

**Ключевые слова:**

инженерные кадры, метрология, инженеры-метрологи, станкоинструментальная отрасль, кадровое обеспечение, жизненный цикл, остаточный ресурс, фазохронометрия

Keywords:

engineering staff, metrology, engineer-metrologist, the machine-tool industry, human resources, life cycle, residual life, phase chronometry

К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ МЕТРОЛОГОВ

Михаил КИСЕЛЕВ

В статье дан исторический экскурс и представлено современное состояние подготовки инженеров-метрологов для отечественной промышленности.

На примерах из отечественной истории прослеживается органичная связь уровня фундаментальных научных исследований, образования с возможностью кадрового обеспечения прорывных решений в области метрологии и измерительной техники.

The article gives a historical review and presents the current state of training of engineers-metrologists for the domestic industry. From the examples of domestic history the organic link can be traced between the level of basic researches, education and the possibility of breakthrough staffing solutions in the field of metrology and measurement technology.

Автору этих строк посчастливилось (именно так — посчастливилось!) начать свою трудовую деятельность в большом, заполненном рядами кульманов зале конструкторского бюро, где, наряду с относительно и просто молодыми сотрудниками, работали и люди, вышедшие из того самого подвала на Садово-Спасской, где дело вели Сергей Павлович Королев и Фридрих Артурович Цандер. Заходил к нам из соседнего отдела и скромный, приветливый человек, имя которого называют теперь среди тех немногих, кто стоял у истоков наших «Катюш».

Какими же они были? На первый взгляд, совершенно обыкновенными людьми. Вот только при более близком общении проявлялась какая-то особенная, не показная преданность делу и тяга к новому, не побоюсь этого слова, неутолимая жажда познания — особенно, конечно, к технике, к таинствам науки. Помнили Тухачевского, почтили Келдыша. И каждый из них был Личностью в полном смысле этого слова!

То поколение инженеров уже принадлежит истории. Их вклад в судьбу Отечества в пояснениях не нуждается.

А как обстоят дела теперь — спустя более полувека? И здесь особый интерес к проблеме кадрового обеспечения ключевой для техники специальности — метрологии.

Метрология была важна всегда. Так, из глубины тысячелетий дошел до нас возглас Архимеда, первого инженера планеты: «Эврика!», решившего методом гидростатического взвешивания, казалось бы, безнадежную проблему.

А в 1899 г. наш соотечественник Петр Николаевич Лебедев первым измерил давление света на поверхность твердого тела, избавившись от мешающего «радиометрического эффекта», неустранимого в атмосфере. Единственная возможность обеспечить проведение измерений — резкое понижение атмосферного давления. Имевшихся в наличии средств вакуумирования в те годы было недостаточно. П.Н. Лебедев решил эту проблему, поместив в колбу каплю легко летучего вещества — ртути, вытеснившей воздух. Охладив колбу, П.Н. Лебедев добился конденсации ртути на ее стенках и обеспечил тем самым достижение самого высокого по тем временам в мире вакуума. Более того, в 1907 г. он измерил давление света и на газы [1].

Говоря о великом вкладе П.Н. Лебедева в науку, нельзя не отметить и созданную им блестящую научную школу. Уйдя из жизни в 46 лет, он оставил активно работающий коллектив, насчитывающий более 30 человек.

Из него вышли и будущий Президент АН СССР С.И. Вавилов, академики П.П. Лазарев, Н.Н. Андреев,

члены-корреспонденты В.К. Аркадьев, Т.П. Кравец, А.С. Предводителей, Н.К. Щодро, профессора В.Д. Зернов, Б.В. Ильин, Н.А. Капцов, А.Б. Млодзиевский, С.Н. Ржевкин, В.И. Романов, Э.В. Шпольский и другие. Каждый из них не только оставил свой значительный след в науке и ее приложениях, но и воплотился в будущем.

Автору этих строк довелось, будучи студентом, стать свидетелем прощания факультета с легендарным В.К. Аркадьевым, слушать увлекательные лекции А.Б. Млодзиевского.

Впрочем, эта реплика не будет полной, если, наряду с именами ученых мирового класса, не упомянуть и учебного мастера дядю Гришу (так звал его весь факультет), который в совсем юном возрасте был подмастерьем у П.Н. Лебедева, а нам, студентам, давал уроки ремесла спустя десятилетия.

А уже чуть более полувека после этого в нашей стране, следуя П.Н. Лебедеву, с помощью криогенной техники охлаждали стенки просторных герметизированных камер столь интенсивно, что попавшие в камеру компоненты атмосферы оседали на ее стенках в виде инея. Тем самым осуществлялась отработка помещаемых в такие камеры космических летательных аппаратов в условиях «космического» вакуума.

Впрочем, метрология в России имеет свою историю. Достаточно обратиться к трудам Михаила Васильевича Ломоносова. Его работы по гравиметрии и спустя столетия воспринимаются так, как будто они написаны нашим современником.

М.В. Ломоносов первым применил высокоточные взвешивания в практике химических исследований, благодаря чему, опередив Лавуазье на 17 лет, провел опыты по взвешиванию запаянных реторт с прокаленными металлами. На 30 лет раньше Гершеля он открыл атмосферу на Венере. Однако достижения М.В. Ломоносова так и не стали достоянием мирового научного сообщества. Необходимая научно-культурная «критическая масса» в России просто отсутствовала и все свидетельства о приоритете России были похоронены в архивах на полтора столетия.

Александр Сергеевич Пушкин, которого император Николай I почитал умнейшим из своих подданных, освещал вопросы метрологии в своем журнале «Современник», а его потомок пра-праправнук — наш современник С.Б. Пушкин — один из основоположников отечественной службы времени, построенной на «атомных» часах, впоследствии Ученый хранитель Государственного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

Между тем, не так уж далеки от дня нынешнего времена, когда студенты на вопрос о том, в чем состоит технический смысл повести Н.С. Лескова «Левша», в большинстве своем отвечали, что «не нужно ружья кирпичом чистить, а то кучность при стрельбе снизится».

Обратимся к началу 30-х гг. прошлого века — эпохе индустриализации нашей страны, когда потребовалось эффективное кадровое обеспечение массового производства взаимозаменяемых деталей и сборочных единиц объектов машиностроения. Созданная в те же годы система образования (начальное, среднее общее, среднее специальное, высшее) справилась с этой проблемой великолепно. Впрочем, и воспитанию, формированию нравственного облика специалиста уделялось немало внимания. Вклад в массовые и бесперебойные поставки фронту высококачественного оружия и боеприпасов обеспечивали и метрологи.

Однако, когда Великая Отечественная война, была еще в разгаре, над страной нависла новая угроза — атомное оружие, в тайне создаваемое спешно (пока еще) союзниками.

Выход был только один: создать самим подобный боеприпас и противопоставить силе силу. И все это в стране, выстоявшей в небывало жестокой войне, но и принесшей небывалые в истории жертвы.

Кадровое обеспечение этих работ приобрело чрезвычайную остроту. Так, для формирования Лаборатории № 2 АН СССР, созданной по решению Государственного Комитета Оборона в феврале 1943 г. для выполнения работ по ядерной физике, с фронта отзывались специалисты-исследователи и необходимые производственники с оборонных промышленных предприятий. Работы начинались практически с нуля. От них требовалось в кратчайшие сроки создать производство многих десятков химических веществ высочайшего уровня чистоты, для чего необходимо было экстренно создать сотни высокоточных и высокочувствительных приборов, которые в нашей стране вообще не создавались. Положение осложнялось тем, что попытка наших внешнеторговых организаций приобрести уникальную аппаратуру у выпускавших такие приборы фирм США не увенчалась успехом — правительственные круги США сорвали деловое сотрудничество.

Уже в 1945 г. геологи получили приборы для поиска месторождений урана для 320 геологоразведочных партий, а в 1952 г. Министерству геологии СССР было передано 7000 радиометров и более 3000 других радиометрических приборов. А при переработке добытого урана было необходимо более 250 химических реактивов с содержанием примесей в ряде случаев всего до 1 г на 100 т чистого продукта. При этом только за период с 1946 по 1952 г. для работ в области атомной энергии оте-

чественные приборостроительные заводы выпустили 135,5 тыс. измерительных приборов новых (!) конструкций и более 200 тыс. типовых [2].

К 1951 г. специализированные факультеты отечественных вузов выпустили 2700 специалистов, и это было только начало!

Успешное решение целого комплекса проблем метрологии быстропротекающих процессов обеспечило созданную в системе Министерства обороны СССР Службу специального контроля средствами и методами оперативного определения параметров, координат и момента времени ядерного взрыва под землей и в атмосфере, что привело в конечном счете к состоянию стратегической стабильности в мире, когда отсутствуют стимулы для нанесения первого удара [2].

Следующий знаменательный эпизод развития отечественной метрологии связан с практической космонавтикой. Выход в космос означал успешное решение многих важных научно-технических задач, однако он же поставил и не меньшее множество новых. Среди них — проблема управления космическим летательным аппаратом, в частности, его ориентацией в пространстве и, если необходимо, обеспечением стабилизации углового положения. Произвольно движущийся вокруг собственного центра масс спутник в большинстве случаев просто бесполезен. В качестве естественных ориентиров при управлении угловым положением космического летательного аппарата выступают звезды. Но как среди их множества разыскать необходимую? Тем более, что их «захвату» системой астроориентации мешают фоновые помехи. Это и свечение «собственной» забортной атмосферы, создаваемой выбросами реактивных двигателей системы управления, полярные сияния и другие явления.

Потребовалась предварительная наземная стендовая отработка систем астроориентации и астрокоррекции с применением имитаторов навигационных («боевых») звезд и всего многообразия фоновых помех. И такая работа была проделана. И выполнена блестяще! А в самой ее основе была заложена новая экстренно созданная эталонная база, какой еще не знала современная фотометрия. Центральным звеном комплекса явились эталоны излучения абсолютно черного тела.

Тем самым в процессе реализации проблемы воспроизведения радиометрических величин закладывались основы метрологии некогерентного излучения.

Эта разработка ВНИИ оптико-физических измерений (ВНИИОФИ) оказалась столь совершенной и своевременной, что США не отказали себе в удовольствии закупить целую партию. Не отстала и Франция. Идиллия, да и только! О запрете на покупку нами американской аппаратуры

на заре атомной гонки и не вспомнили. Знаменательно, что при всем многообразии возникавших проблем, среди них на этот раз не было одной — проблемы кадрового обеспечения.

В конце концов, разработанные ВНИИОФИ высокотемпературные (1800–3500 К) черные тела явились основой национальных радиометрических шкал в Германии, Франции, Великобритании, Китае, Турции, Индии, ЮАР, Южной Корее и в других странах* [3].

Заметим, однако, что наши сторонники стиля жизни в духе «Зачем самим делать? Все купим!», видимо, не знают, что перечень товаров, подлежащих продаже нашей стране, изложен отнюдь не на одном листочке в несколько строк.

На повестку дня встают санкции. Недаром импортозамещение — своего рода девиз нашего времени. А время наступило весьма своеобразное.

*Стоит заметить, что китайские специалисты, прежде чем заключить с ВНИИОФИ контракт на поставку оборудования, основательно изучили состояние и уровень разработок в ведущих научных центрах мира, посетив Национальный институт стандартов и техники (США), Физико-техническое ведомство (Германия), Национальную физическую лабораторию (Великобритания). В свою очередь, немецкие специалисты, ознакомившись с эталонами, сделанными для Китая, решили заключить контракт с ВНИИОФИ.

Подлинные основные фонды отечественной экономики — промышленное оборудование в энергетике, на транспорте, в добывающей и обрабатывающей отраслях, а также в жилищно-коммунальной сфере без своевременной замены стареют и морально и физически. Нередки в связи с этим технические аварии, катастрофы и их спутники — человеческие жертвы. К сожалению, морально устаревают и технические средства аварийной защиты, измерительного контроля. Для обнаружения предвестников дефектов с целью раннего предупреждения об авариях нужны иные подходы. На повестку дня встает прецизионный измерительно-вычислительный мониторинг технического состояния функционирующего объекта и оценка его остаточного ресурса [4]. При этом почтенный классический сопромат уже не может служить основой для построения математических моделей эволюции (деградации) физико-механических параметров конструктивных материалов, «работающих» в составе элементов конструкций функционирующих объектов. Необходимы более реалистичные подходы в теории «не такого уж твердого тела», учет явлений самоорганизации. Безусловно, здесь нужны и подходы, основанные на квантовой физике. Таким образом, на повестку дня стоит полномасштабное информационно-метрологическое обеспечение жизненного

цикла промышленных объектов [5, 6]. Именно это научно-техническое направление и стало главным на кафедре «Метрология и взаимозаменяемость» МГТУ им. Н.Э. Баумана, встречающей в наступившем году свое 85-летие.

В частности, ждет модернизации и станкостроительная отрасль. Применение фазохронометрического подхода открывает здесь новые возможности оценки и прогноза технического состояния приводов и режущего инструмента станков с ЧПУ [7].

Безусловно, необходим и принципиально новый метрологический уровень входного контроля импортной техники.

Каким же при этом должно быть содержание учебного процесса, обеспечивающего подготовку современного поколения отечественных метрологов? Здесь, несомненно, необходима фундаментальная составляющая, где в составе других физико-математических дисциплин должны изучаться квантовая физика (вся современная эталонная база основана на квантовых эффектах) и теория самоорганизации.

Впрочем, своего рода эскиз содержания учебного процесса для подготовки студентов-метрологов дан в первых же строках Гимна студентов кафедры метрологии МГТУ им. Н.Э. Баумана:

*Чтобы стать метрологом,
Нужно постараться одолеть науку —
И придет успех!
Физику и химию, много математики,
Инженерной графики,
Квантовой механики,
А еще термех!*

*С нами Куколевский, Якушев, Апарин.
С нами Менделеев, Бор и Галилей.
Из глубин материи мы добудем точность,
А у жизни — Правду Жизни и Идеи.*

*Не в конторах тусклых,
В банках натарелых,
А на полигонах, в заводских цехах
Принимай работу и борись за дело —
Пусть узнает Родина о твоих делах.*

Не менее важно и следование традициям отечественных научно-педагогических школ. Ведь слова о том, что «ключи от новейших технологий (теперь это называют инновациями) лежат в карманах пиджаков вузовских профессоров», не так уж далеки от истины.

Уверенность в успехе дела вселяет и позиция Президента РФ по проблеме подготовки кадров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дягилев Ф.М.* Из истории физики и жизни ее творцов. — М.: Просвещение, 1986. 255 с.
2. *Рожденная атомным веком / Сборник исторических очерков, документов и воспоминаний ветеранов к 60-летию создания в СССР Службы специального контроля Министерства обороны: В 3-х ч.: Под ред. А.П. Васильева.* — М., 2002.
3. *Оптико-физические измерения: 1965—2015. Монография: Под ред. д.т.н., проф. В.С. Иванова, д.т.н., проф. Ю.М. Золотаревского, к.т.н. В.И. Сачкова.* — М.: Логос, 2015. 576 с.
4. *Киселев М.И.* Прогнозирование техногенных катастроф: применение фазохронометрического подхода // Стандарты и качество. 2013. № 10. С. 56—59.
5. *Киселев М.И.* Особенности информационного обеспечения жизненного цикла объектов машиностроения в связи с ужесточением требований к их качеству // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2014. № 6. С. 2—9.
6. *Киселев М.И.* Зачем нужна такая точность? // Метрология. 2013. № 7. С. 4—7.
7. *Киселев М.И., Комшин А.С., Сырицкий А.Б.* Внедрение измерительно-вычислительных комплексов сопровождения жизненного цикла металлообрабатывающего оборудования и инструмента на основе фазохронометрического метода // Станкоинструмент. № 1. 2015. С. 89—96.

Михаил Иванович КИСЕЛЕВ —
доктор физико-математических наук,
профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана

Учебный класс открылся на Уралвагонзаводе

В Центре подготовки персонала Уралвагонзавода состоялось открытие учебно-практического класса «Автоматизированная металлообработка». Он будет действовать на базе кафедры «Машиностроение» НТИ(ф) УрФУ.

В открывшемся классе будут проходить подготовку студенты нижнетагильского филиала УрФУ по специальности «Металлообработка и технология машиностроения», а также студенты нижнетагильского машиностроитель-

ного техникума, который является структурным подразделением УрФУ. Также на высококласном учебно-лабораторном комплексе, который включает в себя токарный и фрезерный станки с ЧПУ, погрузочного робота и линейный привод, будут заниматься учащиеся Центра подготовки персонала Уралвагонзавода.

<http://www.soyuzmash.ru/news/klass-avtomatizirovannaya-metalloobr>