна сопротивлению. Точно, всегда одинаково, без отклонений.

Выпрямитель стал играть при этом роль ключика. «Да», — говорит он и пропускает ток в моточек сопро-



тивления. «Нет», — говорит он и тока не пропускает. «Да» — «нет», — зеленый баллончик выполняет первую функцию логической мысли.

Так в этой сложной игре, выстраивая целую шеренгу баллончиков и сопротивлений, искал Александр Иванович подхода к точным квадратам. Теперь у него кривая параболы должна была складываться из отдельных прямых отрезков. Один отрезок к другому отрезку, один к другому — и из прямых кусочков выростала на графике чуть ломаная кривая. Совсем-совсем близко к плавной параболе — кривой квадратов.

Насколько же это близко? Может ли ломаная линия заменить практически кривую? Будут ли чувствительны отклонения? На все мог ответить лишь опыт, лишь тогда, когда все разрисованные элементы и все графики перейдут с карточек Александра Ивановича на монтажную панель. И еще это зависело от того, как верно и чисто проведет Марк Вятич соответствующий опыт.

— Один! Два! Три! — посылает Марк последовательно токи разной величины в новую систему узла квадратов: шеренга зеленых баллончиков с катушечками сопротивлений.

— Один! Три и девять! Восемь и... нет, ровно девять! — отмечает Мила результаты возведения.

Марк снимает характеристику.

Каждые полтора-два часа новая характеристика. Из отдельных отрезков вырастает общая линия, чуть изломанная в некоторых точках, как на переходных ступеньках. На эти-то изломы и смотрит, смотрит Марк: как они сглаживаются, приближаются ли к действительно кривой? Смотрит и анализирует. А потом Александр Иванович смотрит и анализирует.

И каждый раз надо еще подправить, подстроить там, на панели, в узле квадратов, чтобы еще и еще округлить изломы, приблизить ломаную к плавной кривой. Дать лишние обороты проволоки на сопротивлении, точнее от-

регулировать напряжение, питающее выпрямитель... Тонко рассчитанное, крайне малыми шажками продвижение к цели.

И каждый раз при любой перемене снова и снова повторяется в течение долгих часов:

— Один! Два! Три! Четыре!..

В комнате лаборатории почти только это и слышно, и все остальное как будто следит за этим в пристальном ожидании оттуда — со столов и полок, из дальних углов, где поблескивают стекло ламп, пуговики металлических кнопок, глаза циферблатов и экранов.

Александр Иванович сидит за своим столом, спиной к Марку и Миле. Он занят как будто своим, но он все время там, с ними, за этим опытом, все слышит, каждый возглас, каждый его оттенок, и круглый его затылок напряжен вниманием.

Изломы на графиках постепенно круглеют, и линия отрезков приближается и приближается к той идеальной параболе, которая отражает в своей плавности точность квадратов.

Кажется, дважды два будет четыре.

### И ВДРУГ...

Все было проверено и отлажено по отдельным узлам. В мастерской внесены в макет всяческие дозволенные и недозволенные переделки, ранние и поздние варианты. И оттуда пришли в лабораторию компактно собранные металлические ящики. Блок усиления, блок питания... Все уже готово? Поставить только вместе и запустить в целом.

И ничего не получилось. Ровным счетом ничего. Вся эта комбинация, составленная вместе, отказала. Она просто не работала. Никакого напряжения на выходе прибора. И куда девалось все усиление? Полный разлад.

Александр Иванович и Марк стояли в недоумении

перед делом собственных рук, и каждый вглядывался в макет по-своему, словно оставшись с ним один на один. Человек и своенравная электроника, вышедшая вдруг из повиновения. Кто кого?

Они не посвятили в это даже Клейменова. Трудно понять со стороны, как это может так случиться: делали, делали, и вдруг...

Но почему же не работает? По отдельности все было хорошо, а вместе — извольте видеть. Роковая ошибка, несчастье? Нет, совсем не то. Они не видели в этом никакой катастрофы. Они видели только еще один этап работы, досадный, нелегкий, но, как видно, необходимый.

Странно, но среди электронщиков живет не то вера, не то убеждение: «Если сразу получается, тут что-то подозрительное». Всякая схема должна быть проработана до мозга костей, так сказать выношена в муках и в борьбе с капризами, неполадками, неожиданностями, помехами. Тогда становится она плотью и кровью самого исследователя, и тогда можно за нее ручаться.

Чувствовать схему — не в этом ли одно из драгоценнейших качеств всякого, кто ведет лабораторный поиск? Александр Иванович и Марк мысленно прощупывали сейчас все звенья электрического организма, еще глубже вживаясь в него и стремясь прочувствовать, разгадать, почему же он так заупрямился. Они расчленяли вновь целое по отдельным узлам и представляли себе их взаимное влияние. Один узел мог продолжать, развивать работу другого, а мог и напротив: одним своим присутствием мешать остальным и разрушать их положительное действие. Влияние накладывается на влияние, жесткая цепочка взаимных влияний — и вся система выходит из режима. И вот — не работает.

Новая полоса мелочного расследования и деликатных ухищрений. Учет скрытых, случайных связей в собранном приборе, от узла к узлу, от каскада к каскаду. Раз-

деление на полезное и вредное. Нейтрализация всего, что наносит вред и мешает. И настойчивая, последовательная расчистка пути сигналов от гребешков, постепенно по всей схеме, от узла к узлу, от каскада к каскаду. Словом, искусственное и искусное выравнивание режима.

Нелегкая и немалая полоса в жизни лаборатории, когда опять время исчислялось только от «окошка» к «окошечку». Когда Александр Иванович перебирал в уме, по книгам и у себя на карточках всевозможные способы и приемы. Когда Марк, часами не отрываясь от макета, снимал бесчисленные характеристики, чтобы добиться в звеньях схемы нужного равновесия. Та самая полоса ожесточенно упорной работы, когда вместе с умением, строгим расчетом особенно требовалось еще и чутье. Чутье экспериментатора, его способность «чувствовать схему».

На исходе пятого или шестого «окошечка» удалось все-таки восстановить режим. Макет заработал. Но вот что еще оказалось. Увеличение сигналов резко упало. Они строили все на увеличение в сто тысяч раз и добились его, когда испытывали по отдельности, а теперь в целом, в собранном виде макет не в силах был выжать даже половину. Сорок тысяч — и никак не больше. Вот тебе и победа!

Сорок тысяч — это ведь уровень того самого английского прибора под стеклянным колпаком. Вполне солидный уровень, между прочим. Уж не смириться ли?

— Тогда лучше идти подметать улицы, — тихо сказал Александр Иванович и поправил двумя пальцами, как рогулькой, очки.

И началось опять. Поиски и раздумья. Часы отчаяния и минуты надежд. И действительно мелькало порой: вот же есть счастливые, безоблачные профессии, например — чистильщик сапог: никаких терзаний, раз, два — и готово.



Марк смотрел иногда на макет долгим, пристальным взглядом, почти враждебно. Что она хочет, эта электроника? И как ее обуздать, заставить?

И вот однажды утром он, Марк, принес в лабораторию маленький лист с каракулями небрежно набросанной схемы. Принес и протянул Александру Ивановичу, своему учителю, повторяя его собственную любимую фразу:

— Я думаю, так...

Александр Иванович посмотрел и даже привстал из-за стола.

Это была очень верная идея. Как можно восстановить мощь усилителя, не прибегая к сложному вводу дополнительных ламп. Марк все разыграл с помощью лишь небольших катушечек сопротивления. Изящный по своей простоте дебют молодого исследователя. Путь к ста тысячам как будто расчищен. Еще одно из тех малых ежедневных открытий, какие сопровождали не раз дни рождения нового прибора.

### МОМЕНТ ТОРЖЕСТВА

Наступил все-таки этот момент: первая демонстрация прибора. В готовом виде, при полном облачении. После всех испытаний, опытных, предварительных, повторных, контрольных, — первый показ. Так сказать, для «своих». Правда, Александр Иванович норовил все время вставить словечко «пробный показ».

На массивном столе обтекаемой формы возвышалась стойка с подвешенной коробкой мотопривода. Торчал вбок вытянутый палец датчика. В наклонной части стола поблескивали кнопки и рычажки управления, глядели из-под стекла белые шкалы со стрелками и широкая полоса ленты для записи гребешков. А вся электроника вместе с сетью проводников и вспомогательных уст-

ройств ушла туда, в нутро стола, в глубокое спокойствие. В общем, по виду не то какой-то замысловатый шкаф, не то холодильник.

На демонстрацию стали съезжаться во второй половине дня. Приехали гости с завода, кое-кто из конструкторов во главе с Георгием Ивановичем. Приехал главный инженер Иван Алексеевич. Зашел заместитель директора института. Сбор достаточный, но будто ждали чего-то еще, бросая взгляды на Александра Ивановича. Как-то так ощущалось, что нужно, чтобы именно он начал, ну, хотя бы вопросом.

— Кажется, пора? — сказал он, поправив очки и обращаясь к Георгию Ивановичу.

Тот слегка кивнул.

Клейменов встал перед пультом прибора. Сейчас только он один должен провести всю процедуру измерения. Ведь так и будет, что именно механики самостоятельно станут пользоваться прибором для своих целей. Вся электрика, уйдя туда, в глубину массивного стола, скрылась от взоров, оставив снаружи лишь то, что понадобится именно механикам для производства измерений: датчик с иглой, мотопривод, аппарат записи и шкала математического подсчета, да еще вот этот несложный пульт управления с пусковыми рукоятями и рычажками.

Клейменов потер машинально руки, словно умывая их, и развел в стороны, как дирижер перед первым тактом: приготовиться! Включил ток. Красная сигнальная пуговка зажглась на пульте.

Ничего еще не произошло. Только стоявшие вокруг зрители сдвинулись чуть плотнее. Но вот как будто что-то затеплилось там, внутри прибора, не то похоже на легкое движение, не то какой-то тихий звук. Знаете, как бывает в радиоприемнике, когда его включишь и разогреваются лампы. Ничего еще нет, но прибор уже живой.

Георгий Иванович извлек из коробочки с мягкой подстилкой блестящую металлическую плитку и, держа осторожно двумя пальцами, протянул Клейменову. Тот взял так же осторожно двумя пальцами, тщательно протер зеркало плитки замшей. Образцовая плитка, со строго аттестованной поверхностью: двенадцатый класс чистоты. Один из высших классов. Под ее зеркалом прячутся гребешки-невидимки уже меньше десятых долей микрона. Такая поверхность блестит на частях автомобильных двигателей, на шейках коленчатых валов, на быстроходных подшипниках... Образцовая поверхность, многократно проверенная, ляжет сейчас под иглу прибора — и что-то он покажет?

Клейменов легонько, очень легонько опустил кончик датчика на поверхность плитки, словно иглу патефона на чрезвычайной хрупкости пластинку. Внимание! Снова невольный дирижерский жест руками — и он включил мотор привод. Бесшумно и плавно, едва заметно для глаза, потянуло механическое плечо механический палец с алмазным коготком. Где-то там, за границами видимости, незримый кончик иглы поплыл по незримым гребешкам.

Клейменов быстро обменялся взглядом с Гордеевым, и у того слегка проступила его странно кроткая улыбка. Они были довольны, как действует их механическая часть. Посмотрим, что дальше.

Прежде всего решили проверить этот капризный математический аппарат. Клейменов повернул рукоять на пульте, и стрелка на шкале математического подсчета тотчас тронулась с места и поползла, поползла слева направо. Десятки, сотни решений проделывал там мгновенно электронный математик, возводил в квадрат, складывал, делил, извлекал корни... И тут же без запинки выдавал на продолговатой шкале итог подсчета: среднеквадратичную высоту всех ощупанных гребешков.

Стрелка показала цифру на верхней шкале, Георгий

Иванович взглянул на нее и удовлетворенно хмыкнул. Точно! Двенадцатый класс!

Пришла очередь Александра Ивановича и Марка быстро обменяться взглядом. С прямой откровенностью посмотрела Мила на заводских гостей: «Видали?»

Но самое-то главное было еще впереди: запись гребешков. Как покажет себя уже не математик, а тот необыкновенно чуткий рисовальщик, на которого они возлагали столько надежд?

В лабораторию нет-нет, да и заглядывали новые лица. Тихонько приоткрывали дверь и осторожно, как можно незаметнее вступали в комнату, чтобы не нарушить течения генерального опыта. Конструкторы лабораторного бюро Можаяев и Федоров, монтажник Федосеев — всем было сегодня дело до того, что происходило в лабораторной комнате. Механики Ерохин и Малафеев протиснулись вперед, поближе к прибору. Ведь эта стрелка, плавно скользящая по шкале, и это перо, совершающее запись, — это ведь их работа. С поисками, срывами, размолвками. Как же теперь не посмотреть! Каждый из присутствующих имел свое отношение к прибору, и каждый по-своему переживал сегодняшний показ.

Итак, демонстрация записи.

Клейменов вновь наставил иголочку на поверхность плитки. Переключения сделаны. Сейчас пойдет.

Еще теснее обступили они прибор. Взоры всех устремлены туда, где на столе прибора за стеклянним щитком медленно проплывает широкая разграфленная бумажная лента, а над ней в настороженной готовности склонен клюв записывающего пера.

И вдруг — смотрите! — перо чуть дрогнуло, сдвинулось с места и широко махнуло в сторону. Несколько маленьких зигзагов — и взмах в другую сторону. И дальше и дальше, взмахи туда и сюда, и по дороге еще целая серия мелких движений, как затейливый росчерк у старательного писца. А вслед за пером протягивалась по





*Каждый хотел взглянуть, что происходило в лабораторной комнате.*

бумаге причудливая зубчатая линия, чередующиеся друг за другом острые пики и впадины.

— Вылезает! — нарушил чей-то голос напряженную тишину в комнате.

То, что нащупывал там алмазный коготок на поверхности плитки, электронный рычаг немедленно вытаскивал своим мощным длинным плечом наружу, толкая и размахивая пером.

На бумажной ленте перед взорами всех возникал тонко нарисованный профиль — профиль невидимки. Так вот ты какой, таинственный портрет!

— А сколько же увеличения? — спросил главный инженер.

— Восемьдесят тысяч, — ответил Александр Иванович и добавил: — Пока восемьдесят.

— А соответствует? — продолжал допрашивать главный инженер.

В самом деле, что за картина разворачивалась перед ними? Может, это верное отражение того, что существует на поверхности металлической плитки, а может, лишь одна фантазия размахавшегося рисовальщика.

— Можно проверить, — предложил Георгий Иванович.

Ленту остановили, отрезали ножом и принялись по клеточкам выводить среднюю высоту гребешков. И то, что электронный математик подсчитывал мгновенно, то пришлось этим людям, знающим и привычным, выводить в несколько рук, исписывая вычислениями листы.

И представьте, сошлось! Математика и рисование показали одну и ту же характеристику поверхности. Двенадцатый класс. Прибор выполнил одно, выполнил другое и тут же сам себя проверил.

Они смотрели на это создание собственных рук. Разве не стоило все пройти и все преодолеть, чтобы увидеть наконец это перед собой? Тревоги и муки, без которых, пожалуй, и нет жизни.

...Демонстрация в тот день длилась еще долго. Все новые и новые вопросы ставили они прибору.

Какое максимальное увеличение? И прибор показал и сто тысяч, и сто двадцать, и даже сто сорок, словно электронный рычаг был готов расти до бесконечности. Чернильное перо совершало по бумаге уже такие размахи, что даже мельчайшие неровности микропрофиля ясно проявлялись во всех подробностях. Сто сорок тысяч увеличения вместо тех ста тысяч, о которых они раньше могли только загадывать. Тут-то и дала себя знать манера Александра Ивановича «работать с запасом».

А какую чистоту способен прощупать прибор? Они ставили под иголку все новые образцовые плитки. Класс 12-а, 12-б, 12-в. Потом плитки тринадцатого класса: 13-а, 13-б, 13-в... Все более отглаженная, чистая поверхность. И прибор брал эту отменную гладь и вытаскивал ее скрытый мельчайший профиль. Взмахи пера становились короче, зубцы и пики снижались, сглаживались, и общий контур принимал все более ровный, прямой характер.

Положили наконец высший, четырнадцатый класс. Глаже уже не бывает, техника не знает пока ничего более тонкого, чем это чистейшее зеркало, которое удастся привести лишь на редких, очень редких деталях самого ответственного назначения. Ну что, возьмет? И алмазная иголочка прибора покопошилась своим невидимым острием над этим зеркалом и все же вытащила из-под него мельчайшие морщинки профиля — совсем уж исчезающие гребешки. Запись на ленте рисовала мир сотых долек микрона.

Показ следовал за показом. Самый жесткий экзамен.

А если провести иглой еще раз по той же трассе, совпадет картина или нет? А если поверхность будет из мягкого материала? Если вокруг прибора будут ходить и топтать? А если поднести сильный магнит?.. Десятки всяких

«если», на которые прибор должен был сейчас, публично, ответить.

— А ну-ка!.. — воскликнула Мила, оттянув пальцами прядку волос.

Дернула жертвенным жестом — и тоненький, воздушно-легкий, как паутинка, женский волосок был положен туда, под иглу, на алтарь науки.

Ух ты! Перо так махнуло сразу в сторону, что выскочило даже за край ленты. Нежный волосок, его толщина — какие-нибудь тридцать или сорок микронов. Но прибору это все равно, что огромный вал, через который прыгаешь что есть силы. Нет, не для такой грубости создан столь деликатный электронно-механический организм.

Замкнуто и бесстрастно наблюдал главный инженер Иван Алексеевич за поведением прибора. Но под конец даже он, всегда недовольный как бы по должности, вынужден был признать:

— Да, это у вас вроде на что-то похоже. — И чтобы не размягчиться, спросил требовательно, вероятно тоже по должности: — Когда же сдадите?

Уже к вечеру новые гости постучались в лабораторию. Из Академии наук. И среди них — профессор Петр Ефимович Дьяченко.

Все раздвинулись, чтобы уступить ему место поближе к прибору. Испытав мгновенно холодок волнения, Клейменов снова продирижировал над пультом. Вся серия демонстраций сначала.

Когда все кончилось, молчание наступило в комнате. Что скажет профессор Петр Ефимович, законодатель в сфере гребешков? Он не торопился сказать, разглядывая прибор чуть исподлобья и словно проверяя собственное впечатление.

— Вот вы как, — произнес он глуховатым голосом. — Ну что ж, первый экземпляр возьму к себе. Там все обнаружится.



И вдруг с улыбкой, всегда неожиданной на его серьезном лице, добавил:

— Старались, вероятно, сделать не хуже?

Гости разъехались. Лаборатория опустела. Окно без занавесок темным квадратом выступало при свете зажженных ламп. Александр Иванович устало присел на табурет. Марк и Клейменов наводили порядок на столах, собираясь домой. Посреди комнаты возвышалось голубовато-серое сооружение с матовым блеском стекла и полированного металла. Он сам — прибор.

Пора уходить, а они словно медлили уйти. В такой день под конец надо было бы что-то еще. Может, почувствованное слово, поздравление или еще что-нибудь...

— Завтра придется разобрать, — сказал Александр Иванович, махнув в сторону прибора. — Проверить снова по узлам, как бы не принялось пошалить. Все придется сначала...

Так и прошел день первого пуска. Где же он, этот момент торжества?

#### **«ПРИБОР, ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ...»**

Зимой прибор стали собирать в поездку. В Ленинграде открывалась всесоюзная конференция по качеству поверхности. Важные вопросы стояли перед ней. Новая пятилетка наступала в будущем году, и чего она потребует от науки о гребешках? Технический прогресс — это ведь и в самом деле умение обращаться с поверхностью миллионов и миллионов разнообразных, сложных, трудолюбивых деталей.

Прибор тщательно запеленали, укутали в стружку, заколотили и со всякими предостерегающими надписями — «верх», «низ», «не бросать», «не кантовать» —

отправили в Ленинград. Там его с такой же осторожностью извлекли из вагона, положили на мягкие рессоры и шины и доставили в тихий, спокойный демонстрационный зал. Много было проявлено заботы, чтобы ему было уютно, тепло, удобно.

Но с людьми, которые его создавали, этого как-то не получилось. Пришлось ночевать на вокзале. Привалившись плечом к плечу на длинной скамейке, в станционной сумятице, под трубный глас объявлений о поездах пытались Клейменов и Марк задремать, то и дело спохватываясь: а здесь ли портфель?

— Не очень-то нас встречают, — вздохнул Марк, пробуя разогнуть затекшую спину.

— Да, если так же примут на трибуне... — сонно отозвался Клейменов и вяло чмокнул.

Он все твердил про себя первую фразу, с которой нужно непременно начать: «Товарищи! Прибор, предлагаемый вашему вниманию, имеет в своей механической части...»

И вот действительно, через несколько дней Клейменов выходит на возвышение в большом зале на фоне развешанных чертежных листов и, потирая машинально руки, говорит:

— Товарищи! Прибор, предлагаемый вашему вниманию, содержит... имеет в механической части...

Перед ним смешение лиц. Он знает, кто сидит в этом зале. Ученые с именами, крупные инженеры, деятели производства. Многие из тех, кого слушал он когда-то на академических докладах, притулившись где-нибудь незаметно в последнем ряду и теряясь перед премудростями едва открывающейся ему науки о гребешках. Разные слои и течения незримо пронизывали зал. Сидели перед ним и «теоретики» и «практики», и «ленинградцы» и «москвичи», сидели оптики, механики, электрики... Собрание пересекающихся интересов, пристрастий и всяческих предпочтений.

Александр Иванович занимал крайнее место у прохода — ему выступать об электрике прибора. Едва Клейменов произнес свою первую фразу, как сзади в ряду чей-то иронический шепот, густой и солидный, спросил у соседа:

— Откуда сей птенчик?

— Это конструктор, заводской, один из авторов.

— А-а...

...Прибор на конференции вызвал интерес. Его часто обступали, чтобы посмотреть, как он тут же, при всех, без долгих манипуляций, выписывает профиль даже самых чистых поверхностей. Один человек особенно долго оставался перед ним. Еще и еще раз просил он Клейменова: «Покажите, пожалуйста». Это был известный исследователь гребешков и строитель профилографов, которого Клейменов давно знал по книгам и статьям. Убежденный оптик, всегда считавший, что только световой луч может рисовать наглядную картину микропрофиля. А тут вот такая попытка вторгнуться в ту же область с электронным рычагом. И он ревниво приглядывался к пришельцу в голубовато-серой металлической одежде.

Два дня подряд простоял этот строгий судья возле прибора, задавая ему целую серию контрольных испытаний. Он не доверял ничему, даже эталонным плиткам, привезенным из Москвы. Он принес свою стеклянную, специально отделанную пластину и с загадочным видом просил ее исследовать. На пластину была нанесена скрытая от глаз мельчайшая канавка, точно аттестованная, но никто этого не знал. И он ждал с напряженным вниманием: заметит прибор или не заметит? А если и заметит, то как определит глубину канавки?

И когда перо прибора аккуратно вывело на бумажной ленте весь профиль канавки в крупном масштабе, так что все можно было легко измерить и подсчитать, этот человек отошел наконец, забрав свои пластинки, и больше уже не подходил.

— Прибор удачный, — заявил он, выступая на конференции. — Но... — и выждал значительно. — Если нужно вообще такое увеличение, его можно достичь и оптическим путем.

— Очень интересно! Попробуйте, — ответил вежливо Александр Иванович, блеснув стеклами очков.

...Прошло немного дней после конференции, и в лабораторию к Боярову приехали новые гости. Сотрудники того самого промышленного института, где хранился английский прибор под стеклянным колпаком.

— Видите ли, у нас просьба. Нельзя ли кое-что подправить в этом приборе, который у нас? Немножко модернизировать.

Александр Иванович чуть помедлил, снимая приставший медный волосок с рукава своего халата, и, обернувшись к помощнику, спокойно сказал:

— Хотите, Марк, возьмитесь? Посмотрите, в чем там дело.

### **ГДЕ ЖЕ ПОСЛЕДНЯЯ ТОЧКА?**

Снова было лето в полном разгаре, когда мне пришлось еще раз повстречаться со всеми героями этого рассказа.

— Ну, как прибор? — следовал неизменный вопрос.

Прибор существовал уже в трех пробных экземплярах, побывал на выставках, демонстрируя свои качества, проходил государственные испытания. Посмотреть его приезжали инженеры из Чехословакии, машиностроители из народного Китая. Один экземпляр нашел себе место в Академии наук, в лаборатории профессора Дьяченко, и работал успешно на подготовку международного стандарта по чистоте поверхности.

— Что ж, теперь конец? Можно поставить точку?

— Точку? — переспросил профессор Петр Ефимович и, чему-то усмехнувшись, пригласил меня в длинную,



слабо освещенную комнату, где производились точнейшие измерения.

Сразу бросилось в глаза знакомое сооружение голубовато-серой окраски, строго и внушительно глядящее из угла.

— Сюда, сюда, обратите внимание, — профессор указал на черный ящик с кнопками и рукоятками, примостившийся возле прибора на полке. — Видите, любопытное продолжение: шлейфовый осциллограф. Еще один рычаг, электрооптический. Увеличение можно поднимать до миллиона раз.

В миллион раз! Вместо рисующего пера поставили в конце прибора маленькое зеркальце, которое под влиянием тока слегка поворачивается и пишет световым лучом по фотопленке — распускает этакий шлейф. Все области теперь объединились в приборе: и механика, и электрика, и оптика. И вот результат — увеличение до миллиона раз. Роскошный, длинный шлейф, украсивший комбинированный прибор.

А ведь это надо понять, что несет за собой такое увеличение. Миллионная доля миллиметра становится доступной для записи. Величина, с которой имела дело до сих пор лишь физика световых волн и атомных процессов. Вон куда, в какой микрокосмос, подбирается своим осязанием этот прибор и вытаскивает оттуда на обозрение непостижимо малую поверхностную рябь.

Конец вполне достойный.

— Конец? — переспросил главный конструктор Георгий Иванович.

И вынул из ящика стола новенький датчик несколько измененной формы.

— Раньше мы определяли только шероховатость поверхности, а теперь будем еще и... — он сделал рукой плавные движения в воздухе, — волнистость!

Под гладкой наружностью вещей бегут, оказывается, не только мелкие, частые гребешки, но и более крупные

поверхностные волны. Мерным, широким шагом своим вверх — вниз отражают они как бы биение пульса самой работы, те колебания в станках, что неизбежно почти возникают при всяком резании металлов. Второй профиль невидимки. Он тоже играет немалую роль в поведении деталей, и вызвать его наружу для изучения — одна из важных задач современной техники. Новый датчик, который показывал сейчас Георгий Иванович, и способен как раз чувствовать такие волны.

Ага! Вот где последняя точка, на которой можно остановиться.

— Последняя? — переспросил Александр Иванович. — Не знаю, бывает ли она, — кивнул он в сторону, где Марк Вятич за монтажной панелью производил какой-то опыт. — Видите ли, появились новые соображения. Схему прибора можно улучшить, расширить диапазон его показаний...

Он поправил зачем-то очки и продолжал так тихо, словно был не совсем уверен, что об этом нужно непременно говорить:

— А потом... Подумайте сами, разве это уж очень хорошо? Процедура измерения. Опустить привод, отвести в исходное положение, наставить датчик, опять отвести, поднять привод... Все рукой да рукой. Прибор надо автоматизировать. Он все должен проделывать сам. А мы должны это придумать. Не сегодня, так завтра...

На заводе у главного конструктора уже происходили совещания совместно с цеховыми работниками. Уже не раз при этом накалялась атмосфера, и авторы прибора нажимали на представителей цеха, а представители цеха нажимали на авторов. «Точность, нам нужно выдерживать точность», — твердили одни. «Не забывайте, какие у цеха возможности, надо считаться...» — твердили другие. Происходила передача прибора в один из цехов на серийное производство. Выпуск в десятках экземпляров, по заводской программе, — тогда и мож-

но сказать, что прибор действительно существует: для нужд промышленности, для развития технической науки.

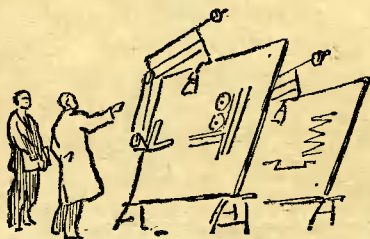
Итак, важный, окончательный акт, завершающий все поиски и всю историю того, как был создан такой прибор — передача в производство.

— Окончательный? — переспросил Клейменов и потянул меня в глубину конструкторского зала. — А это?

На больших чертежных досках, поднятых, как паруса, проступали контуры какой-то новой конструкции.

— Прибор в расчлененном виде, — пояснил Клейменов. — Вместо общего сооружения на массивном столе — четыре портативных чемодана. Взял за ручку, перенес куда надо, распаковал и действуй, можно мерить. Сейчас продумываем на досках.

Так мне и не удалось найти, на чем бы поставить в рассказе последнюю точку. Я поставил многоточие: вступление прибора в жизнь продолжается...



## О Г Л А В Л Е Н И Е

Полчаса раздумий . . .	4	Цена двух миллиметров	65
Гребешки-невидимки . . .	5	Качели . . . . .	68
Удары из микромира . . .	7	Двойник в зеркале . . .	74
Рождение науки . . . . .	12	Лаборатория номер шесть	82
Трудный шаг . . . . .	16	Защита точности . . . . .	86
Выбор конструктора . . . .	22	На языке символов . . . .	93
В поисках рычага . . . . .	25	Борьба за нуль . . . . .	96
Обманчивый эффект . . . . .	31	Вопросы и восклицания	105
Под стеклянным колла- ком . . . . .	36	«Окошечко» . . . . .	110
Единица с пятью нулями	40	Дважды два — четыре	118
Знакомые мотивы . . . . .	43	И вдруг... . . . . .	126
Точка осязания . . . . .	50	Момент торжества . . . . .	129
Кое-что умеющие . . . . .	56	«Прибор, предлагаемый ва- шему вниманию...» . . . .	137
Мелкие мелочи . . . . .	59	Где же последняя точка?	140

Для среднего и старшего возраста

*Вебер Юрий Германович*

ПРОФИЛЬ НЕВИДИМКИ

Ответственный редактор *В. С. Мальт*. Художественный редактор *С. И. Нижняя*.  
Технический редактор *С. К. Пушкова*. Корректора *Л. И. Гусева* и *В. П. Кучерова*

Сдано в набор 21/X 1960 г. Подписано к печати 16/II 1961 г. Формат  
84×108<sup>1/32</sup>. 4,5 печ. л. = 7,56 усл. печ. л. (6,46 уч.-изд. л.). Тираж  
85 000 экз. А00825. Цена 29 коп.

Детгиз. Москва, М. Черкасский пер., 1.

«Пунане Тяхт», Таллин, ул. Пикк, 54/58. Заказ № 1560.



Цена — 29 коп.

Юрий Вебер  
**ПРОФИЛЬ  
НЕВИДИМКИ**



Детгиз  
1961