

Д. ф.-м. н. Д. А. УСАНОВ

Россия, Саратовский государственный университет

Перепечатано из журнала  
"Известия вузов. Электроника", № 5'2006

## ШКОЛА А. Ф. ИОФФЕ КАК ПРИМЕР ЕДИНСТВА НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

*Рассмотрены основные признаки, характеризующие научную школу А. Ф. Иоффе. Отмечается близость принципов, заложенных в основу школы Иоффе, идеям и технологиям современной рыночной, инновационной экономики.*

В 2005 г. исполнилось 125 лет со дня рождения академика А. Ф. Иоффе.

Роль А. Ф. Иоффе в развитии физики подробно освещалась еще при его жизни, начало творческого периода которой совпало с революцией в физике, связанной с зарождением и становлением квантовой механики, квантовой теории твердого тела, ядерной физики, физики полупроводников и других научных направлений современной физики. Читая воспоминания об Иоффе, написанные его биографами и многочисленными учениками [1—4], невольно обращаешь внимание на то, что в качестве главного достижения его жизни выступают не только и не столько полученные им лично многочисленные блестящие научные результаты, а и формирование целых поколений научной школы Иоффе. Из этой школы вышло более десяти академиков АН СССР (А. П. Александров, А. И. Алиханов, Л. А. Арцимович, П. Л. Капица, И. К. Кикоин, Ю. Б. Кобзарев, Г. В. Курдюмов, И. В. Курчатов, Л. Д. Ландау, П. П. Лукирский, Н. Н. Семенов, В. М. Тучкевич, Ю. Б. Харитон и др.). Не случайно очерк об А. Ф. Иоффе, вошедший в число популярных очерков в сборник о наиболее выдающихся ученых в области физики, называется «Основатель советской школы физиков». Нобелевский лауреат академик Н. Н. Семенов в сборнике «Воспоминания об А. Ф. Иоффе» пишет: «Я думаю, что во все времена ни у одного народа не было физика, который бы, подобно Иоффе, вырастил такое огромное число крупных ученых из своих учеников». Один из его учеников — С. Е. Бремер основной жизненной миссией, которую выполнил Иоффе, называет «создание первой русской школы физики и подъем нашей физики от почти нулевого уровня до уровня современной передовой науки». Повторяя слова Н. Н. Семенова, опубликованные им в статье «А. Ф. Иоффе и его школа», посвященной столетию со дня его рождения, можно сказать, что школа Иоффе продолжает развиваться и сейчас через учеников его учеников. Характеризуя школу А. Ф. Иоффе, Ф. Ф. Воль-

кенштейн называет ее наиболее обширной, быстрорастущей и новаторской.

Начальный период становления школы Иоффе совпал со сменой общественного строя в России. В царской России практически вся исследовательская работа велась при кафедрах высших учебных заведений. Советская власть поддержала инициативу ученых по созданию ряда научных учреждений. В 1918 г. по предложению Иоффе в Петрограде был создан физико-технический отдел во вновь организованном рентгенологическом и радиологическом институте. В 1923 г. этот отдел был реорганизован в Физико-технический институт (ФТИ). Отметим, что институты создавались несмотря на существующую в стране разруху, голод, гражданскую войну. Свою научную деятельность Иоффе сочетал с педагогической. В 1906 г. он начал работать в Петербургском политехническом институте, в 1913 г. он стал профессором, а в 1919 г. был избран деканом созданного по его инициативе физико-механического факультета. Опыт взаимоотношений государства, науки, образования и производства в этот период несомненно актуален и для нашего времени, когда в России произошла очередная смена экономической и общественно-политической формации, когда вновь стоит вопрос о путях развития российской науки, образования, экономики. Конечно же наиболее ценным из этого опыта является то, что создало почву для успеха отечественной науки и образования того времени и, в частности, школы Иоффе. В сфере интересов современного российского государства сегодня — необходимость сохранения и развития научных школ. Не случайно на государственном уровне действуют программы поддержки ведущих научных школ и научно-педагогических коллективов.

Какой же видели «школу Иоффе» его ученики? Вот что писали об этом А. Р. Регель и Л. С. Стильбанс: «...основными признаками школы, как впрочем и любого другого творческого объединения, являются единство образа мыслей, единство целей и единство действий. Школа — это не маленькая или большая группа эпигонов, повторяющих то, что в основном сделал их учитель, а коллектив, соединенный одинаковым отношением к своей специальности, к людям и жизни». Секрет успеха школы Иоффе во многом определялся его позицией по отношению к взаимосвязи между фундаментальными и приклад-

ными аспектами науки, по поддержанию в коллективе баланса между теорией и практикой, его постоянному желанию проложить «мост» между ними, доводить исследования до их глубокого понимания, с одной стороны, и внедрения в народное хозяйство — с другой.

Близкое понимание сути естественно-научной школы высказывал Н. Н. Семенов. Он считал, что «под школой надо понимать воспринятый от учителя метод мышления и подхода к научному исследованию природы». По словам А. Р. Регеля и Л. С. Стилбанса, «не было физика, который понимал бы значение теории лучше, чем Абрам Федорович, но он мало интересовался абстрактной теорией, оторванной от эксперимента, от реальной картины физических явлений».

Такая позиция нашла свое выражение как в научной, так и в педагогической деятельности Иоффе. Значение такой позиции особенно важно отметить сегодня, когда в силу различных причин, по мнению многих ученых, реальный эксперимент стал вытесняться из научной и педагогической практики виртуальным, численным. Иоффе, как писал один из его учеников В. Н. Кондрагьев, поставил задачу привить будущим ученым и инженерам глубокие знания теории в тесном сочетании с актуальными задачами практики. Студенты на физико-механическом факультете Петроградского политехнического института сочетали учебу с занятиями наукой в лабораториях Физико-технического института, общались с преподавателями в учебных аудиториях и научных лабораториях.

«Знания должны приобретаться параллельно с разработкой изобретений, с исследовательской работой», — писал Иоффе в своей автобиографической статье «Моя жизнь и работа» [5].

Такая обстановка способствовала быстрому росту молодых ученых, достижению высоких темпов и высокого качества научной работы.

Выпускники физико-механического факультета должны были изучить достижения современной физики и одновременно освоить основы материаловедения и конструирования. Важной составляющей обучения было решение задач по физике, математике и механике. По мнению Н. Н. Семенова, такая система обучения привела к поразительным успехам. Дипломные работы студентов представляли собой, как правило, законченные научные работы, которые обычно печатались в наших, а иногда и в зарубежных журналах. Многих преподавателей Иоффе привлекал для работы в ФТИ. Он считал, что такой подход приведет к тому, что техники будут лучше понимать физику, а физики будут считать одной из своих задач не только развитие «академической» науки, но и применение ее достижений в промышленности. Именно поэтому Иоффе назвал свой институт не физическим, а физико-техническим. По свидетельству А. Ф. Чудновского, Иоффе считал, что научная и преподавательская работа дополняют друг друга и способствуют формированию широко образованного физика. Он много раз повторял, что чтение лекций развивает важную для ученого способность концентрированно и последовательно излагать мысли, шлифует язык из-

ложения, способствует формированию логического и стройного мышления. Отметим, что в последующем введенная Иоффе модель обучения получила распространение в масштабах страны, и, по-видимому, именно с такой концепцией отечественного естественно-научного и технического образования связаны общепризнанные его успехи.

Когда к концу 1920-х — началу 1930-х годов число научных работников в ФТИ превысило 500, Иоффе приступил к созданию сети таких институтов в масштабах страны. В 1929 г. был создан Харьковский ФТИ, затем при непосредственном участии Иоффе такие институты были организованы в Днепропетровске, Томске, Свердловске и в других промышленных центрах. Всего было создано 16 институтов. Сам ФТИ в 1930 г. был разделен на три отдельных института: ФТИ, директором которого остался Иоффе, электрофизический институт, который возглавлял А. А. Чернышов, и институт химической физики во главе с Н. Н. Семеновым. Впоследствии еще ряд лабораторий ФТИ по мере развития трансформировались в институты. Так, в частности, возник Институт атомной энергии, который возглавил ученик Иоффе И. В. Курчатов. В 1972 г. из ФТИ выделился Институт ядерной физики. В таком выделении из ФТИ новых институтов, научное направление работ в которых относилось к одной из физических проблем, можно увидеть движение по пути все большей специализации научных исследований. Отражением этого процесса в системе профессионального образования было открытие узкопрофильных учебных заведений, увеличение числа специальностей, по которым велась подготовка молодых специалистов. То обстоятельство, что именно ФТИ являлся первоначальным источником зарождения ряда таких институтов, было связано с необычайной широтой фронта научных исследований, организованных Иоффе, его разносторонними научными интересами и, наконец, стремлением как можно шире использовать достижения физики в различных отраслях народного хозяйства. Так, например, Иоффе постоянно выступал против отсталости в приборостроении, предназначенном для сельского хозяйства, и связанного с этим слабого контроля за производством сельскохозяйственной продукции. «В сельском хозяйстве физические методы исследования и контроля практически отсутствуют... А между тем необходимость участия физики в сельскохозяйственном производстве понимали передовые русские агрономы еще в XVIII в.», — писал он в 1955 г. [6]. Нет необходимости доказывать, что такая постановка вопроса актуальна и сегодня.

В 1932 г. по инициативе Иоффе в Ленинграде был организован Агрофизический институт. По воспоминаниям И. Б. Ревута, идею его создания поддержал Н. И. Вавилов, который был своего рода учредителем этого института и главным консультантом Иоффе по вопросам биологии. А. Ф. Иоффе считают основателем советской школы агрофизиков. Он связывал с применением достижений физики в сельском хозяйстве открытие огромных перспектив. И. Б. Ревут писал о предсказании Иоффе крупнейших открытий в области биологии на основе достижений точ-

ных наук. Прогресс в развитии народного хозяйства вообще и сельского хозяйства в частности Иоффе связывал с развитием энергетики. Под его руководством были выполнены работы по уменьшению расхода жидкого топлива в сельском хозяйстве, давшие государству многомиллионную экономию.

Лаборатория в ФТИ, в которой велись исследования по биофизике, впоследствии выросла в Институт биофизики АН СССР.

Деятельность Иоффе в области агрофизики и биологии можно считать яркой иллюстрацией плодотворности исследований на стыке различных научных дисциплин по междисциплинарным научным направлениям. Отметим, что именно междисциплинарность является ключевым моментом концепции фундаментализации современного университетского образования. По свидетельству Ф. Ф. Волькенштейна, интерес к проблемам, находящимся на стыке физики с другими науками, — характерная черта Иоффе. Он называл такие проблемы многообещающими и, в то же время, в силу сложившихся исторических причин, — наиболее медленно развивающимися.

А. Ф. Иоффе считал необходимым введение в обиход медицины всего арсенала физических методов исследования. Именно поэтому он приветствовал основание в 1921 г. во главе с известным врачом-рентгенологом М. И. Неменовым Государственного рентгенологического института. Отметим, что «медицинская физика» как учебная специальность в вузах России получила право на существование лишь в 1990-е годы.

Ю. А. Храмов в биографическом справочнике, посвященном физикам, написал об А. Ф. Иоффе: «Особенно значительный вклад им был сделан в физику и технику полупроводников».

А. Р. Регель и Л. С. Стильбанс, ссылаясь на статью А. Ф. Иоффе «Полупроводники — новый материал электротехники», опубликованную им в 1931 г. в журнале «Сорена» (Социалистическая реконструкция и наука), говорят о предсказании Иоффе более чем за 20 лет до того, как это было понято научным сообществом, огромного значения полупроводников для технического прогресса. Н. Н. Семенов высказывал мнение о том, что А. Ф. Иоффе следует считать первым в мире открывателем полупроводимости, широко поставившим эту научную проблему и получившим в этой области основные принципиальные результаты. Экспериментально необычные свойства материалов, впоследствии отнесенных к полупроводникам, были установлены еще М. Фарадеем в 1833 г., однако для понимания этих свойств потребовалось использовать достижения квантовой механики, а для их успешного применения — физики твердого тела, радиотехники, радиофизики, оптики, химии, материаловедения и ряда других физических и инженерных дисциплин. В этом отношении физика полупроводников относится к науке, синтезировавшей в себе достижения целого ряда научных дисциплин. Отметим, что это одно из наиболее динамично развивающихся научных направлений, из которого выросли такие его разделы как опто-, микро- и нанoeлектроника. Именно с нанотехнологиями и нанoeлектрони-

кой связывают наиболее перспективные применения физики в XXI в. Школе Иоффе принадлежит объяснение основного классификационного признака полупроводника — особого характера температурной зависимости его электропроводности, открытие квазичастицы — экситона, установление полупроводниковых свойств у соединений типа  $A^{III}B^V$ , и, наконец, именно в ФТИ имени А. Ф. Иоффе была впервые показана Ж. И. Алферовым возможность создания полупроводниковых лазеров, работающих при комнатной температуре.

В странах с развитой рыночной экономикой реализуется сегодня так называемая инновационная модель развития, базовым и начальным звеном которой является создание изобретений, имеющих перспективу использования в качестве продукта рынка. С такой моделью связаны соответствующая модернизация профессионального образования и требования, предъявляемые государством к направленности научных исследований. Иоффе писал: «Нужно вовлечь в общий план научной работы широко развернутое рабочее изобретательство, а рабочий-изобретатель должен стать основным ядром научных кадров» [5]. Понимание Иоффе значимости такого направления деятельности ученых и инженеров хорошо иллюстрируется личной поддержкой Иоффе создателей наиболее значимых изобретений и открытий того времени. По свидетельству М. М. Бредова, Иоффе активно поддержал работы Ю. Б. Кобзарева по созданию радиолокации, спасавшей Ленинград от вражеских налетов уже в 1939 г., вопреки резкой их критике со стороны многих специалистов. Иоффе лично способствовал присуждению степени кандидата наук без защиты диссертации автору пионерских изобретений в области полупроводниковой электроники О. В. Лосеву, формально не завершившему в свое время обучение в университете. Иоффе представил для опубликования в Докладах Академии наук СССР статьи О. В. Лосева, посвященные открытому им явлению свечения карборундовых детекторов при прохождении через них тока, впоследствии названному электролюминесценцией, и тем способствовал установлению приоритета отечественной науки в этом вопросе. По свидетельству Е. Ф. Гросса, Иоффе был среди немногих ученых, которые заинтересовались, сразу поняли и поддержали его пионерские работы по обнаружению спектра экситонов, признанные впоследствии научным открытием.

Можно привести еще много подобных примеров. Вся деятельность школы Иоффе и его самого является блестящим примером инновационной деятельности в современном ее понимании. Одной из истин современной рыночной экономики является рискованный (венчурный) характер инноваций. Увлеченный перспективами, открывающимися при внедрении разрабатываемых им идей, Иоффе далеко не всегда мог реализовать их в устанавливаемые в условиях плановой экономики сроки и тем самым навлекал на себя нарекания и упреки [7]. Еще одно затруднение, с которым он постоянно встречался, состояло, по свидетельству Я. Г. Дорфмана, в том, что даже выдающиеся представители промышленности редко могли

сформулировать крупные перспективные проблемы и ограничивались запросами, связанными с повседневными, сиюминутными задачами производства, нацеленными не на создание принципиально новых разработок, а лишь на улучшение уже существующих изделий. Нет нужды доказывать, что в подавляющем числе случаев подобная ситуация характерна и для настоящего времени. Такая ситуация скорее всего связана с отсутствием достаточной системы поддержки и стимулов для инновационной деятельности — как во время, когда работал Иоффе, так и в сегодняшние дни, когда рыночные технологии в России находятся все еще в стадии формирования. Именно с неоправдавшимися надеждами, возлагавшимися Иоффе на результаты некоторых проектов, связывал в биографическом очерке о нем В. Я. Френкель его вынужденный уход в 1950 г. с поста директора ФТИ и переход в 1952 г. на пост руководителя вновь организованной Лаборатории полупроводников Академии наук СССР, в 1955 г. преобразованной в возглавленный им Институт полупроводников АН СССР — последний из организованных им институтов. Заслуги и достижения школы Иоффе в физике полупроводников отмечали в своих нобелевских лекциях Дж. Бардин и Ж. Алферов.

Анализируя опыт, накопленный за многие годы существования школы Иоффе, сформированные в рамках этой школы подходы к путям развития науки и образования в нашей стране, способы преодоления трудностей, характерных для этой сферы деятельнос-

ти, можно найти ответы на наиболее острые вопросы многочисленных дискуссий, ведущихся и сегодня, и избежать ошибок при выборе решений, возможность которых нельзя исключить во времена резких общественных перемен, сформулировать своего рода практические рецепты по принятию неизбежных мер по модернизации доставшейся в наследство формирующемуся строю системы взаимоотношений между наукой, образованием и производством. Опыт школы Иоффе в этом отношении может представлять наибольший интерес, так как многие принципы, заложенные в основу именно этой школы, по-видимому, наиболее близки идеям и технологиям современной рыночной, инновационной экономики.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Макаева Г. П., Медведев П. Е. Рассказы о физиках.— Минск: Высшая школа, 1966.
2. Воспоминания об А. Ф. Иоффе. Сборник статей.— Л.: Наука, 1972.
3. Проблемы современной физики. Сборник статей.— Л.: Наука, 1980.
4. Храмов Ю. А. Иоффе Абрам Федорович // В кн.: Физики: биограф. справочн. / Под ред. А. И. Ахиезера.— М.: Наука, 1983.
5. Иоффе А. Ф. О физике и физиках.— Л.: Наука, 1977.
6. Иоффе А. Ф. Физика и сельское хозяйство.— М., Л.: Изд-во АН СССР, 1955.
7. Френкель В. Я. Новые материалы об обсуждении в Физико-техническом институте старой проблемы взаимоотношения фундаментальных и прикладных исследований // В кн.: Чтения памяти А. Ф. Иоффе.— СПб: Наука, 1993.— С. 178—186.

БИБЛИОГРАФИЯ

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,  
ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ В 2006 г.

Техническая политика

- Использование сети электропитания для построения информационных систем. Семенко А. И., Юрчук А. П. 2  
 Светоизлучающие диоды белого света: состояние и основные тенденции развития. Струхляк Н. Я., Заячук Д. М., Круковский С. И., Босый В. И. 3  
 Производство фотоэлектрических преобразователей и рынок кремниевого сырья в 2006—2010 гг. Наумов А. В. 4  
 Ростовое оборудование для производства полупроводящего GaAs методом Чохральского. Ковтун Г. П., Щербань А. П. 6  
 Бессвинцовая технология: последний отчет. Фьелстад Дж. 6

Электронные средства: исследования, разработки

- Прибор «Регион» для космического эксперимента «Кольцо» на борту МКС. Барабанов Н. А., Бандуристий Л. М., Венедиктов Ю. И., Довгаль С. Г., Селиванов Ю. А., Черемных О. К., Безруких В. В., Гдалевич Г. Л. 1  
 Алгоритм проектирования РЭС с многоуровневым электромонтажом с учетом электромагнитной совместимости. Кондрашенков И. С. 1  
 Разработка и исследование газового лазера для телекоммуникационных систем. Бондарчук Я. М. 3  
 Пьезокерамические электроакустические преобразователи мембранного типа. Спиридонов Н. А., Гусакова Л. Г., Кременев О. Г., Спиридонов В. Н. 3

- Устройство для управления шаговым двигателем на ПЛИС. Вычужанин В. В. 3  
 Способ модуляции-демодуляции сигналов с квадратурным изменением угловой компоненты. Коханов А. Б. 4  
 PSpice-моделирование оптико-электронных локаторов. Янко В. В. 4  
 Емкость тонкого проводника прямоугольного сечения в микросхеме. Конников И. А. 4  
 Задачи математического обеспечения процессов проектирования несущих конструкций радиоэлектронных средств. Бырка Р. В. 5  
 Взаимовлияние объектов малых размеров в микросхеме. Конников И. А. 6  
 Электрическое сопротивление контакта тонкопленочных резисторов. Лугин А. Н., Оземша М. М. 6  
 Компьютерная система отбора кремниевых диодов для генераторов случайных числовых последовательностей. Барановский О. К., Кучинский П. В., Рутковский И. З. 6

Техника сверхвысоких частот

- Системы охранной сигнализации на основе электромагнитного потока СВЧ-сигнала и фазообразующих средств. Виноградов Г. М., Смаглюк В. В., Колесник К. В. 1  
 Конструктивно-технологические особенности автотинных ГИС КВЧ на диодах Ганна. Воторопин С. Д. 2  
 Статистические характеристики интенсивности мешающих сигналов в безэховой камере туннельного типа. Демьянчук Б. А. 2