

Энрико Ферми

Академик Б. Понтекорво



Бруно Понтекорво, руководитель отдела Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований в Дубне, профессор, заведующий кафедрой элементарных частиц Физического факультета МГУ. Автор ряда основополагающих работ в области ядерной физики, физики элементарных частиц и нейтринной астрофизики. Родился в Италии, был учеником Э. Ферми и работал с ним в период проведения в Римском университете широко известных работ по исследованию свойства нейтронов.

Великий итальянский физик Энрико Ферми занимает особое место среди современных ученых: в наше время, когда узкая специализация в научных исследованиях стала типичной, трудно назвать столь же универсального физика, каким был Ферми. Можно даже сказать, что появление на научной арене XX столетия человека, который внес такой громадный вклад в развитие и теоретической физики, и экспериментальной физики, и астрофизики, и технической физики,— явление скорее уникальное, нежели редкое.

Юность

Ферми родился в Риме 29 сентября 1901 г. в семье служащего. Если можно говорить о врожденном призвании, то, несомненно, Ферми был рожден физиком. Хотя дома никто не побуждал его к занятиям наукой, Ферми еще мальчиком проявил исключительный интерес к математике и физике. Интеллектуальное развитие мальчика, ставшего

впоследствии гениальным ученым, представляется весьма любопытным и я хотел бы подробнее остановиться на этом.

Неизвестно точно, когда впервые у Ферми появился интерес к науке, но мы располагаем некоторыми фактами благодаря свидетельствам Энрико Персико¹, профессора физики Римского университета и близкого друга Ферми с того времени, когда им было по 14 лет; его жены Лауры Ферми² и ряда его сотрудников и друзей, особенно Франко Разетти³ и Эмилио Сегре⁴, с которыми Ферми делился воспоминаниями. Сегре, например, рассказывает о следующем эпизоде: когда Ферми было только десять лет, он сумел понять, почему окружность описывается уравнением $x^2 + y^2 = R^2$, хотя это и потребовало от него напряженного интеллектуального усилия.

Позже тринадцатилетнему Ферми очень помог найти правильную дорогу в научном лабиринте инженер Амидеи, добрый пожилой человек, друг семьи Ферми, который по праву может гордиться тем, что, обнаружив исключительные способности Ферми, оказал на него большое, а может быть, и решающее влияние. Инженер Амидеи был очень аккуратным человеком. Когда после смерти Ферми Сегре попросил Ами-

Эта статья представляет собой (с незначительными изменениями) введение к книге «Научные труды Энрико Ферми», которую выпускает изд-во «Наука» в 1971 г. Читатель, более обстоятельно интересующийся научным обликом Ферми, найдет в книге многочисленные комментарии учеников Ферми к его статьям. Комментарии дают представление о месте трудов Ферми в науке того времени. Дополнительные сведения о жизни ученого можно почерпнуть также в книге Б. Понтекорво и В. Покровского «Э. Ферми в воспоминаниях учеников и друзей», которая будет опубликована тем же издательством в 1972 г.

¹ «Scientia», v. 90, 1955, p. 316; «Scientific American», v. 207, 1962, p. 181.

² Л. Ферми. Атомы у нас дома. М., ИЛ, 1958.

³ «Science», v. 121, 1955, p. 449.

⁴ Э. Сегре. Библиографическое введение к кн. Собрание научных работ Энрико Ферми, т. I. The University of Chicago Press, 1961.

деи рассказать о первых шагах Энрико в науке, тот сумел привести (41 год спустя!) крайне точные и ценные для истории науки сведения, позволяющие понять некоторые важные элементы в формировании титанической личности Ферми. Ниже почти полностью приводится письмо инженера Амидеи профессору Серге о периоде жизни Ферми от осени 1914 г. до осени 1918 г.

Письмо инженера Амидеи профессору Э. Серге 25 ноября 1958 г., Ливорно

...В 1914 г. я занимал должность директора инспекторов в министерстве железных дорог. Вместе со мной работал главный инспектор Альберто Ферми. После работы мы обычно возвращались домой вместе. Почти всегда нас сопровождал Энрико Ферми — сын моего коллеги. Мальчик постоянно встречал отца после работы. Узнав, что я серьезно занимаюсь математикой и физикой, Энрико стал задавать мне вопросы. В то время ему было 13 лет, а мне 37.

Хорошо помню его первый вопрос¹:

— Правда ли, что существует раздел геометрии, в котором важные геометрические свойства выявляются без использования представлений о мере!

Я ответил, что это совершенно справедливо и что раздел этот называется проективной геометрией.

— Но каким образом эти свойства используются на практике инженерами! — спросил он.

Этот вопрос показался мне совершенно резонным. Рассказав мальчику о некоторых свойствах, находящих успешное применение, я пообещал ему принести на следующий день — что и сделал — книгу по проективной геометрии.

Через несколько дней Энри-

ко сказал мне, что он уже проштудировал первые три урока, и обещал вернуть книгу, как только прочтет ее. Примерно через два месяца книга была возвращена. На мой вопрос, встретились ли ему какие-либо трудности, мальчик ответил: «Никаких», — и добавил, что он доказал все теоремы и легко решил все задачи (в книге их было более 200).

Я был изумлен: ведь я знал, что среди этих задач были такие, от решения которых я вынужден был отказаться, потому что на это ушло бы слишком много времени. Но я убедился, что Энрико справился с этими задачами. Было совершенно очевидно, что в свободные часы, оставшиеся от приготовления школьных заданий, мальчик в совершенстве изучил проективную геометрию и с легкостью решал сложнейшие задачи.

Я убедился в том, что Энрико исключительно одарен, во всяком случае в области геометрии. Когда я сказал об этом его отцу, тот ответил, что в школе Энрико считается хорошим учеником, но не больше.

Впоследствии я узнал, что Энрико изучал математику и физику по разным случайным книгам, которые он покупал в букинистических магазинах на рынке Кампо деи Фиори. Он надеялся, в частности, найти в этих книгах теорию, объясняющую движение волчков и гироскопов. Объяснения он так и не нашел. Но, возвращаясь к этой проблеме снова и снова, мальчик самостоятельно приблизился к разъяснению природы загадочного движения волчка. Все же я сказал ему, что к точному научному объяснению можно подойти, лишь овладев теоретической механикой. Но для ее изучения потребуются знания тригонометрии, алгебры, геометрии и дифференциального ис-

числения... Энрико согласился со мной, и я стал доставать для него книги, которые могли бы дать ему ясные идеи и прочную математическую основу.

Приведу перечень книг, которые он брал у меня в тот период.

В 1914 г. — «Курс прямолинейной и сферической тригонометрии» Сэрре.

В 1915 г. — «Курс алгебраического анализа» Чезаро и «Лекции по аналитической геометрии» Л. Бианки (Пизанский университет).

В 1916 г. — по математическому анализу «Лекции, прочитанные в Пизанском университете» У. Дини.

В 1917 г. — по теоретической механике «Трактат механики» Пуассона.

Кроме того, я считал, что ему будет полезно проштудировать книгу Г. Грассмана по математической логике с предисловием Дж. Пеано о применении дедуктивной логики. Эти книги он получил от меня в 1918 г...

Энрико нашел векторный анализ очень интересным, полезным и несложным. С сентября 1917 г. до июля 1918 г. он изучил также некоторые стороны инженерного дела по книгам, которые я доставал для него.

В июле 1918 г., пройдя трехгодичный курс лицея за два года, Энрико получил диплом. Встал вопрос, имеет ли его смысл поступать в Римский университет. Мы с Энрико вели на эту тему длинные разговоры.

Я спросил у него, чему он хочет посвятить себя: математике или физике? Привожу дословно его ответ:

— Я изучал математику с таким рвением потому, что считал это необходимой подготовкой для последующего изучения физики, которой я намерен посвятить себя целиком и полностью.

¹ По словам Амидеи, выделенные в этом письме фразы Ферми-мальчика были дословно записаны им во время беседы.

Тогда я спросил у него, считает ли он свое знание физики столь же обширным и глубоким, как и математики.

— Я знаю физику шире и глубже, потому что прочел все наиболее известные книги по этому предмету,— ответил он¹.

Я уже убедился в том, что Энрико достаточно было прочесть книгу один раз, чтобы знать ее в совершенстве. Помню, например, как однажды он возвратил мне прочитанную им книгу по дифференциальному исчислению. Я предложил ему оставить ее у себя еще на один год с тем, чтобы он смог еще пользоваться ею. Ответ Ферми был поразительным.

— Благодарю Вас,— сказал он.— В этом нет необходимости, поскольку я уверен, что запомнил все необходимое. Несколько лет спустя идеи предстают передо мной с еще большей отчетливостью, и если мне понадобится формула, я смогу легко вывести ее.

Кроме поразительной способности к наукам, Ферми обладал еще исключительной памятью.

Пришло время, когда я решил, что наступил подходящий момент, чтобы предложить ему свой план... План этот заключался в следующем: Энрико должен поступить не в Римский университет, а в университет в Пизе. До этого ему надо будет выдержать конкурс в Нормальную школу в Пизе и впоследствии совмещать занятия в школе с посещением лекций в университете. Энрико признал разумность моего плана и решил следовать ему, хотя и понимал, что родители будут возражать.

Я немедленно отправился в Пизу, чтобы получить там не-

¹ По словам Э. Персико, одной из этих книг был многотомный курс О. Д. Хвольсона; мне помнится, что сам Ферми как-то сказал, что основные сведения в области общей и экспериментальной физики он почерпнул именно из этого курса. (Прим. Б. П.)



Энрико (в центре) в возрасте 4 лет с братом Джулио и сестрой Марией.

обходимую информацию и программу для конкурса в Нормальную школу. Потом я вернулся в Рим, чтобы протудировать программу с Энрико. Я не сомневался в том, что он в совершенстве знает предметы, связанные с математикой и физикой. Так оно и оказалось. Энрико не только выдержал конкурс, но оказался первым среди соискателей.

Родители Энрико не одобрили мой план по вполне понятным человеческим соображениям.

— Мы потеряли Джулио (старший брат Энрико, умерший в 1915 г. после непродолжительной болезни),— сказали они,— а теперь мы должны расстаться с Энрико на четыре года, в то время как в Риме существует великолепный университет. Правильно ли это?

Потребовалось известное терпение и такт, чтобы постепенно убедить их в том, что принесенная ими жертва откроет блестящую карьеру их сыну. В конце концов было получено их согласие. Итак, как писала жена Энрико в своей книге «Атомы у нас дома», в конеч-

ном счете два союзника— Ферми и Амидеи— одержали победу¹.

Хотелось бы немного прокомментировать это письмо. Мне кажется, что оно должно заинтересовать не только физиков и историков науки, но и более широкие круги читателей, особенно школьников, которые начинают увлекаться наукой, а также педагогов. Быть может, благодаря инженеру Амидеи одаренный мальчик и стал гением. Конечно, Ферми был прирожденным физиком, но кто может сказать, какова была бы его судьба, если бы инженер Амидеи отнесся к нему иначе, если бы на вопросы мальчика он отвечал, например, так: «Это пока слишком трудно для тебя. Подрастешь — поймешь!». Возможно, Ферми и не увлекся бы так серьезно математикой и физикой в тринадцатилетнем возрасте и в результате стал бы, скажем, лишь хорошим инженером или физиком. Он мог бы, например, влюбиться, мог заинтересоваться шахматами или теннисом, иностранными языками или геологией. Дело в том, что перед тринадцатилетним Ферми был только один прямой путь, который мог бы привести его туда, куда он впоследствии пришел (и этот путь был указан Амидеи), но при этом было огромное число «боковых» дорог. Во всяком случае, я совершенно уверен в том, что Ферми стал великим Ферми именно потому, что его интересы определились и его интеллектуальные запросы уже удовлетворялись, когда он был еще мальчиком. В этом меня убеждал стиль Ферми во всем, что относилось к физике: читал ли он лекции, объяснял ли что-либо студенту, выражал ли сомнение в чем-либо и т. д., всегда создавалось впечатление, что все ему просто и знакомо, что физика для него то же, что дом родной.

Если мое суждение правильно, то число потенциальных Ферми в мире куда больше, чем это обычно представляется.

Вот что писал Э. Персико: «...Исключительные способности Ферми в точных науках проявились очень рано; когда я познакомился с ним (ему

¹ Э. Сегре. Указ. раб.

было 14 лет), я с удивлением обнаружил, что приятель у меня не только дока в науке, как говорят на школьном жаргоне, но и товарищ, форма ума которого совершенно отличается от типичной для всех «умных» мальчиков и блестящих учеников, с которыми я был знаком... В области математики и физики он проявил знания по гораздо большему числу разделов, чем мы учили в школе, причем знания были не школярскими и он оперировал ими совершенно непринужденно. Для него уже тогда знание теоремы или закона означало прежде всего умение их использовать.

Вспоминая чувства восхищения и удивления, которые у меня, его ровесника, вызвал ум Энрико, я задаю себе вопрос: приходило ли мне в то время на ум слово «гений»? Вероятно, нет, поскольку для детей и, быть может, даже для большинства взрослых это слово ассоциируется не столько с качеством ума, сколько с общественной фигурой знаменитой и недоступной личности. Качества ума моего молодого друга, которые удивляли меня, были для меня явлением слишком новым для того, чтобы я мог найти им имя¹.

Вероятно, читателя заинтересует вопрос, как учился Ферми в школе по гуманитарным предметам? Конечно, он был хорошим учеником, что не удивительно, если учесть наличие у него прекрасной памяти, но, опираясь на некоторые, впрочем субъективные, впечатления, я сказал бы, что по гуманитарным предметам Ферми был не более чем «нормальным отличником». Правда, он знал довольно много стихов наизусть², но это, думается, характеризует скорее его феноменальную память, чем страсть к поэзии. Мне помнится, где-то в 30-х годах Ферми сказал, что главным источником его общей культуры является многотомная итальянская «Детская энциклопедия» («*Enciclopedia dei ragazzi*») — довольно

удачная и красочно оформленная книга для юношества. Это подтверждает, что интересы Ферми вне области физики и математики были все-таки довольно ограниченными.

Память Ферми и рациональность мышления очень помогли ему при овладении иностранными языками. Энрико прекрасно знал немецкий язык, который он изучил еще мальчиком по совету инженера Амидеи; французским и английским языками он владел более чем достаточно для понимания научной литературы. Позже, в США, Ферми, конечно, овладел английским языком в совершенстве, но не избавился от итальянского акцента, что определенно его огорчало.

Еще несколько слов об использовании иностранных языков в научных работах Ферми. В итальянский период своей жизни Ферми, естественно, писал статьи на итальянском языке. Но некоторые работы он написал также на хорошо знакомом ему немецком языке (до 1934 г.). Это были те произведения, которые он особенно ценил, что и дает представление об отношении самого Ферми к значимости своих работ. После упадка немецкой физики, связанного с приходом к власти Гитлера, немецкий язык в произведениях Ферми сменился английским. Когда же он эмигрировал в США, он стал писать только на английском языке.

Университетские годы

Осенью 1918 г. Ферми, согласно плану инженера Амидеи, поступил одновременно в Высшую Нормальную школу Пизы и на физико-математический факультет старинного Пизанского университета. Во всех итальянских университетах нет вступительных экзаменов; нужно лишь иметь аттестат зрелости и, конечно, располагать средствами для оплаты обучения. Для поступления же в Нормальную школу требовалось выдержать довольно трудный конкурс, зато ученик этой школы обучался в университете бесплатно; он автоматически становится студентом университета, но дополнительно посещает лекции и семинары в школе. (Может быть, безынтересно заме-

тить, что с 1965 г. директором пизанской Нормальной школы является известный ученый Джильберто Бернардини.)

Высшая Нормальная школа в Пизе была создана в 1813 г. Наполеоном по типу Высшей Нормальной школы в Париже; в то время она была единственным бесплатным высшим учебным заведением Италии. Хотя официально она предназначалась для выпуска учителей средних школ, многие выпускники как гуманитарного, так и естественного отделений избирали карьеру исследователей и становились знаменитыми, что поднимало престиж школы. В частности, почти все известные итальянские математики от Бианки и Кастельнуово до Вольтэрры и Леви-Чивиты были ее выпускниками.

На вступительном конкурсном экзамене от Ферми требовалось изложить свои знания по теме «Характер и причины звуков». Его сочинение дает представление об уровне знаний по классической физике, достигнутом Ферми в семнадцатилетнем возрасте. Достаточно сказать, что далеко не все выпускники физических факультетов университетов (а не только средней школы) смогли бы написать такое сочинение, в котором используется метод Фурье при решении дифференциального уравнения колеблющегося стержня. Ферми сам рассказывал, что экзаменатор был удивлен его сочинением и сказал, что никогда ничего подобного в своей практике не встречал.

Итак, когда Ферми был принят в Пизанский университет в 1918 г., он уже был хорошо знаком с классической физикой. Насколько глубокими были его знания в области науки в то время, можно судить по словам, сказанным уже знаменитым Ферми в 1934 г.: «Когда я поступил в университет, классическую физику и теорию относительности я знал почти так же, как и теперь». В университете профессора не смогли дать ему ничего нового: уже в то время он разбирался в физических проблемах лучше своих учителей. Кроме того, как раз те области, которые интересовали Ферми, особенно строение материи и квантовая теория, в Италии не развивались, соответствующих

¹ «Scientia», v. 90, 1955, p. 316.

² Больше всего ему нравилась поэма «Неистовый Роланд» Ариосто. Безынтересно заметить, что Ариосто был любимым поэтом другого великого итальянского физика — Галилея.

университетских курсов не было. Как ни парадоксально, но Ферми стал учителем созданной им научной школы, и при этом блестящим, никогда сам не проходя через психологическую стадию ученика.

Большую пользу, по-видимому, принесло Ферми общение с талантливым однокурсником Франко Разетти: совместное обсуждение вопросов физики, особенно теоретической, помогло развитию проявившихся впоследствии исключительных дидактических способностей Ферми. Нет сомнения и в некотором прямом влиянии Разетти на Ферми. Для меня более десяти лет спустя стало ясным из разговоров в университетском Физическом институте, что талант Разетти-экспериментатора и его любовь к различным экспериментальным методам привлекали Ферми.

Исключительные способности Ферми-студента были довольно широко известны в Пизе не только в среде его товарищей и друзей, но также и в преподавательском коллективе университета и Нормальной школы.

Почти все сведения об университетском периоде получены от Персико и Разетти. Студенческие обязанности, конечно, не представляли никакой трудности для Ферми. Поэтому большую часть времени он отводил на изучение предметов, им выбранных, а не из обязательных университетских курсов. Вот что он написал Персико в феврале 1919 г., т. е. будучи студентом второго курса: «...Поскольку для курсов мне почти ничего не надо делать, я пытаюсь расширить мои знания математической физики и буду делать то же самое в области математики, ведь я располагаю множеством книг»¹.

Когда Ферми двадцать лет спустя уехал в Америку, он взял с собой все документы и тетради, которые впоследствии могли быть ему полезны. Они находятся теперь в Музее Ферми при Чикагском университете. Среди них имеется тетрадка, которую он вел с июля по сентябрь 1919 г. и содержание которой представляет большой интерес для понимания уровня научного развития восемнадцатилетнего Ферми. Ниже да-



Энрико Ферми со своей будущей супругой Лаурой Капон. 1928 г.

ется описание содержания этой тетради со слов Э. Серге:

«Первые 28 страниц содержат конспект аналитической динамики и начаты в Каорсо 12 июля 1919 г. Здесь он излагает теорию Гамильтона и Якоби, затрагивая очень сложные вопросы крайне сжато и удивительно ясно. Тут нет сведений об источниках его информации, но, по-видимому, ими являются работы Пуанкаре, которыми он занимался в это время, а также Аппеля.

Далее следуют 25 страниц об электронной теории вещества (начаты в Риме 29 июля 1919 г.), содержащие сжатый, как обычно, обзор по этому предмету. Здесь идет речь о лоренцевской теории, специальной теории относительности, теории излучения черного тела, диамагнетизме и парамагнетизме. Для этого раздела имеется библиография, в которой перечислены некоторые из самых важных книг по данному предмету, включая «Электронную теорию материи» Ричардсона, которую он очень внимательно изучил.

Упомянуты также первые работы Бора об атоме водорода, хотя в то время они были мало известны в Италии.

На следующих 19 страницах (Рим, 10 августа 1919 г.) более подробно рассмотрена теория излучения черного тела по Планку. За этим следует без комментариев обширная библиография (Каорсо, сентябрь 1919 г.) по радиоактивности, взятая из резерфордской книги «Радиоактивные вещества и их излучения». Следующая глава со страницы 81 до страницы 90 (Каорсо, 14 сентября 1919 г.) посвящена Н-теореме Больцмана и кинетической теории. Здесь мы найдем, как обычно, сжатое, но ясное описание теории и некоторых ее применений. Для установления Н-теоремы используется метод Больцмана, в котором проводится подробный анализ всех возможных соударений. Тетрадка, содержащая всего 102 страницы, завершается двумя библиографическими списками (из книги Таунсенда о газовом разряде) работ по электрическим свойствам газов и фотоэлектричеству. Последние страницы, написанные в Риме 29 сентября 1919 г., заключаются оглавлением.

Содержание тетрадки свидетельствует о многих чертах автора. Если учесть возраст автора и тот факт, что он был самоучкой, восхищает степень его разборчивости в выборе материала. Характерно и то, что Ферми, легко справляясь с математическими трудностями, все-таки не ищет красивой математики как самоцели. Легка или трудна теория — это не главное, важно то, освещает ли она существенное физическое содержание проблемы. Если теория легка — прекрасно, но если необходима трудная математика, он быстро смиряется с этим. Можно заметить также определенное различие между главами, где

¹ «Scientia», v. 90, 1955, p. 316.

логическая структура предмета преобладает над его экспериментальным содержанием, и главами более эмпирического характера. В первых уже видна рука мастера, во вторых проявляется отсутствие опыта, а также критической оценки различных работ.

Удивительно, что только после одного года университетской работы студент сумел составить такую тетрадку, которая сделала бы честь опытному преподавателю¹.

В 1920 г. Ферми написал Персико: «...Мои занятия идут очень хорошо, ибо я уже сдал неорганическую химию и решил изучить органическую химию в университете»². По-видимому, химия тогда не была самым предпочитаемым предметом Ферми, и этим письмом он дает понять, что не собирается особенно расширять свои знания по химии, а просто будет готовиться к экзаменам по химии в университете. Кстати, единственными экзаменами, на которых Ферми не был удостоен высшей оценки, были экзамены по химии. Ферми изучил, как известно из его переписки с Персико, в первые два года занятий в университете следующие книги: «Теория вихрей» Пуанкаре, «Аналитическая механика» Аппеля, «Теоретическая химия» Нернста, «Курс общей химии» Оствальда, «Электрическая теория материи» Ричардсона, «Пространство, время, материя» Вейля.

В 1920 г. он сообщает Персико, что уже завоевывает некоторый престиж в Физическом институте, где он в присутствии ряда профессоров должен читать лекцию о квантовой теории, тогда практически не известной в Италии. Как побочный результат его напряженного изучения физики в университетские годы, по словам Персико, появились первые теоретические исследования Ферми в области электродинамики и теории относительности. На некоторые из них до сих пор ссылаются специалисты. Вот как Персико характеризует отношение двадцатилетнего Ферми

к изучаемой им книге: «Его метод изучения книги всегда состоял в том, что из книги он брал только данные проблемы и результаты опыта, сам обрабатывал их и затем сравнивал свои результаты с результатами автора. Иногда при проведении такой работы он ставил новые проблемы и решал их или даже поправлял ошибочные, хотя и общепринятые решения. Так и возникли его первые печатные работы»¹.

Темой диссертационной работы Ферми на соискание степени доктора физики (что соответствует в СССР студенческой дипломной работе) явилось, однако, экспериментальное исследование² по оптике рентгеновских лучей. Здесь стоит отметить, что знания, полученные Ферми во время выполнения дипломной работы, не пропали даром. Его тогдашнее глубокое ознакомление с физикой кристаллов очень помогло ему в теоретических исследованиях по оптическим свойствам молекул и кристаллов десять лет спустя, а в теоретическом и экспериментальном изучении созданной им оптики нейтронов — двадцать лет спустя.

Диплом Ферми получил (июль 1922 г.), конечно, с оценкой *sum laude* (буквально с похвалой); диплом Нормальной школы он получил пригласительно в то же время с той же оценкой, защитив диссертацию по теории вероятности.

Первые годы после университета

Хотя Ферми пользовался огромным престижем в Пизанском университете, все-таки там ему не предложили работы. Это больше говорит об удивительной бедности итальянских университетов того времени, нежели о неадекватности дирекции физического факультета Пизанского университета.

Энрико возвращается домой в Рим и знакомится с сенатором профессором Орсо Марио Корбино, директором Физического института Рим-

ского Королевского университета. Корбино когда-то был первоклассным физиком-экспериментатором, однако с 20-х годов почти не занимался наукой и стал видной фигурой в частной электрической промышленности Италии, а также в течение некоторого времени занимал посты министра экономики и министра образования, хотя и не был членом фашистской партии. Корбино была присуща некоторая двойственность: с одной стороны — политическая карьера, бизнес и деньги, с другой — лаборатория, интересы итальянской физики, словом, все, что напоминало ему о его молодости. Ферми, а затем и его сотрудники видели в Корбино прежде всего эту вторую, привлекательную сторону. Кроме того, он был яркой личностью: исключительно обаятельный, полный юмора и, по представлениям Ферми, очень мудрый.

Корбино очень быстро «сориентировался» и понял, что представляет собой этот двадцатилетний юноша. С этого времени он стал покровительствовать Ферми. Корбино не только предложил ему временную работу в качестве преподавателя математики для студентов-химиков в Римском университете, но, что было важнее, сказал Ферми о своем намерении при первой возможности обеспечить в университете его постоянное сотрудничество. Знакомство с сенатором имело большое значение для Ферми, который считал его вторым отцом; признательность Ферми отражена в написанном им некрологе Корбино.

Необходимо подчеркнуть, что дружеское отношение такой влиятельной фигуры, как Корбино, к Ферми, его бескорыстная поддержка Ферми в создании молодой школы итальянских физиков в Риме, неизменное содействие этой школе, его искренняя радость по поводу ее успехов — все это оказало огромное влияние на итальянскую физику, без сомнения, превышающее прямой исследовательский вклад, который сделал сам Корбино. На шутовском «религиозном» жаргоне Римского физического института Корбино получил «сфициальное» прозвище «бога-отца».

В Риме Ферми провел несколько

¹ Э. Серге. Указ. раб.

² «Scientia», v. 90, 1955, p. 316.

¹ Там же.

² Согласно традициям итальянских университетов, требовалось, чтобы дипломная работа была экспериментальной.



Франко Разетти, Энрико Ферми и Эмилио Сегре в парадном профессорском облачении. 1932 г.

месяцев. Вскоре он был удостоен премии Министерства образования, давшей ему возможность усовершенствоваться за границей. С января по август 1923 г. он пробыл в Германии, в Геттингене, у известного физика-теоретика, впоследствии лауреата Нобелевской премии Макса Борна.

В геттингенский период Ферми опубликовал, работая по-прежнему в одиночку, цикл работ по теоретической механике. Одна из них — доказательство, правда не строгое, квазиэргодичности механических систем — понравилась П. Эренфесту, выдающемуся физика, теоретику, известному специалисту в этой области. Эренфест написал об этом Ферми. По-видимому, это письмо явилось причиной поездки Энрико именно в Лейден, к Эренфесту. Но об этом позже.

У Борна Ферми встретился с такими блестящими молодыми физиками-теоретиками, как Паули, Гейзенберг и Йордан, которым, в отличие от Ферми, посчастливилось учиться у выдающихся ученых — Зоммерфельда и Борна. Как ни странно, пребывание в Геттингене и встреча с этими звездами физического мира не прилесли, по словам самого Ферми, особой пользы молодому самоучке.

Его работы, выполненные в Геттингене, никак не отражают местного духа и могли бы быть выполнены Ферми в Риме, если бы он там остался. Это связано с рядом причин.

Вокруг Ферми в Италии не было физиков, с которыми бы он мог общаться на равном уровне и с которыми он, по его словам, мог бы сравнивать себя (что очень важно с психологической точки зрения); у него появилась привычка работать, полагаясь только на себя и используя лишь книги и научные работы для консультации. (Эта привычка, однако, вскоре исчезла.)

Но это не все. Двадцатилетний Ферми еще не обладал той уверенностью в себе, которая так необходима для творческой работы. Как рассказывал сам Ферми, он, наконец, обрел такую уверенность благодаря П. Эренфесту, на обучении у которого в Лейдене, в Голландии, он находился с сентября по декабрь 1924 г.

Советским физикам П. Эренфест очень хорошо известен, так как он часто бывал в Советском Союзе. Ферми рассказывал своим сотрудникам, что Эренфест оказал огромное влияние на развитие современной физики не столько своими класси-

ческими работами, сколько педагогической в широком смысле слова деятельностью, т. е. научным воздействием на других физиков. (Кстати, аналогичные слова произнес Ферми и о выдающемся французском физике Поле Ланжевене.) Эренфест был хорошо знаком и дружил со всеми крупнейшими физиками от Бора, Эйнштейна, Лоренца и Планка до Гейзенберга и Паули. И вот Эренфест, обнаружив дар крупного физика у Ферми, не замедлил сказать ему об этом. С этого времени неуверенность Ферми в своих силах исчезла, что, как известно от самого Ферми, было очень важно для него. Прямое влияние лейденского периода на Ферми, однако, незначительно.

К началу 20-х годов относится и одна теоретическая работа, которая обнаруживает черты уже зрелого Ферми. Я хочу упомянуть о ней здесь, так как многие физики не знают, что именно в этой работе Ферми заложена в очень ясной форме красивая идея, использованная позже Вейцзекером и Вильямсом в их знаменитом методе (речь идет о методе эквивалентных фотонов, т. е. о расчете различных эффектов при соударении очень быстрых электрически заряженных частиц, методе, основанном на замене поля частиц эквивалентным полем электромагнитного излучения).

По своей натуре Ферми был застенчив. Правда, это утверждение покажется необоснованным тем, кто узнал Ферми после его двадцатипятилетия, и притом только по его отношению к физике; Ферми был слишком искренним и непосредственным, чтобы проявлять ложную скромность после того, как он внутренне осознал свое превосходство.

Застенчивость можно было заметить у Ферми и позже, но уже не в науке. Он очень не любил чествоваться. Лаура Ферми в книге «Атомы у нас дома» рассказывает о случае, когда Ферми страшно смутил рабочий, случайно заставший его в довольно смешной одежде итальянского академика. Типичной была его виноватая, детская улыбка, появлявшаяся, правда, довольно редко, когда по какой-то причине у него вновь исчезала уверенность в себе, скажем

в присутствии Майоранье, личность которого ему весьма импонировала, или на теннисной площадке перед боем сильным игроком.

Ферми всегда стремился к конкретности во всем, к упрощению, выделению главного. На этой черте Ферми, быть может самой характерной, я остановлюсь несколько позже, пока же я хотел согласиться с Сегре¹, что в условиях научной изоляции конкретность была необходима для Ферми, поскольку оценить важность своей работы он мог только с помощью результатов не слишком отвлеченного характера.

Во всяком случае, в 20-х годах, когда основные принципы физики претерпевали коренную ломку (и Геттинген был одним из центров, где это происходило), ориентироваться молодому Ферми без учителей, по-видимому, было крайне трудно. Почти все труды Ферми характеризуются отсутствием абстрактности. Его теории почти без исключения созданы для того, чтобы объяснить, скажем, поведение определенной экспериментальной кривой, «странности» данного экспериментального факта и т. д. Не исключено, что черты, присущие Ферми,— конкретность, ненависть к неясности, исключительно здравый смысл,— помогая ему в создании многих фундаментальных теорий, в то же время помешали ему в этих условиях прийти к таким теориям и принципам, как квантовая механика, соотношение неопределенностей и принцип Паули.

Некоторое подтверждение этому можно найти в очень интересном отрывке из письма, которое Ферми написал Персико в сентябре 1925 г., спустя два года после его пребывания в Геттингене: «...Я думаю, что в последние несколько месяцев очень больших успехов не было, несмотря на формальные результаты в зоологии спектральных термов, полученные Гейзенбергом. По-моему, они начинают слишком далеко заходить в направлении отказа от понимания физической сущности»². Вот как

Персико комментирует это письмо: «„Зоология спектральных термов“, по-видимому, относится к статье В. Гейзенберга, которая, правда, была тогда неудовлетворительной и формалистической, но спустя несколько месяцев эволюционировала в матричную квантовую механику. К квантовой механике в матричной форме, однако, Ферми не испытывал, по-видимому, научной симпатии. Первые его работы по квантовой механике были стимулированы не гейзенберговским подходом, а статьями Шредингера о волновой механике; при этом вклад Ферми состоял в выяснении соотношения между волновой механикой и старой корпускулярной механикой»¹.

По словам Ферми, сказанным им в 30-х годах, из-за абстрактности общей теории относительности он также не испытывал большой симпатии к ней (хотя глубоко знал ее), и особенно к ее космологическому следствию — теории расширения Вселенной. Правда, в конце 40-х годов он пересмотрел свою точку зрения, по-видимому в связи с увеличением круга наблюдений, связанных с теорией расширения Вселенной; его интерес к этой теории отражен в работах о происхождении химических элементов и в книге «Лекции по атомной физике».

Здесь я сразу же должен предупредить читателя, у которого может возникнуть подозрение, что прохладное отношение Ферми к абстрактным и вообще формалистическим работам как-то вызвано недостаточным его знакомством с математическим аппаратом. Он никогда не боялся математических трудностей и глубоко знал математику. С математическими методами Ферми ознакомился, как мы видели, будучи еще мальчиком. В Пизе он расширил свои математические знания до такой степени, что впоследствии мог при необходимости подходить к решению любой задачи самыми рафинированными методами.

С первых дней по возвращении в Рим он познакомился с представителями блестящей математической итальянской школы — Энрикесом,

Кастельнуово, Леви-Чивитой, Вольтеррой — и с тех пор подружился с ними. Они не только уважали его как единственного представителя зародившейся итальянской школы теоретической физики, но очень ценили его и как математика. Однако отношение Ферми к математике было особенным. Математика для него была средством, а не целью. Он возражал против использования изысканных или сложных математических методов для решения второстепенных или «надуманных» физических задач. Один раз он мне сказал: «Математика сегодня — это не передовая наука времен Гаусса; слишком часто сегодня математик или физик с математическим складом ума выдумывает трудную задачу, решает ее, а потом восклицает: „Смотри, какой я умный!“». Сразу скажу, что это отношение к математике как к великой науке, уже не способной существенно обновляться, изменилось у Ферми позже, и особенно после его знакомства с крупнейшим математиком фон Нейманом, которым он восхищался.

Во всех работах Ферми математический аппарат вполне адекватен решаемой задаче, при этом он всегда избегал излишнего формализма, но, если это требовалось, был готов использовать самые изысканные методы. Ради простоты он часто удовлетворялся достаточно грубым приближением. Хорошим примером служит его оценка граничных условий на поверхности раздела между веществом и вакуумом для задачи диффузии тепловых нейтронов. Ферми показал, что полученная на основе решения одномерной задачи простая оценка может после небольшой модификации дать достаточно точный результат и для реального случая трехмерной диффузии нейтронов. Этот вопрос имел большое значение для нейтронной физики в период создания атомной техники, так что силы крупных научных коллективов были сконцентрированы на точном решении данной задачи. Это оказалось довольно сложным математическим делом, к тому же в практически важных случаях точное решение очень мало отличалось от результата Ферми. Не перестаешь

¹ Э. Сегре. Указ. раб.

² «Scientific American», v. 207, 1962, p. 181.

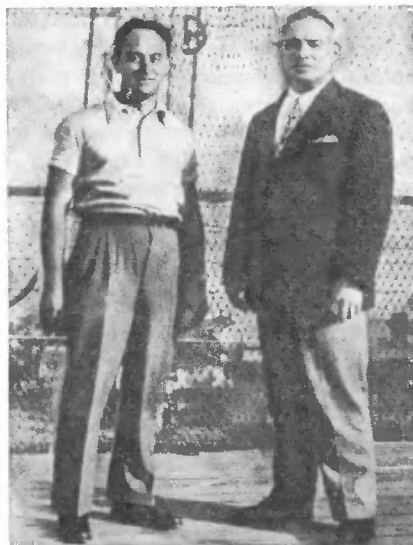
¹ Там же.

удивляться, как легко все у него получалось!

Здесь уместно упомянуть о симпатии, которую Ферми всегда испытывал к любой форме численных методов решения математических задач. Забегая вперед, я хотел бы сказать несколько слов о его «вычислительной карьере». В кабинете Ферми всегда стояла маленькая настольная механическая счетная машинка. В 1927 г. он, не сумев найти общее решение установленного им дифференциального уравнения для среднего потенциала атома в зависимости от расстояния, быстро решил его численно с помощью этой машинки. Работа такими кустарными вычислительными методами, хотя иногда и в широком масштабе, продолжалась вплоть до появления первых мощных электронных вычислительных машин, значение которых сразу же стало ему понятно. Ферми с вдохновением и энтузиазмом воспринял рождение электронно-вычислительной техники; немногие знают, что он — первый физик, который использовал мощные электронно-вычислительные машины для своей повседневной работы. Он пропагандировал использование этих машин самими физиками, без математиков, и сам был великолепным программистом. Для читателя-физика небезынтересно отметить, что Ферми уже в 1952 г. предложил использовать вычислительные машины для автоматизации измерений на фотоэмульсиях и фотографиях.

Университетская карьера

С января 1925 г. до осени 1926 г. Ферми пробыл во Флоренции, куда он был назначен экстраординарным преподавателем (*professore incaricato*) с обязанностью чтения лекций по теоретической механике и по математической физике (курса теоретической физики в итальянских университетах тогда не было). Здесь я хотел заметить, что университетская карьера в Италии — в то время единственный путь для исследователя, поскольку в промышленности физики не использовались, — завершилась победой в конкурсе на право занятия штатной должности профессора.



Энрико Ферми и знаменитый итальянский композитор Отторино Респиги. 1934 г.

Все промежуточные назначения (ассистент, помощник, экстраординарный профессор) или звания (приват-доцента — *libero docente*) не только плохо оплачивались, но и не давали ни прочности положения, ни престижа.

В возрасте 24 лет (а это необычайно рано) Ферми получил звание приват-доцента. Это соответствует у нас степени кандидата наук, но для соискания приват-доцентуры, однако, не требуется защиты диссертации; степень присваивается на основе совокупности научных работ комиссией штатных профессоров университета, которые оценивают представленные научные работы и заслушивают лекцию соискателя по теме, предложенной комиссией за 24 часа до лекции. Получение приват-доцентуры для молодого Ферми, уже опытного преподавателя, не представляло ни малейшей трудности.

Флорентийский период был очень важным в жизни Ферми. Во Флоренции он снова встречает Разетти, который был тут ассистентом кафедры, и совместно с ним проводит очень оригинальные эксперименты. В этот период он пишет блестящую книгу «Введение в атомную физику», которая позже служила основным

учебником по теоретической физике для студентов университетов. Но самое главное, что именно здесь в спокойной атмосфере Института физики, расположенного на холме, где работал и скончался Галилей, Ферми создает и публикует знаменитую работу о статистической механике частиц, подчиняющихся принципу Паули. Этой работой были заложены основы так называемой статистики Ферми—Дирака.

Как известно, основное значение статистики Ферми—Дирака заключается в том, что она дала ключ к пониманию свойств электронов в металлах. Но и другие применения статистики Ферми весьма многочисленны, что иллюстрируется множеством терминов, вошедших в физическую и астрофизическую литературу, таких как «газ Ферми», «фермижидкость», «фермион», «поверхность Ферми», «метод Томаса—Ферми», «фермиевские импульсы» нуклона в ядре и т. д. В отличие от Дирака, Ферми пришел к новой статистике независимо от квантовой механики. Он давно вынашивал предположение этого творения, но ему не хватало принципа Паули, после появления которого он сразу направил в печать свою работу. Кстати, Ферми заметно переживал, что не сумел сформулировать принцип Паули, к которому, как я слышал от него самого, очень близко подошел.

После открытия статистики, которая носит его имя, Ферми стал хорошо известен, как это ни странно, сначала за пределами Италии и только потом — на родине. Признания, которых он совершенно не искал, посыпались на Ферми в изобилии. В конце своей жизни Ферми был членом восемнадцати Академий разных стран, доктором *honoris causa* многочисленных университетов, лауреатом ряда крупнейших премий и медалей, включая Нобелевскую премию. Кстати, в 1929 г. он был избран иностранным членом Академии наук СССР, что, если я не ошибаюсь, явилось первым зарубежным официальным признанием Ферми.

Из переписки Ферми с Персико известно, что Ферми все-таки беспокоился о своей университетской

карьере до тех пор, пока не был назначен штатным профессором осенью 1926 г. В частности, он огорчался, что в начале 1926 г. ему не удалось пройти по конкурсу на кафедру математической физики Университета г. Кальяри, в Сардинии. Должность профессора для Ферми означала способ спокойно продолжать научную работу, но не больше. До конца жизни он никогда не искал ни важных административных постов, ни почета, ни наград. Он, естественно, был доволен признанием его заслуг, но честолюбие ему было чуждо.

Я хотел бы сделать здесь некоторые замечания о том, каково, по моим субъективным впечатлениям, отношение Ферми к жизни. Ему очень нравилась физика, при этом, особенно после пребывания в Лейдене, он почувствовал, что миссия исследователя и наставника ему по силам. В сравнении с этой любовью и этой миссией все остальное для Ферми имело второстепенное значение. Иногда сознательно, но чаще всего бессознательно его отношение к научной карьере, спорту, отдыху, семье, литературе и искусству и даже к политике определялось тем, насколько благоприятными оказывались при этом условия для его работы. Я сказал бы, что в жизни Ферми все происходило так, будто некие «гормоны» специально управляли его чувствами и образом жизни, чтобы автоматически обеспечить оптимальные условия для научных исследований. Он был гением, причем его гениальность в значительной степени связана с его любовью к научной простоте; вне области физики он был самым обыкновенным и, как ни странно, самым простым человеком. Эта простота в жизни выразилась в том, что у него были очень простые вкусы и требования, что он ненавидел усложнения (как в физике!), что он был лишен снобизма и фальши, что он был всегда совершенно искренен и не скрывал тех черт своего характера, которые многим могут казаться недостатками (например, нелюбовь к музыке, полное отсутствие азарта, безразличие к политическим и философским проблемам, некоторая осторожность

при трате денег; кстати, деньги были необходимы Ферми для спокойной научной работы, а не для «роскошной» жизни).

Ферми очень любил теннис, лыжи, прогулки, хотя ни в одном виде спорта он не достиг высокого уровня. Но время, которое он тратил на эти увлечения и вообще на отдых, было строго ограничено до минимума.

Неудача Ферми в Кальяри все-таки сделала доброе дело. Сразу после создания им новой статистики Корбино предпринял действия, направленные на приглашение Ферми в Римский университет. Он добился учреждения там кафедры теоретической физики — первой в Италии. (Насмешники называли ее «кафедрой фермифизики», так же как они называли «кафедрой разеттифизики» кафедру спектроскопии, созданную некоторое время спустя в Римском университете по инициативе того же Корбино с целью привлечь в университет Разетти.) Осенью 1926 г. Ферми выдержал соответствующий конкурс и занял должность профессора в Риме. Итак, его научная карьера в Италии достигла вершины, когда ему было 25 лет.

(Окончание в следующем номере.)

УДК 92. Ферми