

Академик С.П. Бугаев

Д.И.Вайсбурд

*Воспитанник томской школы
физики диэлектриков*

О

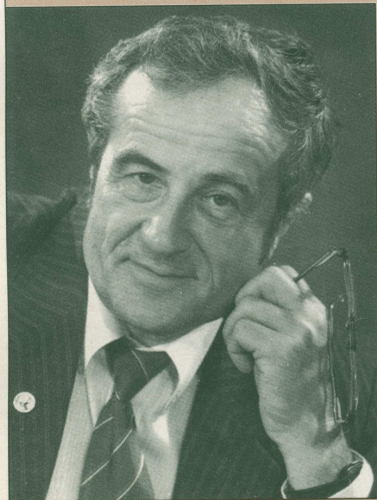
сенью нынешнего 2000 года, в преддверии третьего тысячелетия, весь мир по линии ЮНЕСКО отмечает наш юбилей — 100 лет начала учебных занятий в Томском политехническом университете — старейшем техническом высшем учебном заведении на огромной территории от Урала до Дальнего Востока России.

В текущем, юбилейном, году произошло знаменательное и приятное для всех нас событие: выпускник ТПУ, директор Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской Академии наук (ИСЭ СО РАН) — Сергей Петрович Бугаев избран действительным членом Российской Академии наук на майской сессии общего собрания членов Академии. Еще один выпускник ТПУ стал академиком РАН. Томский политехнический гордится своими выпускниками — выдающимися учеными и организаторами науки. Пройдитесь по второму этажу главного корпуса и всмотритесь в длинный ряд портретов знаменитых политехников. Ваше внимание привлечет группа из трех портретов, расположенных рядом. Это портреты академиков Г.А. Месяца, Б.М. Ковальчука и С.П. Бугаева. Все они начинали свою научную деятельность в одной и той же лаборатории, которая располагалась в 11-м корпусе ТПУ в Институте ядерной физики Томского политехнического. И в дальнейшем вместе создавали и развива-

ли одну и ту же область науки и техники, которую называют «Сильноточная электроника» (или сверхмощная электроника). Но об этом немного позже.

С 1985 года идет перестройка экономики, политической системы и развитие демократических свобод в нашей стране. За это время было организовано множество различных академий по различным отраслям знаний, науки и техники, в основном на общественных началах. Сегодня число их превысило 150. Возможно, со временем некоторые из них займут достойное место среди престижных академий мира. Но сегодня в России над всеми академиями возвышается только одна. Это — Российская Академия наук, та самая, которую учредил своим указом император Петр I в 1724 году. Первыми академиками стали великие ученые: Эйлер, Бернулли, Ломоносов.

Избрание в академики РАН — многоступенчатая, длительная и очень непростая процедура. Вначале представляет Ученый совет академического института, затем тайным голосованием рекомендует общее собрание регионального отделения, например, Сибирского отделения РАН, затем отделение по отрасли науки, например, отделение общей физики и астрономии РАН и, наконец, общее собрание Академии, на котором кандидата тайным голосованием избирают только академики. Их всего около 600 на всю Россию. Акаде-



Академик С.П.Бугаев
Academician S.P.Bugaev

мическое звание пожизненное. И академики очень независимые люди в своих взглядах и суждениях. Так что избирают тех, кто, по мнению большинства, достоин. Удостоен этого почетного звания академика был и С.П. Бугаев.

Сергей Петрович Бугаев родился 3 августа 1936 года в Ленинграде. Отец был военный, и семья переезжала с места на место. Среднюю школу окончил в Хабаровске и поехал поступать в ТПУ. Учился на радиотехническом факультете. После окончания радиотехнического факультета ТПУ в 1959 г. С.П. Бугаев приходит в творческую группу Г.А. Месяца и навсегда соединяет с ним свою научную деятельность. Эта группа входила в сектор высоковольтных аппаратов миллимикросекундной техники НИИ ядерной физики ТПУ. Сектор возглавлял Григорий Абрамович Воробьев - ученик и ближайший сотрудник Александра Акимовича Воробьева. Так с самого начала своей научной деятельности С.П. Бугаев попадает в одну из самых перспективных научных школ Томского политехнического университета — школу физики диэлектриков. История возникновения этой научной школы начинается с 1929 года, когда из Ленинграда в Томск приехал на работу один из выдающихся физиков XX века профессор П. С. Тартаковский.

Тартаковский Пётр Саввич (1895—1940) известен миру прежде всего тем, что в 1926—1928 гг. в Ленинграде осуществил независимо и одновременно с английским физиком П. Дж. Томсоном эксперименты по прямому наблюдению дифракции электронов на тонких металлических фольгах. Результаты этих экспериментов вошли в учебники физики под названием: «Опыты Томсона и Тартаковского». Это явление лежит в основе современной квантовой физики и философии. Результаты опытов по дифракции электронов оказали и продолжают оказывать огромное влияние на мировоззрение людей XX века. Сложилась интересная ситуация. С одной стороны, квантовая теория, возникшая в конце 20-х гг., стала одной из самых точных и плодотворных физических теорий. Она принесла человечеству рекордное число практических результатов. С другой стороны, ее предсказания кажутся настолько странными, что опыты по дифракции электронов и фотонов продолжают ставить в новых вариантах вот уже более 70 лет. Результаты их не-

изменно согласуются с квантовой теорией, но поражают воображение экспериментаторов своей непривычностью для человеческого сознания, привыкшего к макроскопическому окружающему миру.

С осени 1924 г. до марта 1929 г. Тартаковский работает в лаборатории академика А. Ф. Иоффе при Государственном физико-техническом институте (Ленинград). Здесь П. С. Тартаковский погружается в творческую атмосферу нарождавшейся квантовой физики, обсуждает результаты и идеи с выдающимися ленинградскими учеными А. Ф. Иоффе и Я. И. Френкелем. В 1926 г. П. С. Тартаковский ставит свои знаменитые эксперименты по дифракции медленных электронов, проходящих через тончайшие металлические фольги. В 1928 г. выходит первая книга П. С. Тартаковского «Кванты света», а в 1932 вторая — «Экспериментальные основы волновой теории материи». Вне всяких сомнений, он был наделен выдающимся талантом и глубочайшим пониманием того, как могут и должны проявляться в эксперименте квантовые свойства материи.

В конце 20-х гг. по инициативе А. Ф. Иоффе в стране создается сеть физико-технических исследовательских институтов по типу ленинградского физтеха (теперь Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской Академии наук в Санкт-Петербурге). Создаются Украинский физико-технический институт (УФТИ) в Харькове и Сибирский физико-технический институт (СФТИ) в Томске (1928 г.). Иоффе предлагает Тартаковскому поехать на несколько лет в Томск и поработать в СФТИ, который, кстати, был организован при ТПУ (тогда Томском технологическом институте), а только позднее был передан ТГУ. С 1929 г. Тартаковский — заведующий лабораторией электронных явлений СФТИ и одновременно заведующий кафедрой те-

**Academician
S.P. Bugaev**
*is a graduate of Tomsk school
of dielectrics physics*

оретической физики Томского государственного университета (ТГУ).

В Томске П. С. Тартаковский начинает новый цикл экспериментов, посвященных изучению квантовых свойств электронов. Тартаковский привлекает к работе группу молодых физиков—выпускников физико-математического факультета ТГУ. Среди них—Александр Акимович Воробьев, который, будучи аспирантом П. С. Тартаковского, ставит эксперименты по внутреннему фотоэффекту в щелочно-галогидных кристаллах в сильных электрических полях. Поразительно, как много сумел сделать П. С. Тартаковский со своими учениками всего за 6 лет. Он посвятил внутреннему фотоэффекту в диэлектриках свою последнюю монографию, которая опубликована в 1940 г., переведена на многие языки и по сей день цитируется во всем мире как классический труд по физике электронно-дырочных процессов в диэлектриках.

В 1937 г. П. С. Тартаковский вернулся из Томска в Ленинград и умер в октябре 1940 г. в возрасте 45 лет.

Он похоронен на Богословском кладбище Санкт-Петербурга.

Труды П. С. Тартаковского—одного из создателей современной экспериментальной квантовой физики—и его учеников явились той основой, из которой развилась Томская научная школа физики диэлектриков. Она сконцентрировалась преимущественно в Томском политехническом университете, прежде всего благодаря деятельности выдающегося организатора науки и высшего образования А. А. Воробьева.

Воробьев Александр Акимович (1909—1981) переходит в Томский политехнический университет в 1940 г. Работает профессором, затем заведующим кафедрой физики и в 1944 году становится ректором ТПУ на 26 лет — до 1970 г. С огромной энергией и размахом он развертывает научные исследования.

Наиболее интенсивно развиваются три научных направления:

1. Физика электрического пробоя диэлектрических сред, включая твердые тела, жидкости, газы и вакуум. Техника высоких напряжений.

Создатели наносекундного генератора для первой лазерной установки: С.Бугаев, Б.Ковальчук, В.Кремнев, Г.Месяц — ныне профессора и академики. Фото 1968 г., в лаборатории ТПИ.

Creators of the first nano-second generator for the first laser device: Bugaev S., Kovalchuk B., Kremnev V, Mesyats G. — professors and academicians. The picture was taken in 1968 in the laboratory of TPU.



Их базой стали кафедра техники высоких напряжений, лаборатории научно-исследовательского института ядерной физики (НИИЯФ), электроэнергетический факультет и научно-исследовательский институт высоких напряжений (НИИВН).

2. Ядерная физика и ускорительная техника. Их базой стали кафедры физико-технического факультета и НИИЯФ.

3. Радиационная физика твердого тела, которая изучает явления в твердых телах, индуцированные воздействием различных видов радиации, включая лазерное излучение. Базой этих исследований стали многие кафедры и лаборатории, в частности, проблемная лаборатория электроники диэлектриков и полупроводников (ЭДиП), лаборатории НИИЯФ и научно-исследовательского института интроскопии (НИИИН).

В эту работу вовлекались многие выпускники ТПУ и ТГУ, часто еще будучи студентами старших курсов. Благодаря гигантским усилиям А. А. Воробьева и его многочисленных соратников и учеников в Томском политехническом была создана материальная база и благоприятная среда для возникновения крупной научной школы.

Большое число выпускников ТПУ посвятили себя исследованию электрического пробоя и развитию техники высоких напряжений под руководством А. А. Воробьева, многие из них впоследствии стали профессорами ТПУ и других вузов.

В конце 50-х гг. в ТПУ были разработаны и созданы импульсные генераторы высоких напряжений с длительностью импульса от единиц до сотен наносекунд. Один из учеников А. А. Воробьева, его однофамилец—Григорий Абрамович Воробьев—сделал удивительное открытие. (В настоящее время Г. А. Воробьев—профессор созданной им кафедры физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.) Если приложить электроды к поверхности твердого тела и подать постоянное напряжение, то разряд происходит по поверхности диэлектрика. А если подать короткий импульс, то пробой происходит через объем диэлектрика и вызывает механическое разрушение и откол твердого тела. Это открытие легло в основу предложенного А. А. Воробьевым и Г. А. Воробьевым электроимпульсного способа дробления горных пород и других диэлектрических мате-

риалов. Трудami многих талантливых конструкторов НИИВН при ТПУ были разработаны высокоэффективные электроимпульсные дробильные машины. ТПУ—крупнейший разработчик и поставщик такого оборудования на мировом рынке. Электроимпульсные дробильные машины, разработанные и изготовленные в Томском политехническом, были проданы Японии, Германии и другим странам. А в нынешнем году Г. А. Воробьев с соавторами (которых, к сожалению, уже нет в живых) получили диплом за открытие, сделанное в ТПУ.

А. А. Воробьев и Г. А. Воробьев энергично привлекают к исследованиям способных молодых людей преимущественно из числа студентов ТПУ. Среди них Г. А. Месяц.

Месяц Геннадий Андреевич (1936) — один из самых талантливых учеников А. А. Воробьева и Г. А. Воробьева, выпускник электроэнергетического факультета ТПУ (в настоящее время академик, первый вице-президент Российской Академии наук, лауреат Государственной и международных премий), тогда исследовал электрический пробой под действием наносекундных импульсов высокого напряжения. В 1958 году Г. А. Воробьев предложил схему каскадного генератора высоковольтных импульсов с наносекундным фронтом и получил авторское свидетельство на это изобретение («миллимикросекундный» — это и есть наносекундный). Используя этот генератор, группа Г. А. Месяца (среди них С. П. Бугаев) разворачивает интенсивные исследования электрического разряда в вакууме, газах высокого давления и по поверхности твердого тела. Именно тогда С. П. Бугаев выполняет свою первую научную работу, ставшую предвестником выдающегося научного открытия взрывной электронной эмиссии. Он исследовал разряд по поверхности диэлектрика в вакууме под действием высоковольтных импульсов с микро- и наносекундными фронтами нарастания напряжения. Разряд по поверхности твердого тела в англоязычной научной литературе называют «flashover». И по сей день работа С. П. Бугаева цитируется как классическая пионерская работа по flashover'у на наносекундных импульсах. Тогда, в 1965 г., С. П. Бугаев обратил внимание на то, что электрическому разряду по поверхности предшествует возникновение сильного чисто электронного тока, т.е. мощная эмиссия электронов. Затем

С. П. Бугаев и Д. И. Проскуровский едут в Новосибирск в Институт ядерной физики СО РАН и там с помощью электронно-оптических преобразователей высокого временного разрешения прямо наблюдают это явление - резкое усиление электронного тока, предшествующее заполнению вакуумного промежутка ионно-электронной плазмой и возникновению вакуумного разряда. Так началось исследование взрывной эмиссии электронов из металлических острий - главного открытия Г. А. Месяца, С. П. Бугаева, Д. И. Проскуровского и др., на которое они впоследствии также получили диплом на открытие и которое стало источником многих научных и технических достижений этого научного направления, рожденного в ТПУ выпускниками ТПУ. В 1968 году за цикл работ по созданию мощных наносекундных импульсных устройств и их применению в физике и технике Г. А. Месяц, Б. М. Ковальчук, В. В. Кремнев, С. П. Бугаев удостоены премии имени Ленинского комсомола - самой престижной тогда научной премии для молодых ученых.

В 1967 году С. П. Бугаев защищает кандидатскую диссертацию, в 1976 становится доктором технических наук и профессором.

В начале 70-х гг. в Томске создается филиал Сибирского отделения Академии наук СССР, и в 1977 году Г. А. Месяц со своими учениками и сотрудниками организуют новый академический институт - Институт сильноточной электроники (ИСЭ), который в содружестве с ТПУ становится одним из ведущих мировых центров сильноточных ускорителей. Большой вклад в исследование взрывной эмиссии, разработку и применение сильноточных ускорителей и организацию Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской Академии наук внесли ближайшие сотрудники Г. А. Месяца - выпускники ТПУ: академики РАН Б. М. Ковальчук, С. П. Бугаев, член-корреспонденты РАН Ю. А. Котов, В. Г. Шпак, профессора Д. И. Проскуровский, Ю. Е. Крейнфельд, П. М. Щанин, Ф. Я. Загулов, Ю. И. Бычков. В этом году Институту сильноточной электроники исполнилось 23 года. Первым его директором был Г. А. Месяц, а с 1985 года и по настоящее время - С. П. Бугаев.

В 1985 году Г. А. Месяц становится председателем Уральского отделения РАН, переезжает в Екатеринбург и создает там Институт электрофизики УрО РАН. Директором ИСЭ СО РАН с 1985 года становится С. П. Бугаев. В 1987 году его избирают член-корреспондентом, а в 2000 году академиком РАН.

Сегодня С. П. Бугаев известен в мире как крупный специалист в области физики электрических разрядов, вакуумной и плазменной электроники, автор и соавтор 190 научных работ, в том числе двух монографий: «Электронные пучки большого сечения» (М., Энергоатомиздат, 1984) и «Релятивистские многоволновые СВЧ-генераторы» (Новосибирск, Наука, 1991; переведена и издана в Китае в 1995 г.), лауреат премии Ленинского комсомола и Государственной премии СССР.

С. П. Бугаев один из создателей нового научного направления - сильноточной эмиссионной электроники, основанного на явлении взрывной электронной эмиссии, соавтором открытия которого он является. Эти исследования послужили базой для разработки сильноточных наносекундных ускорителей и источников электронных пучков с большой площадью поперечного сечения для накачки мощных газовых лазеров. В области релятивистской сильноточной электроники им вместе с сотрудниками созданы и исследованы черенковские и дифракционные СВЧ-генераторы сантиметрового и миллиметрового диапазона длин волн на электронных пучках диаметром до 10 см. На этих генераторах получены импульсы СВЧ-излучения с рекордной мощностью 3 ГВт и 15 ГВт в диапазоне длин волн 0,8-3 см. При исследовании рекомбинирующей газоразрядной химически активной плазмы импульсных разрядов атмосферного давления С. П. Бугаевым и его сотрудниками было обнаружено явление стимулированной конденсации промежуточных продуктов окислительной конверсии углеводородов, приводящей к быстрому удалению продуктов неполного

окисления из газовой фазы. Эти исследования являются перспективными с точки зрения создания эффективных плазмохимических реакторов для синтеза некоторых органических веществ и очистки газов. С. П. Бугаев уделяет большое внимание внедрению научных достижений в практику. Под его руководством реализуется программа «Оборудование и технологии производства теплосберегающих стекол для применения в холодных климатических условиях», поддержанная Российским фондом технологического развития.

С 1985 года я заведу лабораторией нелинейной физики ИСЭ СО РАН и соприкасаюсь с Сергеем Петровичем как директором института. Убежден, С. П. Бугаев - выдающийся организатор науки. Доказательство тому более чем очевидное: сегодня ИСЭ СО РАН - лучший научный институт Томска среди всех академических и отраслевых институтов и вузов. И не только в Томске. Уверен, что один из лучших в Сибирском отделении и Российской Академии в целом.

Когда-то меня поразила мысль академика И. Е. Тамма о том, что самый высокий талант в науке организационный. И. Е. Тамм - один из выдающихся ученых России, лауреат Нобелевской премии за теорию эффекта Вавилова-Черенкова. Он создатель теоретической школы Физического института РАН. Его учениками являются выдающиеся теоретики: академики А. Д. Сахаров, В. А. Гинзбург, В. Л. Келдыш. Тогда я не понимал, как можно организационный талант ставить выше таланта открывать новые явления и создавать новые знания - главный результат научной деятельности. Только с годами я понял глубину высказывания академика Тамма, в частности, наблюдая за работой С. П. Бугаева. Для него Институт сильноточной электроники стал делом жизни. Бугаев - жесткий руководитель. А иногда сверхжесткий. И стремится строить деятельность института на демократических принципах. В России демократию связывают с либерализ-

мом и вседозволенностью. Это заблуждение. Демократия - это строгое подчинение закону, правилам, принятым большинством. Директор инициирует обсуждение на Ученом совете всех важнейших проблем деятельности института: научных направлений, структуры, порядка, международных и внутрироссийских контактов, роста молодых ученых - кандидатов и докторов наук и т.д. Всего не перечислить. Но после того, как порядок принят, директор требует от всех подразделений и сотрудников неукоснительного его соблюдения. По таким правилам, по существу, живет весь цивилизованный мир, но в России пока - отдельные островки. Таким островком стал ИСЭ СО РАН. Когда эти островки сольются в континент, тогда Россия станет благополучной страной. Как организатор науки С. П. Бугаев обладает интуицией, прозорливостью видеть будущее. Годы перестройки стали нелегким временем для российской науки. В конце 80-х и начале 90-х годов государственное финансирование науки сократилось более чем в 20 раз. Многие научные институты исчезли, многие сильно сократились. Я помню, как в самом начале этого трудного 10-летия Сергей Петрович собрал нас, заведующих лабораториями, и объявил принцип самодостаточности подразделений. Попросту говоря - не ждать чуда и научиться зарабатывать деньги на науку самим путем продажи результатов своей научной деятельности. И большинство подразделений выжило. Сегодня ИСЭ СО РАН прочно стоит на ногах. Достаточно назвать крупные долларовые контракты с Китаем, Францией, Англией, США, Японией. Институт сильноточной электроники - лидер в своей области, признанный мировым научным сообществом. И в этом большая заслуга его директора, академика С. П. Бугаева.

Все политехники и выпускники Томского политехнического, работающие за его пределами, поздравляют директора ИСЭ Сергея Петровича Бугаева с избранием в академики РАН.