



S. M. ULAM

Adventures of a Matematician

ILLUSTRATED WITH PHOTOGRAPHS

CHARLES SCRIBNER'S SONS · *New York*

С. М. УЛАМ

ПРИКЛЮЧЕНИЯ МАТЕМАТИКА

Перевод с английского Л. А. Кунгурова

Интернет-магазин

- физика
- математика
- биология
- техника

<http://shop.rcd.ru>

Внимание!

Новые проекты издательства РХД

- Электронная библиотека на компакт-дисках
<http://shop.rcd.ru/cdbooks>
 - Эксклюзивные книги — специально для Вас любая книга может быть отпечатана в одном экземпляре
<http://shop.rcd.ru/exclusive>
-

Улам С.

Приключения математика. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 272 стр.

Книга представляет собой автобиографию известного польского математика Станислава Улама. Широко известная на Западе, она так и не была переведена на русский язык. Книга написана в живом и ярком стиле, очень увлекательна, содержит много интересных исторических подробностей (из жизни С. Банаха, Дж. фон Неймана, Э. Ферми и др.).

Для широкого круга читателей — от студентов до специалистов-математиков и историков науки.

ISBN 5-93972-084-6

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001

<http://rcd.ru>

Оглавление

Благодарности	7
Пролог	8

Часть I. Как стать математиком в Польше

1. Детство	13
2. Студенческие годы	27
3. Поездки за границу	49

Часть II. Как работают математики в Америке

4. Время, проведенное в Принстоне	61
5. Годы, проведенные в Гарварде	77
6. Переход и кризис	96
7. Висконсинский университет	111

Часть III. Жизнь среди физиков

8. Лос-Аламос	127
9. Южная Калифорния	153
10. Назад в Лос-Аламос	166
11. «Супер»	184
12. Смерть двух первопроходцев	198

Часть IV. Последние пятнадцать лет

13. Правительственная наука	217
14. И вновь профессор	231
15. Беспорядочные размышления о математике и науке	237
Выборочная библиография	263
Алфавитный указатель	264

Благодарности

Книга эта не появилась бы, если бы не помощь моей жены Франсуазы, без которой написанное явило бы собой не более, чем скопление разрозненных рассуждений. Именно ее советы и участие позволили моему повествованию обрести определенную стройность. Ей удалось существенно уменьшить энтропию этого собрания воспоминаний в результате нескольких лет систематической и вдумчивой работы. Благодарю также Джанкарло Роту за наши многочисленные дискуссии на темы, освещенные в этой книге; миссис Эмилию Мисельски за поиск сведений о судьбе моих покойных польских коллег; и миссис Джейн Рихтмайер за просмотр некоторых наиболее затруднительных мест в тексте.

Также я очень признателен за разрешение опубликовать некоторые фотографии следующим людям и организациям:

Ученому Обществу, Гарвард (младшие сотрудники Гарварда, 1938 г.).

Лос-Аламосской научной лаборатории (все фотографии с соответствующей пометкой).

Гарольду Эгню (Энрико Ферми в сороковые годы).

Николасу Метрополису (Фон Нейман, Фейнман и Улам в столовой лаборатории).

Издательству «Viking Press» (карикатура Георгия Гамова на членов комитета «супер» из книги Гамова «Линия моей жизни», 1970 г.).

Ллоиду Шереру (Стэн и Франсуаза Уламы дома в Лос-Аламосе).

Все другие фотографии, не имеющие соответствующих ссылок, являются собственностью автора.

Пролог

Уже в сумерках самолет, летящий рейсом Вашингтон–Альбукерки, приблизился к горной цепи Сандии, у подножия которой раскинулся город Альбукерки. Минут за 10 до посадки вдали замелькали огни Санта-Фе. На западе вырисовывалась таинственная громада вулканических гор. Наверное, уже в сотый раз я возвращался из Вашингтона, Нью-Йорка или Калифорнии, куда почти каждый месяц приводили меня дела, связанные либо с моей работой в Лос-Аламосе, либо с правительственной или научной деятельностью.

Мысленно я вновь вернулся к своему первому посещению Нью-Мексико в январе 1944 года. Молодой профессор университета в Висконсине, я получил приглашение участвовать в проекте, суть которого в то время не подлежала оглашению. Мне лишь объяснили, как добраться до Лос-Аламоса, сообщив название железнодорожной станции — Лэми, находящейся недалеко от Санта-Фе.

Если бы лет сорок пять назад кто-то сказал мне, что я, молодой «чистый» математик из польского города Львова, проведу значительную часть своей зрелой жизни в штате Нью-Мексико, о названии и существовании которого я, живя в Европе, даже не подозревал, я бы пропустил мимо ушей это пророчество, посчитав его совершенно невыносимым.

Я поймал себя на том, что вспоминаю свое детство, которое прошло в Польше, годы учебы, ранний интерес к математике, увлечение физикой, благодаря которому постоянно углублялись мои научные познания, что, в свою очередь, не без ряда случайностей и, возможно, удачи привело к моему участию в Лос-Аламосском проекте. Я лишь смутно догадывался о сути проводимых в Лос-Аламосе исследований, когда мой друг Джон фон Нейман пригласил меня присоединиться к их группе физиков для работы в совершенно незнакомом мне месте. «Это запад Рио-Гранде», — все, что он сказал мне, когда мы встретились в Чикаго на Юнион Стэйшн во время пересадки.

Самолет приземлился в Альбукерки. Я взял свои чемоданы и, прошагав яров сто через стоянку, забрался в маленький самолет,

который по несколько раз в день курсировал между Альбукерки и единственной взлетно-посадочной полосой, которая находилась на высоте 7300 футов на горе Лос-Аламос.

Именно Джон фон Нейман, один из самых выдающихся математиков 1-й половины 20-го века, нес ответственность за мой приезд в эту страну в 1936 году. С 1934 года мы вели переписку, обсуждая наиболее сложные вопросы чистой математики. Именно в этой области науки на ранних этапах своей научной деятельности я сделал себе имя. Фон Нейман, занимавшийся тогда подобными же проблемами, пригласил меня посетить недавно основанный в Принстоне Институт перспективных исследований — учреждение, хорошо известное в общественных кругах, поскольку одним из первых его профессоров был Альберт Эйнштейн. Фон Нейман был в то время одним из самых молодых профессоров Принстонского университета. Однако он уже успел приобрести известность, благодаря своей исследовательской работе, посвященной основам математики и логики. Несколькими годами позже ему было суждено стать одним из первопроходцев в создании ЭВМ.

Было время, когда я хотел написать книгу о научной деятельности фон Неймана. Пытаясь составить план книги, я часто думал о том, какое влияние оказал на меня и многих других этот человек; и как он, а также многие другие, известные мне люди, занимавшиеся исследованиями в чисто абстрактной области математики и теоретической физики, изменили взгляды на окружающую нас действительность, сформировав то представление о мире, которое существует и поныне.

Я должен сказать, что мои личные воспоминания — о своей научной деятельности, учебе и ранних исследованиях, бесконечных часах, проведенных в кафе родного города за обсуждением математических проблем со своими коллегами математиками, о своем приезде в США, преподавании в Принстоне и Гарварде — очень тесно, подчас каким-то непостижимым образом, переплелись с воспоминаниями о жизни фон Неймана, а также более поздними событиями моей жизни.

Когда я начал приводить в порядок свои мысли, то осознал, сколь мало изменилось к тому времени — шел, насколько я помню, 1966 год — представление о тех необычных условиях, в которых произошло рождение атомного века. Официальная история умалчивает об истинных мотивах этого события и обходит стороной внутренние переживания, сомнения, убеждения, решимость и надежды людей, которые более двух лет жили в весьма необычной обстановке. Она представляет лишь ряд однообразных картин, которые, в лучшем случае, дают только самые существенные факты.

Размышляя обо всем этом в маленьком самолете, летящем из Альбукерки в Лос-Аламос, я вспомнил, какое впечатление произ-

вели на меня прочитанные в детстве книги Жюль Верна и Герберта Уэллса. Но даже в своих мальчишеских мечтах я не мог себе представить, что когда-нибудь буду участвовать в не менее фантастическом предприятии.

Все эти размышления привели к тому, что вместо написания книги о жизни фон Неймана я принял решение описать свою собственную историю, а также то, что мне было известно о других ученых, имеющих отношение к выдающимся достижениям двадцатого столетия.

Как уже было сказано, я начинал «чистым» математиком. В Лос-Аламосе я встретил физиков и других ученых, занимавшихся естественными науками, и работал, главным образом, если не исключительно, с теоретиками. С тех пор я не перестаю удивляться тому, как несколько небрежных записей, нацарапанных на доске или листе бумаги, могут изменить весь ход человеческих дел.

Я включился в работу над атомной бомбой, затем над водородной. Однако большая часть моей жизни была связана с теоретическими областями науки. Мой друг Отто Фриш, который первым установил возможность проведения цепной реакции деления ядра, пишет в своей статье для «The Bulletin of the Scientists», рассказывающей о его первых впечатлениях по прибытию в Лос-Аламос из милитаристской Англии: «Без сомнения, раньше мне никогда не приходилось встречать такое скопление интересных людей в одном месте. Я знал, что по вечерам могу зайти наугад в любой дом и застать близких мне по духу людей за сочинением музыки или бурными дискуссиями.

... я также встретил там Стэна Улама, молодого блестящего тополога из Польши, и его очаровательную жену-француженку. Улам сразу сказал мне, что он чистый математик, которого математика затянула так, что в своей последней научной статье он не смог обойтись без десятичных дробей!»

К сожалению, очень мало написано о людях, которые так много сделали для науки и которые несут ответственность за рождение атомного и космического века — о фон Неймане, Ферми и многих других физиках и математиках. В этой же книге я хотел бы уделить внимание более абстрактному и, с философской точки зрения, существенному влиянию самой математики. Широкой общественности фактически неизвестны такие имена, как Стефан Банах, Дж. Д. Биркгоф и Давид Гильберт, однако именно эти люди наряду с Эйнштейном, Ферми и некоторыми другими, не менее знаменитыми учеными, имели самое прямое отношение к достижениям науки в XX веке.

ЧАСТЬ I

КАК СТАТЬ
МАТЕМАТИКОМ
В ПОЛЬШЕ

Детство

1909–1927

Мой отец, Джозеф Улам, был юристом. Он родился в 1877 году в Польше, в городе Львове, тогда еще столице провинции Галиция, входящей в Австро-Венгерскую империю. Впрочем, Львов сохранял этот статус и в 1909 году, когда на свет появился я.

Его отец, мой дед, был архитектором и строительным подрядчиком, а мой прадед, насколько мне известно, перебрался во Львов из Венеции.

Моя мама, Анна Ауэрбах, родилась в маленьком польском городке под названием Стрый, расположенном примерно в шестидесяти милях к югу от Львова вблизи Карпатских гор. Ее отец был промышленником: торговал сталью и управлял заводами в Галиции и Венгрии.

Вот одно из моих самых ранних детских воспоминаний: я сижу на подоконнике рядом с отцом и смотрю на улицу, по которой проходит большой парад в честь коронованного принца, посетившего наш город. Мне не было и трех лет.

Я помню, как родилась моя сестра. Мне сказали, что на свет появилась маленькая девочка, и тогда я испытал странное, неподдающееся описанию чувство — словно я повзрослел. Мне было три года.

Помню, как в четыре года я резвился на восточном ковре, разглядывая дивную вязь его узора. Помню высокую фигуру отца, стоящего рядом, и его улыбку. Помню, что подумал: «Он улыбается, потому как думает, что я еще совсем ребенок, но я-то знаю, как удивительны эти узоры!» Я не утверждаю, что тогда мне пришли в голову в точности эти слова, но я уверен, что эта мысль возникла у меня именно в тот момент, а не позднее. Я определенно чувствовал: «Я знаю что-то, чего не знает мой папа. Возможно, я знаю больше, чем он».

В моей памяти сохранился и еще один эпизод из моего раннего детства — путешествие в Венецию с семьей. Мы плыли по каналу

в вапоретто, и я уронил за борт свой воздушный шарик. Он покачивался на поверхности воды у борта лодки, и отец безуспешно пытался выловить его загнутым концом своей трости. Тогда в утешение мне разрешили самому выбрать сувенирную модель гондолы, сделанную из венецианского бисера. До сих пор помню, какую гордость я испытал, получив столь ответственное поручение.

Я помню начало Первой мировой войны. Я был мальчишкой и искренне восхищался Центральными державами — союзом Австрии, Германии и Болгарии, выступающим против Франции, Англии, России, Италии. Большинство поляков придерживалось националистических, антиавстрийских взглядов, но все же я в свои восемь лет не удержался от того, чтобы написать маленькое стихотворение, посвященное великим победам австрийской и немецкой армий.

В начале 1914 года русские войска вошли в Галицию и заняли Львов. Наша семья обрела убежище в Вене. Там я выучил немецкий, однако мой родной язык, на котором мы говорили дома, — польский.

Мы жили в гостинице напротив собора св. Стефана. Как ни странно, впоследствии, неоднократно приезжая в Вену, я словно не замечал этот собор. И только в 1966 году, прогуливаясь по Вене со своей женой, я вдруг вспомнил о нем и тут же показал его ей. Возможно, это произошло потому, что мы говорили о моем детстве.

Вместе с этим на поверхность всплыли и другие воспоминания, хранившиеся в глубинах моей памяти более пятидесяти лет.

Так, когда я, во время этого же пребывания в Вене, прогуливался в парке Пратер, вид одного из открытых кафе совершенно неожиданно восстановил в моей памяти еще один эпизод из детства — я вспомнил, как когда-то, как раз перед тем самым кафе, у меня случился приступ, сродни астматическому, повторившийся лишь многие годы спустя в Мэдисоне (штат Висконсин). Но, что удивительно, ощущения, пережитые мною повторно во время второго приступа, почему-то не заставили меня вспомнить о том давнем случае. Лишь когда я вновь, по прошествии многих лет, оказался на том же месте, это «сенсорное» воспоминание вернулось благодаря зрительной ассоциации.

Я не стану останавливаться на подробном описании Вены, какой она предстает перед глазами шестилетнего ребенка. Я разгуливал по городу в военной фуражке и, очень ясно это помню, пришел в неописуемый восторг, когда на Кэрнтнер Штрассе (одной из главных улиц Вены) какой-то офицер отдал мне честь. Однако позже, услышав от кого-то, что у США будет целых десять тысяч военных самолетов (ходил одно время такой слух), я начал сомневаться в победе Центральных держав.

Примерно в то же время я начал учиться читать. Подобно многим из моих начинаний на протяжении всей моей жизни, это занятие поначалу было мне в тягость — нелегкое, в какой-то мере мучительное приобретение опыта. Через некоторое время все встало на свое место и стало легким. Я помню, как шел по городу и, испытывая явное удовольствие, громко читал все вывески подряд, что, наверное, немало досаждало моим родителям.

Мой отец был офицером Австрийской армии, приквартированной к военному штабу, поэтому нам приходилось часто переезжать с места на место. Какое-то время мы жили в Мэриш-Острау, где я посещал местную школу. Там нам приходилось учить таблицу умножения, и я нашел изучение арифметики не таким уж трудным занятием. Однажды, когда мы проходили уже «шестью семь», я схватил простуду, и меня оставили дома. Я был уверен, что к тому времени, когда я вернусь в школу, наш класс будет проходить что-нибудь вроде «двенадцать на пятнадцать». Думаю, до «десятью десять» я тогда дошел уже сам. Остальное время со мной занимались домашние учителя, поскольку посещать школу регулярно в условиях наших постоянных переездов было невозможно.

Помню также, как иногда отец читал мне отрывки из детского издания «Дон Кихота» Сервантеса. Некоторые эпизоды, которые сейчас едва вызывают у меня улыбку, казались мне в то время безумно веселыми, а сражение Дон Кихота с ветряными мельницами я вообще считал самой смешной из всех вообразимых историй.

Эти воспоминания запечатлелись в моей памяти в виде разнообразных зрительных образов, которые, не вызывая ностальгии, заставляют меня испытывать совершенно особые ощущения, чувствовать, как в памяти рождаются ассоциации. Они приносят с собой понимания разной глубины, разных красок, разных сочетаний, смешиваясь со смутным чувством благополучия или, быть может, сомнения. Они определенно оказывают одновременное воздействие на различные области мозга, вызывая ощущение, похожее на мелодию. Это воссоздание моих детских ощущений. Часто люди запоминают эти беспорядочные образы, и, как ни странно, они сохраняются на протяжении всей их жизни.

Некоторые события вспоминаются легко, но есть и другие, которые, продолжая жить в нашем подсознании, остаются недоступными нашей памяти. Известен случай, когда во время экспериментов в сознании пациента удалось воссоздать некоторые забытые им события из прошлого, когда во время операции игла задела его мозг. Ощущения событий, которые при желании всегда можно «запросить» из своей памяти, с течением времени, видимо, не изменяются. Их воссоздание при воспоминании не изменяет и не освежает их. По своему опыту я могу сказать, что, когда я пыта-

уюсь проследить за последовательностью силлогизмов, вызванных в моем сознание детскими впечатлениями, то нахожу, что с годами эта последовательность ничуть не изменилась по сравнению с той, что была у меня в детстве. Стоит мне посмотреть сейчас на стул, дерево или телеграфный провод — вид предмета вызовет определенный ход мыслей. И, по моему, последовательность связанных воспоминаний будет аналогична той, какой, как я помню, я обладал в пяти-шестилетнем возрасте. Так, когда я смотрю на телеграфный провод, то сразу вспоминаю, как когда-то он стал для меня своего рода абстрактным, или математическим импульсом. Мне захотелось узнать, где еще он может быть полезен. Это была попытка обобщения.

Можно предположить, что большая часть объема памяти формируется у человека уже в очень раннем возрасте, и с этого момента внешние раздражители начинают процессы записи и распределения впечатлений по соответствующим каналам, которые в огромных количествах существуют уже в очень раннем детстве.

Очевидно, что зная, каким образом в памяти хранится информация, гораздо легче проанализировать свои мысли. Чтобы понять, как человек постигает содержание текста, суть нового метода или математического доказательства, интересно попробовать осознано представить временный порядок и внутреннюю логику. Однако, судя по тому, что я читал о природе памяти, ни профессионалы, ни любители не преуспели в исследовании этой области. Мне кажется, что намного больше для понимания природы ассоциаций можно сделать с помощью компьютеров как средства проведения экспериментов. Такой подход предусматривал бы градацию отдельных понятий, символов, классов символов, классов классов и т.д. так же, как это происходит при оценке сложности математических или физических структур.

Должно быть, в ходе мыслей есть некий «секрет», рекурсивная формула. Группа нейронов начинает работать автоматически, иногда без воздействия внешнего импульса. Это своего рода повторяющийся (итерационный) процесс с растущим узором. Группа нейронов перемещается в мозге, причем это перемещение зависит от воспоминания о подобных узорах.

Об этих процессах известно еще мало. Но, быть может, не пройдет и столетия, как эта проблема станет частью новой, захватывающей науки. Не так давно ученые, например Джон фон Нейман, стали исследовать сходство между действием человеческого мозга и компьютера. Раньше местом нахождения мысли люди считали сердце; со временем все более очевидной становилась роль мозга в процессе мышления. А, может быть, в действительности процесс мышления вообще зависит от всех чувств.

Мы привыкли считать мышление линейным процессом, недаром мы говорим о «ходе» мыслей. Однако мышление на подсознательном уровне может оказаться гораздо более сложным. Быть может, подобно тому, как на сетчатке глаза существуют одновременные зрительные впечатления, в человеческом мозге тоже могут находиться одновременные, параллельные, имеющие независимое происхождение, абстрактные впечатления? В нашем мозге протекают процессы, которые невозможно представить в виде линейной последовательности. Возможно, в будущем появится целая теория, посвященная поиску в памяти, но не с помощью одного сенсора, а с помощью сразу нескольких, подобно тому, как это происходит, когда несколько спасателей ищут заблудившегося в лесу человека. Эта проблема поиска — один из самых крупных разделов комбинаторики.

Что происходит, когда человек неожиданно вспоминает забытое слово или имя? Или когда он пытается вспомнить его? Что-то поворачивается в подсознании. Человек пробует разные пути: он перебирает один за другим звуки, буквы, длинные или короткие слова. Следовательно, слово хранится в памяти, состоящей из множества отсеков. Если бы оно хранилось целиком в одном месте, вспомнить его было бы просто нереально. Время — это тоже параметр, и, несмотря на то, что в нашем сознании существует, как нам кажется, только одно время, в подсознании может существовать много таких времен. Кроме того, присутствует механизм синтеза или суммирования. Можно ли вообще ввести систему автоматического поиска, хитроумную систему, которая не перебирает абсолютно все, а бегло просматривает только нужные элементы?

Однако, я уже достаточно отвлекся на рассуждения о памяти, и пора вновь вернуться к своему рассказу. Добавлю только, что мне хотелось бы обладать хотя бы отчасти способностями Владимира Набокова, который лишь по нескольким образам из прошлого мог воссоздавать целые панорамы воспоминаний. В самом деле, можно сказать, что художник, имея перед собой великое множество разнообразных впечатлений, «зарисовывает» на сетчатке своих глаз только самые ценные, самые существенные их фрагменты, которые его мозг суммирует для последующего хранения в памяти. Вероятно, именно таким способом карикатурист передает наиболее характерные черты лица всего-навсего несколькими штрихами. Говоря математическим языком, эти штрихи являются глобальными характеристиками функции или фигуры, состоящей из множества точек. В этом более прозаичном повествовании я тоже опишу лишь более формальные моменты.

В 1918 году мы вернулись во Львов, который к тому времени вошел в состав новой Польской республики. В ноябре того же года

город осадили украинские войска, встретив сопротивление лишь немногочисленного отряда солдат и вооруженного населения. Наш дом располагался в относительно безопасной части города, хотя и там время от времени раздавались взрывы артиллерийских снарядов. Как в более безопасное место, к нам стали перебираться наши родственники — кажется, около тридцати человек, причем половина из них — дети. Кроватей, конечно, не хватало, и многие спали прямо на полу на свернутых коврах. Во время бомбежки нам приходилось спускаться в подвал. До сих пор помню, как в один из таких дней моя мама торопила меня спускаться вниз, а я упрямился, желая сначала зашнуровать свои ботинки. Должно быть, для взрослых те времена были, мягко говоря, трудными, но только не для нас, детей. Как ни странно, я запомнил их полными веселья от наших детских забав, игр в прятки, а также в карты, которым я вместе с другими детьми научился за две недели до снятия осады прибывшей из Франции польской армией. Для детей воспоминания о военном времени не всегда бывают тяжелыми.

Новая угроза нависла над городом во время польско-русской войны 1920 года. Кавалерия Буденного пересекла границу Польши и продвинулась в глубь страны примерно на пятьдесят миль. Однако победа, одержанная Пилсудским на Варшавском фронте, спасла южный фронт и положила войне конец.

В 1919 году, когда мне исполнилось десять лет, я сдал вступительный экзамен и был зачислен в гимназию. Это была средняя школа на манер немецкой гимназии и французского лицея, с восьмилетним курсом обучения. Я был отличником по всем предметам, за исключением чистописания и рисования, хотя особым усердием в учебе не отличался.

Одним из пробелов в моих знаниях была химия, которой в школе уделялось очень мало внимания, и теперь, спустя уже полвека, когда я интересуюсь биологией, это весьма затрудняет мое изучение элементарной биохимии.

Примерно в то же время я обнаружил, что у меня есть проблемы со зрением — оно не было как у многих людей бинокулярным. Я узнал об этом в школе. Шла проверка зрения учеников, и я вместе с другими мальчиками из нашего класса ждал своей очереди читать таблицы. В ожидании я просто так прикрыл рукой один глаз и с ужасом заметил, что своим правым глазом я могу видеть лишь самые большие буквы таблицы. Я испугался, подумав, что если об этом узнают, меня заставят остаться после занятий, поэтому я решил запомнить расположение всех букв в таблице. Думаю, тогда я в первый раз сознательно сказал неправду. Когда подошла моя очередь, я успешно «прочел» буквы таблицы и меня отпустили. Но с тех пор я знал, что мои глаза видят по-разному. Один из них близорукий, другой, нормальный, позже стал дальнозорким.

Явление это довольно редкое, но хорошо известное медицине и, видимо, передается по наследству. Я до сих пор не ношу очки, хотя, чтобы прочесть своим близоруким глазом печатный текст, мне приходится наклоняться к листу бумаги как можно ближе. Конечно, я не отдаю себе отчета в том, какой именно глаз «трудится» в данный момент. Позже, уже в Мэдисоне, доктор сказал мне, что такое зрение имеет свои преимущества перед нормальным, т. к. оно позволяет глазам поочередно отдыхать. Иногда я задумываюсь над тем, могла ли эта особенность зрения, повлиявшая на мою манеру читать, воздействовать и на склад моего ума.

Размышляя о том, когда и как я вдруг стал интересоваться наукой, я всегда вспоминаю одну популярную книгу по астрономии, а точнее, некоторые иллюстрации из нее. Это был учебник «Астрономия неподвижных звезд» («Astronomy of Fixed Stars») Мартина Эрнста, профессора астрономии из университета Львова. В нем я увидел репродукцию портрета Исаака Ньютона. В то время мне было девять или десять лет — возраст, в котором ребенок еще не способен сознательно оценить привлекательность лица. Однако я хорошо помню, что этот портрет показался мне необыкновенно красивым, особенно глаза. Он сочетал в себе физическую привлекательность и некую таинственность, исходящую от лица. Позднее я узнал, что автором этого портрета Ньютона в молодости, с волосами до плеч и в рубашке с открытым воротом, был художник Г. Неллер.

На других хорошо запомнившихся мне рисунках были изображены кольца Сатурна и пояса Юпитера. Рисунки эти вызывали во мне чувство удивления, аромат которого сложно описать, поскольку он иногда ассоциируется с впечатлениями невизуального происхождения, подобными чувству, внушаемому изысканным примером научного рассуждения. Это ощущение появляется время от времени на протяжении всей жизни так же, как знакомый аромат, который чувствуешь временами. И вместе с этим ароматом приходят сопутствующие ему воспоминания детства или юности.

Сегодня, когда я читаю описания астрономических явлений, ко мне возвращаются эти зрительные воспоминания. Они приходят, сопровождаемые чувством ностальгии (не меланхоличным, но, напротив, очень приятным), и тогда во мне начинают созревать какие-то новые идеи или внезапно появляется желание с новой энергией предаться умственному труду.

Мой интерес к астрономии достиг высшей своей точки, когда мой дядя Шимон Улам подарил мне маленький телескоп. Я испытал тогда незабываемые эмоции. Это был рефрактор с двухдюймовым объективом и медной или бронзовой трубой.

С тех пор, стоит мне увидеть в антикварном магазине инструменты подобного рода, как мною овладевает ностальгия, и, по про-

шествии всех этих десятилетий, мне вновь хочется быть в курсе новых открытий и современных проблем астрономии.

В то время меня притягивало все непонятное, например, я очень интересовался вопросом уменьшения периода обращения кометы Энке. Давно уже было установлено, что каким-то загадочным образом трехлетний период обращения этой кометы вокруг Солнца неравномерно уменьшается. Астрономы девятнадцатого века пытались объяснить это явление воздействием сил трения или присутствием в пространстве какого-то нового невидимого тела. Меня очень взволновало то, что никто не знал точного ответа. Я стал задумываться над тем, может ли знаменатель r^2 в ньютоновой формуле всемирного тяготения быть не совсем точным, и начал прикидывать, как изменится период обращения кометы при различных значениях расстояния, если степень слегка отличается от двойки. Эта была весьма любопытная умственная попытка — ведь тогда я пытался произвести вычисления, руководствуясь скорее своим внутренним чутьем в совокупности с рассуждением, чем оперируя числами и символами.

Ни одна из звезд не могла удивить меня своей величиной. Тогда уже были рассчитаны параллаксы многих звезд, Бетельгейзе и Антарес считались намного больше Солнца (хотя точных данных по этому поводу не было), были известны расстояния до них. Я выучил названия созвездий, арабские названия некоторых звезд, расстояния от Земли до этих звезд и значения их светимости. Я также знал двойные звезды.

По сравнению с замечательной книгой Эрнста, другая книга, которая называлась «Планеты и условия жизни на них» («Planets and the Conditions of Life on Them»), была несколько необычной. Постепенно я пополнил свою библиотеку до восьми или десяти книжек по астрономии, в числе которых была замечательная книга Ньюкома – Энгельмана «Астрономия» на немецком языке. В довершении всего, правило Тициуса – Боде, позволяющее определить расстояния от планет до Солнца, внушило мне такой энтузиазм, что я решил стать астрономом или физиком. Одну из своих тетрадей я так и подписал: «С. Улам, астроном, физик и математик». Мне было тогда одиннадцать. С тех пор меня никогда не покидала любовь к астрономии. Думаю, что она была одной из тех тропинок, что привели меня в математику.

Сегодня Львов может показаться вам простым провинциальным городом, но это далеко не так. Многие ученые часто читали здесь публичные лекции, посвященные новым астрономическим открытиям, новой физике и теории относительности. Лекции эти собирали очень широкую аудиторию: их слушали юристы, врачи, бизнесмены и просто любопытные.

Популярностью пользовался и психоанализ Фрейда. Однако теория относительности была, несомненно, гораздо сложнее.

В 1919–1920 годах в газетах и журналах о теории относительности писали так много, что я решил выяснить, что она собой представляет. С этой целью я посетил ряд популярных лекций по этой теме. Конечно, в том возрасте я не мог понять деталей, однако я все же получил довольно ясное представление о самой идее теории. Когда маленький ребенок начинает учиться говорить, процесс его овладения речью проходит без какого бы то ни было знания грамматики языка. Но, оказываясь, и в точных науках можно уловить суть, не обладая при этом полным пониманием их фундаментальных положений. Так, я понял схему специальной теории относительности и даже некоторые из ее следствий, хотя не знал их математического обоснования. Я считаю, что вопрос о так называемом понимании не имеет ничего общего с однозначно положительным или отрицательным ответом, хотя мы и не располагаем пока специальным методом определения уровней понимания или глубины знания причин явлений.

Об этом интересе узнали друзья моего отца, который заметил, что я действительно «разбираюсь» в теории относительности. Отец часто повторял: «Да этот маленький мальчик, кажется, понимает самого Эйнштейна!» Так у меня появилась «репутация», и я чувствовал себя обязанным сохранить ее, хоть и знал, что, на самом деле, я не понимаю деталей этой теории. С этого времени обо мне заговорили как об «одаренном ребенке», что стало для меня стимулом к дальнейшему изучению популярной научной литературы. Я уверен, что это ощущение стимула знакомо многим детям, которые впоследствии становятся учеными.

Каким образом ребенок приобретает привычки и интересы, предопределяющие его будущность — вопрос малоизученный. Одно возможное объяснение — «плагиат», непостижимая способность ребенка к подражанию, копированию внешних впечатлений, к примеру, улыбки матери. Другое объяснение я усматриваю в его врожденном любопытстве. Как иначе объяснить то, что мы сами по собственной инициативе стремимся обогатить свой опыт новыми ощущениями, вместо того чтобы просто реагировать на раздражители?

Склонности, вероятно, являются частью унаследованной системы связей в мозге, генетической особенностью, которая, может быть, даже не зависит от физического расположения нейронов. Ведь очевидно, что происхождение головных болей связано с тем, насколько свободно кровь циркулирует в мозге, что, в свою очередь, зависит от того, расширены или сужены кровеносные сосуды. Возможно, важна именно «водопроводная система», а не

расположение нейронов, которое обычно ассоциируется с местом протекания мыслительного процесса.

Другим определяющим фактором может быть случайность начального успеха или неудачи в новом поиске. Я думаю, что и качество памяти развивается подобным образом — в результате случайностей, которые имели место в начале, или беспорядочных внешних воздействий, а, быть может, благодаря удачному сочетанию первого со вторым.

Взять, к примеру, талант шахматиста. Хосе Капабланка обучился игре в шахматы в шесть лет, наблюдая за игрой отца и дяди. Поэтому его способности к шахматной игре развивались без всякого приложения к тому усилий, с той же естественностью, с какой ребенок учится говорить, и которая так не свойственна взрослым в их начинаниях. У многих других знаменитых шахматистов первый интерес к игре также возник при наблюдении за игрой их родственников. Когда же они сами попробовали сыграть и с первого же раза выиграли партию, возможно, совершенно случайно, в них утвердилось желание продолжить это занятие. Ведь, как известно, нет лучшего стимула, чем успех, особенно в юности.

Меня игре в шахматы обучил отец. У него была брошюра по игре в шахматы, и он часто разбирал со мной наиболее известные из описанных в ней партий. Меня приводил в восхищение ход коня, в особенности, тот оригинальный способ, каким конь мог угрожать сразу двум фигурам соперника. Хотя это была всего лишь простая хитрость, я находил ее особенно замечательной и с тех пор полюбил эту игру.

Нельзя ли подобным же образом объяснить талант математика? Ребенок, скажем, делает успехи в арифметике; возможно, это лишь чистое везение. Однако они побуждают его идти дальше, накапливая все больше опыта и тем самым расширяя границы своей памяти.

Я заинтересовался математикой в довольно раннем возрасте. В библиотеке отца имелась замечательная серия книг на немецком языке под названием «Reklam». В нее входила «Алгебра» Эйлера. Я часто листал ее страницы, и книга эта внушала мне чувство некой таинственности. Все символы казались мне, десятилетнему мальчишке, магическими знаками, и я очень хотел знать, смогу ли когда-нибудь понять их. Вполне возможно, что это способствовало дальнейшему развитию моей любознательности. Например, я сам научился решать квадратные уравнения. Я отдавался этому занятию с невероятной сосредоточенностью и каким-то болезненным, не вполне осознанным напряжением. То, что я делал, было равносильно мысленному возведению в квадрат какого-либо числа без бумаги и карандаша.

В старших классах очередным стимулом для меня стала задача о существовании совершенных нечетных чисел. Как известно, целое число называют совершенным, если оно равно сумме всех своих делителей, включая единицу, кроме делителя, равного данному числу. Так, числа $6 = 1 + 2 + 3$ и $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$ являются совершенными. Вы спросите: бывают ли нечетные совершенные числа? К сожалению, вопрос об их существовании остается открытым до сих пор.

Школьные уроки математики меня по большей части не удовлетворяли. Я считал их скучными, и у меня совсем не лежала душа к заучиванию определенных формальных операций. Поэтому мне больше нравилось изучать математику самостоятельно.

Где-то в пятнадцать лет мне попался трактат по исчислению бесконечно малых величин, написанный Герхардтом Ковалевским. Мои знания аналитической геометрии и тригонометрии были слишком малы, однако идея пределов, определения вещественных чисел, понятия производных и интегрирования заинтересовали меня, захватили целиком. Тогда я принял решение ежедневно читать одну или две странички из этой книги и попытаться узнать необходимые факты по тригонометрии и аналитической геометрии из других книг.

Еще две книги я купил в комиссионном магазине. Могу с уверенностью сказать, что не помню, чтобы какая-то другая из прочитанных мною впоследствии книг заворожала бы меня так сильно, как эти две, написанные Серпинским — «Теория множеств» и монография по теории чисел. В результате в семнадцать лет я знал о теории элементарных чисел столько же, а быть может, и больше, чем знаю сейчас.

Я прочитал также книгу Гуго Штейнгауза «Что является и что не является математикой» («What Is and What Is Not Mathematics») и замечательные работы Пуанкаре «Наука и гипотеза» («La Science et la Hypothèse»), «Наука и метод» («La Science et la Méthode»), «Ценность науки» («La Valeur de la Science») и «Последние мысли» («Dernieres Penrees») в польском переводе. Их язык, не говоря уже о научной ценности, приводил меня в восхищение. Я должен сказать, что Пуанкаре, несомненно, повлиял на формирование моего научного мышления. Если прочесть одну из его книг сегодня, то сразу увидишь, как много замечательных истин науки прошлого остается важным для науки настоящего, несмотря на то, сколь потрясающие произошли за это время перемены и в математике, и, тем более, в физике. Я восхищался и Штейнгаузом, рассмотревшим в своей книге множество истинно математических задач.

В соответствии со школьной программой из всех математических разделов нам полагались лишь алгебра, тригонометрия и начала аналитической геометрии. В седьмом и восьмом классах, когда

всем нам было не больше шестнадцати – семнадцати лет, мы прослушали курс элементарной логики и обзорные лекции по истории и философии. Эти предметы нам читал профессор Зафирский. Истинный ученый, преподаватель университетской кафедры, он просто заражал своим энтузиазмом. На его занятиях мы узнавали о последних направлениях в перспективных областях современной логики. Самостоятельно изучив книги Серпинского, я даже смог вызвать его на обсуждение некоторых аспектов теории множеств, обычно во время перемен или же в его кабинете. Меня тогда интересовали вопросы, связанные с трансфинитными числами и гипотезой континуума.

Другим моим собеседником, с которым я мог до полного изнеможения обсуждать математические вопросы, выдвигать обширные новые проекты, придумывать новые задачи, теории, методы, граничившие с фантастическими, был Мецгер. Этот юноша был старше меня на три-четыре года и увлекался математикой так же страстно, как и я. Поэтому друзья моего отца, знавшие Мецгера, решили познакомить нас. Мецгер жил в еврейском квартале, бывшем гетто. Он был невысоким, полным мальчиком со светлыми волосами. Как-то мне довелось увидеть портрет Гейне в молодости, и он напомнил мне лицо моего товарища. Людей такого склада можно встретить и сейчас, но реже. Они демонстрируют дилетантский подход ко всему, даже к самым основам математики. С Мецгером мы обсуждали «итерационное исчисление»¹, не имея практически никакого понятия о его математических основах. Он был просто безумцем и проявлял поразительную безудержность в своем стремлении переделать все и вся, столь типичном для еврейской нации. Стефан Банах отметил как-то, что подобное свойство характера — настойчивое желание перевернуть все традиционные устои было присуще некоторым евреям — Иисусу, Марксу, Фрейду, Кантору. Оно было присуще и Мецгеру, хоть и не проявлялось в нем с таким размахом. Если бы он получил лучшее образование, то наверняка добился бы успехов. Но семья Мецгера была очень бедна, а его польский при отталкивающем акценте и гортанной речи был безнадежен. Спустя несколько месяцев он неожиданно исчез, и я больше никогда не видел его. Только сейчас я в первый раз за эти годы вспомнил о нем. Возможно, он еще жив. Как бы то ни было, это воспоминание о Мецгере и наших дискуссиях воскрешает в памяти цвет и аромат «абстракций», которыми мы обменивались.

Как ни странно, даже в том юном, незрелом возрасте я иногда пытался проанализировать ход своих мыслей. Я считал, что смогу понять их лучше, если в процессе своих рассуждений буду

¹Iterative calculus. — Прим. *peg*.

регулярно, через каждые несколько секунд возвращаться от текущей мысли к предшествующей и отслеживать таким образом формирование всей цепочки умозаключений. Однако я, разумеется, прекрасно осознавал, насколько чреватые слишком длительные и частые занятия подобным самоанализом.

В те годы мое представление об астрономах и ученых, в частности математиках, формировали исключительно книги. Первые «живые» впечатления я получил, посетив в 1926 году ряд популярных лекций по математике. Несколько дней подряд с докладами выступали Гуго Штейнгауз, Станислав Рузевич, Стефан Банах и другие ученые. Прежде всего меня поразила их молодость — немало прочитав и услышав об их достижениях, я ожидал увидеть бородатых, выдавших виды корифеев науки. Я слушал их с жадным любопытством. Тогда же сложилось мое самое первое впечатление о Банахе, такое же молодое, как я сам в те годы, — меня впечатлил его самобытный талант. Став со временем глубже, ярче, «повзрослев», это впечатление оставалось во мне на протяжении всего нашего длительного знакомства, сотрудничества и, наконец, дружбы.

В 1927 году в Львове проходил конгресс математиков, для участия в котором были приглашены многие иностранные ученые. Я узнал об этом от профессора Завирского, который добавил также, что с докладом выступит молодой, блестящий математик Джон фон Нейман. Именно тогда я впервые услышал это имя, но, к сожалению, я не смог тогда посетить ни одной лекции, поскольку в то время в гимназии была пора выпускных экзаменов.

И все-таки интерес к науке не отнимал все мое время. Я с упоением читал самых разнообразных авторов: как польских писателей, так и зарубежных — Толстого, Жюль Верна, Карла Мэя, Г.Д. Уэллса и Анатоля Франса. Когда я был помладше, то любил читать биографии и приключенческие рассказы.

Наряду с умственной деятельностью я активно занимался спортом. В четырнадцать лет вместе со своими одноклассниками я стал играть в футбол, был вратарем, правым форвардом, да кем только я не был! Я также играл в теннис и активно занимался не только футболом, но и бегом.

После занятий мы с одноклассниками нередко оставались играть в карты, чаще всего в бридж и наиболее простой вид покера, делая маленькие ставки. Как правило, в покер выигрывали старшие ребята. Я объяснил бы это самым элементарным проявлением проницательности, которая, как известно, с годами не только не ослабевает, но становится все глубже. Кроме того, два или три раза в неделю я играл в шахматы. Я был одним из самых лучших игроков в своем классе и, несомненно, владел чувством расклада при игре, хотя и не обладал выдающимися способностями. Ведь

в шахматах, как и в математике, необходимыми условиями достижения мастерства являются постоянная практика, постоянная тренировка ума и способность предвидеть события.

В 1927 году я сдал выпускные экзамены, и для меня наступил период неопределенности. Мне было нелегко выбрать будущую профессию. Отец, который всегда хотел, чтобы я стал юристом, и собирался передать мне всю свою обширную практику, теперь признал, что мои интересы имеют совсем иную направленность. Кроме того, юристов в Львове хватало. Мысль о карьере в стенах университета была привлекательной, но достичь звания профессора было нелегко, особенно людям с еврейским происхождением, которое имел и я. Поэтому я связывал свои надежды с таким учебным заведением, учеба в котором позволила бы мне иметь в будущем какую-то практическую профессию и одновременно была бы связана с наукой. Родители настояли на том, чтобы я стал инженером, и тогда я подал заявление в Львовский политехнический институт о зачислении на факультет машиностроения или электротехники.

Студенческие годы

1927–1933

Осенью 1927 года я начал посещать лекции в политехническом институте на факультете общих исследований¹, поскольку набор на факультет электротехники уже был завершен. Уровень обучения был заметно более высоким, чем в средней школе, хотя, прочтя Пуанкаре и несколько специальных математических трактатов, я с наивностью ожидал, что каждая лекция будет шедевром стиля и изложения. Конечно же я был разочарован.

Поскольку многие разделы математики я изучил самостоятельно, я начал посещать занятия второго курса в качестве слушателя. Это были лекции по теории множеств, а читал их Казимир Куратовский, молодой профессор, только приехавший из Варшавы, ученик Серпинского, Мазуркевича и Янишевского. Я был студентом-первокурсником. Он же, так сказать, профессором-первокурсником. С первой же лекции я был очарован изысканностью, лаконичностью и четкостью его объяснения и даваемого им материала. С самого начала я участвовал в дискуссиях с Куратовским активнее, чем большинство старших студентов, так как, прочитав книгу Серпинского, я более или менее разбирался в этом предмете. Думаю, он быстро отметил меня как одного из наиболее способных студентов, и после занятий он часто уделял мне индивидуальное внимание. Так, поощряемый Куратовским, я начал карьеру математика.

Вскоре я мог ответить на некоторые наиболее сложные вопросы по курсу теории множеств и начал ставить перед собой другие задачи. С самого начала я не мог не ценить то великодушное и терпение, с которыми Куратовский уделял столько времени новичку. Несколько раз в неделю во время обеденных перерывов я сопровождал его до дома, до которого было минут двадцать ходьбы, и успевал за это время задать ему несметное количество вопросов,

¹Department of General Studies. — *Прим. пер.*

касающихся математики. Спустя годы Куратовский сказал мне, что эти вопросы были иногда действительно важными, а иногда оригинальными и интересными.

Курсы, которые я слушал, включали математический анализ, исчисление, классическую механику, начертательную геометрию и физику. Перерывы между занятиями я обычно проводил в кабинете одного из преподавателей математики. В то время я как никогда в своей жизни стремился заниматься только математикой и ничем другим.

Именно там я впервые встретил Станислава Мазура, молодого преподавателя из Львовского университета. Он приходил в политехнический институт, чтобы поработать вместе с Орличем, Никлиборцем и Кацмарцем, которые были на несколько лет старше его.

Беседуя с Мазуром, я начал вникать в вопросы анализа. Я помню, как целыми часами сидел за партой, размышляя над вопросами, которые он ставил передо мной или же обсуждал с другими математиками. Мазур познакомил меня с перспективными идеями теории функций вещественной переменной и нового функционального анализа. Мы обсуждали некоторые из последних задач Банаха, разработавшего новый подход к этой теории.

Время от времени появлялся и сам Банах, хотя основная его работа проводилась в университете. Я встретил его впервые во время своего первого года учебы, но наше знакомство в более точном, близком и интеллектуальном смысле состоялось год или два спустя.

В этих преподавательских комнатах можно было часто увидеть и других математиков. Стоцек, жизнерадостный, круглолицый, невысокий и совершенно лысый, был деканом факультета общих исследований. На польском слово «stożek» означает конус, он же скорее походил на сферу. Всегда в хорошем настроении, вечно шутя, он любил уплетать сосиски, щедро приправленные хреном — блюдо, которое, как он утверждал, излечивает от меланхолии. (Стоцек был одним из профессоров, убитых немцами в 1941 году.)

Здесь работал и Энтони Ломницкий, математик с аристократическими чертами, который специализировался по теории вероятностей и ее приложениям к картографии. (Он тоже был убит немцами во Львове, в 1941 году.) Збигнев Ломницкий, его племянник, стал впоследствии моим хорошим другом и соратником.

Высокий и худощавый Кацмарц (погиб в 1940 году при исполнении воинского долга) и Никлиборц, низкий и полный, заведовали практической частью курса исчисления в целом и курса дифференциальных уравнений. Их часто можно было увидеть вместе,

и они напоминали мне Пата и Паташона, двух комических киноактеров того времени.

Я не был образцовым студентом, если понимать под таковым студента, способного заниматься предметами, которые его не интересуют. С другой стороны, после стольких лет я все еще не могу назвать себя состоявшимся математиком-профессионалом. Я люблю пробовать новые подходы и, будучи оптимистом по натуре, всегда надеюсь, что в итоге они окажутся успешными. Мне никогда не приходило в голову, что мое умственное усилие пропадет впустую или что нужно «экономить» свой умственный капитал.

В начале второго семестра первого курса Куратовский рассказал мне об одной задаче в теории множеств, которая касалась преобразования множеств. Она была связана с известной теоремой Бернштейна: если $2A = 2B$, то $A = B$ в арифметическом смысле бесконечных кардиналов¹. Это была первая задача, над которой я провел напряженные часы размышлений. То, как я размышлял над ней, сам не зная толком, что я хочу получить в результате, сейчас мне кажется загадкой. Я был настолько погружен в отдельные моменты, что был не способен осмысленно представить себе всю картину в целом. И все же мне удалось в структурной форме показать решение этой задачи, придумав свой метод представления разложения множеств и соответствующих преобразований с помощью графов. Невероятно, но тогда я подумал, что изобрел саму идею графов!

Свою первую научную работу я написал на английском языке, который знал лучше, чем немецкий или французский. Куратовский проверил ее, и в 1928 году моя небольшая статья появилась в «Fundamenta Mathematicae», ведущем польском математическом журнале, редактором которого он был. Это придало мне уверенности в себе.

Но и тогда я все еще не решил, какую профессию или род деятельности выбрать. Реальные шансы стать профессором математики в Польше были ничтожно малы — вакансий в университете было мало. Моя семья хотела, чтобы я обучился какой-нибудь профессии, на втором курсе я собирался перевестись на факультет электротехники. Возможность зарабатывать на жизнь, работая в этой области, казалась мне намного реальнее.

Ближе к концу первого курса Куратовский упомянул на своей лекции еще об одной задаче в теории множеств. Это была проблема, связанная с существованием субтрактивных, т. е. не вполне счетно-аддитивных функций в теории множеств. Помню, что размышлял над этим вопросом недели напролет. Я все еще словно

¹ Имеются ввиду кардиналы (кардинальные числа), определяющие мощность множества. — *Прим. ред.*

ощущаю то напряжение, с каким я обдумывал его, и то количество попыток, которые я сделал. Я поставил самому себе ультиматум — если я смогу решить эту задачу, то останусь математиком, в противном случае стану заниматься электротехникой.

Через несколько недель способ решения был найден. Я в волнении поспешил к Куратовскому, чтобы рассказать о нем — о своем решении с применением трансфинитной индукции. Математики уже не раз использовали трансфинитную индукцию, но в целях иного рода. То применение, которое нашел ей я, было, на мой взгляд, новым.

Я думаю, Куратовскому мой успех доставил удовольствие, и он одобрил мое намерение продолжать занятия математикой. До окончания первого курса я успел написать свою вторую работу, которую Куратовский также опубликовал в «Fundamenta». Жребий был брошен. Я сосредоточился на «непрактичных» возможностях карьеры ученого. В известном смысле большая часть процесса, который люди называют принятием решения, происходит в силу определенных причин. Однако я считаю, что само решение, к которому приходят в конечном итоге, — это своего рода голосование, которое происходит на уровне подсознания, где верх одерживает большинство доводов в его пользу.

Летом 1928 года я поехал на балтийское побережье Польши, и Куратовский пригласил меня заехать по пути в его загородный дом, недалеко от Варшавы. Это была элегантная вилла с теннисным кортом. Куратовский в то время довольно хорошо играл в теннис, и это меня очень удивляло, так как его фигура была какой угодно, но только не атлетической.

Во время шестичасовой поездки на поезде из Львова в Варшаву я практически беспрестанно думал о проблемах теории множеств, желая представить Куратовскому что-нибудь, что заинтересовало бы его. Я размышлял над тем, как опровергнуть теорию континуума — одну из самых известных нерешенных задач из основ теории множеств и математики, которую сформулировал Георг Кантор, создатель самой теории множеств. Однако все мои соображения были весьма туманными, и Куратовский это очень скоро обнаружил. Тем не менее, мы обсудили отдельные стороны этой проблемы, и я уехал в Сопот с более или менее не потревоженной уверенностью в себе.

Альфред Тарский, ныне знаменитый логик и профессор в Беркли, был варшавским другом Куратовского и иногда приезжал во Львов. Как логик он уже был известен за рубежом, однако его работа по основам математической логики и теории множеств также имела немаловажное значение. Он был кандидатом на вакантную должность профессора философии в Львовском университете. Вместо него эту должность отдали тогда другому

логику, Леону Хвистеку — признанному художнику, автору философских трактатов, шурина Штейнгауза, человеку, хорошо известному своей эксцентричностью. (Он умер в Москве во время войны.) Спустя годы, в Кембридже, я случайно упомянул о Хвистеке в разговоре с Альфредом Нортон Уайтхедом. В ходе нашей беседы я заметил: «Странно, что и он был художником», на что Уайтхед разразился громким смехом и, зааплодировав, воскликнул: «Как это по-английски говорить, что быть художником — это странно!», и миссис Уайтхед тоже рассмеялась. Недавно в Польше вышла в свет биография Хвистека, замечательно изложенная Эйстрейхером. Это увлекательное повествование о его карьере и творческой деятельности Хвистека в Кракове и Львове в период с 1910 по 1946 год.

Один из первых моих контактов с Тарским возник в связи с моей второй научной работой. Я доказал в ней теорему об идеалах множеств в теории множеств. (Позже Маршалл Стоун доказал другую версию этой же теоремы). В своей статье в «Fundamenta» я также раскрыл возможность определения конечно-аддитивной меры с двумя значениями (0 и 1) и установил максимальный простой идеал для подмножеств в бесконечном множестве. К тому же самому результату пришел и Тарский в очень длинной работе, которая появилась через год. Куратовский обратил его внимание на то, что этот результат следовал из моей теоремы, и Тарский отметил это в сноске. Ввиду моей молодости, я расценил это как маленькую победу, как признание моего присутствия в математике.

В то время среди некоторых математиков было распространено мнение, что логика в действительности не является математикой, а представляет собой лишь некое подготовительное и даже чуждое математике занятие. Сегодня это убеждение исчезает перед лицом множества реальных успехов, достигнутых в математике, благодаря методам формальной логики.

На втором курсе я решил прослушать курс теоретической физики, который читал профессор Войцек Рубинович, ведущий польский теоретик, бывший студент и сотрудник знаменитого физика Зоммерфельда из Мюнхена. Я посещал его образцовые лекции по электромагнетизму и принимал участие в семинарах по теории групп и квантовой теории, которые он проводил для способных студентов. Мы занимались по учебнику Германа Вейля «Теория групп и квантовая механика» («Gruppen theorie und Quantum Mechanik»). Весьма впечатляющим был высокий уровень математики, на котором мы изучали уравнения Максвелла и теорию электричества, составлявшие первую часть этого учебника. Хотя многое было выше моего понимания, я умудрялся много читать самостоятельно. Читал популярные доклады по теоретической физике,

статистической механике, теории газов и теории относительности, не забывая также про электричество и магнетизм.

Зимой Рубинович заболел и попросил меня (хотя я был самым молодым студентом в группе) провести несколько занятий во время его отсутствия. До сих пор помню, как я корпел над незнакомым и трудным материалом учебника Вейля. Это было моим первым активным занятием в области физики.

Математические кабинеты политехнического института продолжали оставаться местом моего постоянного пребывания. Каждый день я проводил там утренние часы, в том числе и по субботам (суббота тогда не считалась выходным днем; по утрам в субботу проводились занятия). Нередко в институте появлялся Мазур, и мы начали активно работать вместе над проблемами функциональных пространств. Мы нашли решение задачи о бесконечномерных векторных пространствах. Теорема, которую мы доказали, — о том, что преобразование, сохраняющее расстояние, является линейным — входит сейчас в стандартный курс геометрии функциональных пространств. Написанная нами научная статья была опубликована в «Compte-Rendus» Парижской Академии наук.

Именно Мазур (наряду с Куратовским и Банахом) познакомил меня с некоторыми наиболее значительными этапами развития математических подходов и мышления. Я многое узнал от него о психологии исследования и различных отношениях к нему. Иногда мы часами сидели в кафе. На клочке бумаги или мраморной поверхности стола он писал один символ или строчку типа $y = f(x)$, и, подавая или обсуждая различные идеи, мы оба таращились на эту надпись. Словно хрустальный шар, эти символы, которые стояли у нас перед глазами, должны были помочь нам сконцентрироваться. Спустя годы в Америке я часто практиковал подобный метод со своим другом Эвереттом, только происходило это не в кафе, а в кабинете, где висела доска.

Мазур, по его же собственным словам, был мастером «наблюдать и замечать». Это позволяло ему формулировать, обычно в краткой и точной форме, некоторые свойства понятий. Как правило, проверить их не составляло труда, поскольку иногда они граничили с традиционными формулировками и потому оставались незамеченными, однако часто именно им принадлежала решающая роль при решении задач.

Во время одной из бесед в кафе Мазур предложил первые примеры бесконечных математических игр. Я помню также (это было, скорее всего, в 1929 или 1930 году), что он поднял вопрос о существовании автоматов, которые обладали бы способностью к копированию самих себя при наличии некоторого наполнителя. Мы обсуждали это весьма отвлеченно, но некоторые из наших идей, которые мы никогда не записывали, практически предопре-

делили будущие теории, такие, как теория абстрактных автоматов фон Неймана. Часто мы размышляли над возможностью создания компьютеров, способных выполнять числовые операции, связанные с исследованиями, и даже формальные алгебраические вычисления.

Я уже упомянул о том, что впервые увидел Банаха, посетив серию математических лекций во время учебы в средней школе. В то время Банаху было за тридцать, но, вопреки впечатлению, которое обычно складывается у молодых о людях, которые на пятнадцать или двадцать лет старше их, мне он показался очень молодым. Он был голубоглазым блондином, высоким, с довольно тучной фигурой. Его манера говорить впечатлила меня своей открытостью, убедительностью и явной бесхитростностью (особенность, которая, как я заметил, была в какой-то мере напускной). Выражение его лица обыкновенно выдавало хорошее расположение духа в сочетании с определенной долей скептицизма.

Банах происходил из бедной семьи и почти не получил того общепринятого школьного образования. Он был по большей части самоучкой, когда пришел в стены Политехнического института. Говорили, что Штейнгауз совершенно случайно узнал о таланте Банаха, подслушав разговор двух молодых студентов, сидевших на скамейке в парке и обсуждавших математические вопросы. Одним из них был Банах, другим — Никодим, который недавно ушел с поста профессора математики Кеньонского колледжа. Впоследствии Штейнгауз и Банаха ожидало очень тесное сотрудничество и совместное основание Львовской математической школы.

Познания Банаха в математике были обширными. Он внес свой вклад в теорию функций вещественных переменных, теорию множеств, функциональный анализ, теорию бесконечномерных пространств (точки этих пространств являются функциями или бесконечными числовыми рядами). Некоторые его результаты были воистину изящны. Как-то он сказал мне, что в молодости знал все три тома «Дифференциальной геометрии» Дарбу.

Я побывал лишь на нескольких лекциях Банаха. Особенно мне запомнились его доклады на тему вариационного исчисления. В основном его выступления не были как следует подготовлены. Иногда он ошибался или пропускал что-то. Наиболее увлекательно было наблюдать за тем, как он работал у доски, пытаюсь устранить свою оплошность и неизменно справлялся с этим. Я всегда находил такие выступления гораздо более увлекательными по сравнению с теми безукоризненными лекциями, во время которых мое внимание, бывало, окончательно переключалось на другие вещи и возвращалось к докладчику, лишь когда я чувствовал, что тот попал впросак. Начиная с третьего курса учебы, почти все идеи моих работ по математике созревали под влиянием бесед с Ма-

зуром и Банахом. Банах говорил, что некоторые из моих работ отличались «необычностью» в постановке задач и обзоре возможных доказательств. Однажды, несколько лет спустя, он сказал мне, что его поражало то, насколько часто эти «необычные» подходы оправдывали себя. Слова эти из уст великого ученого в адрес молодого человека двадцати восьми лет были, наверное, величайшей из всех когда-либо заслуженных мною похвал.

Что же касается способностей Банаха, то будь то математическая дискуссия или короткое замечание на какую-то общую тему — во всем почти сразу можно было почувствовать огромную силу его ума. Он трудился с огромным напряжением, но в какие-то моменты прекращал работу и некоторое время пребывал в кажущемся бездействии. Но и в эти промежутки времени его мозг продолжал работать над отбором тех утверждений — своего рода пробных шаров — которые могли бы наилучшим образом послужить в качестве основных теорем в какой-нибудь последующей области изучения.

Он любил вести длинные математические дискуссии с друзьями и студентами. Я вспоминаю одно наше «заседание» в Шотландском кафе с Мазуром и Банахом, продолжавшееся семнадцать часов подряд, когда мы прерывали нашу беседу лишь для того, чтобы перекусить. Более всего меня вдохновляло то, как он мог обсуждать математические вопросы, обосновывать их и находить доказательства в ходе таких бесед.

Поскольку дискуссии эти чаще всего проходили в соседних кафе или маленьких харчевнях, некоторые математики часто там же и обедали. Сейчас мне кажется, что еда там была так себе, но напитков было великое множество. У столов были белые мраморные поверхности, на которых можно было писать карандашом и, что не менее важно, с них было легко стирать надписи.

Проливался внезапный и непродолжительный поток речи, на столе писалась пара строчек, иногда слышался смех одного из собеседников, а затем наступало длительное молчание, во время которого мы пили кофе, уставившись друг на друга отсутствующим взглядом — вот так это обычно бывало. Должно быть, посетителей, сидевших за соседними столиками, озадачивало столь странное поведение. Однако именно такое упорство и умение сконцентрироваться являются самыми важными условиями истинно плодотворной работы в области математики.

Когда отдаешь много сил размышлению над какой-то одной задачей несколько часов подряд, это может вызвать сильную усталость, граничащую с полным упадком сил. Я сам никогда не испытывал полного упадка сил, хотя два или три раза за свою жизнь мне все же довелось почувствовать себя несколько «странно внутри». Однажды я усиленно размышлял над несколькими матема-

тически построениями, переходя от одного к другому, но в то же время пытаюсь сознательно удерживать их всех в голове одновременно. Эта сосредоточенность и умственные усилия привели мои нервы в состояние сильнейшего стресса. Внезапно все вокруг пошло кругами, и я вынужден был остановиться.

Эти долгие собрания в кафе с Банахом, а чаще с Банахом и Мазуром были в своем роде уникальны. Сотрудничество наше развивалось с таким размахом, равного которому я уже нигде никогда не встречал, возможно только в Лос-Аламосе в годы войны.

Банах признался мне как-то, что еще с самой юности его особенно привлекал сам поиск доказательств, т. е. демонстрация предположений. В его подсознании была заложена способность отыскивать скрытые пути — отличительное свойство его особого дара.

Через год или два Банах перенес наши ежедневные заседания из Римского кафе в Шотландское кафе, что находилось как раз через улицу. Стоцек проводил там ежедневно пару часов, играя в шахматы с Никлиборцем за чашкой кофе. Другие математики, окружив их, давали непрошенные советы. Изредка там появлялись Куратовский и Штейнгауз. Обычно они посещали более изысканные места, славящиеся лучшей выпечкой во всей Польше.

Было трудно оказаться выносливее Банаха или «впитать» в себя больше, чем он во время этих заседаний. Мы обсуждали на них задачи, которые обычно прямо там же и ставились, и зачастую не находили решения даже после нескольких часов размышлений, а на следующий день Банах появлялся, держа в руках несколько маленьких листочков с основными пунктами доказательств, которые он успел закончить накануне. Если же они были не завершены или даже не совсем правильны, то Мазур, как правило, приводил их в более удовлетворительный вид.

Нет нужды говорить, что помимо этих математических дискуссий, мы подолгу разговаривали о науке вообще (особенно о физике и астрономии), университетских новостях, политике, положении дел в Польше, или, выражаясь одной из любимых фраз Джона фон Неймана, об «остальной части Вселенной». Тогда уже приобретала свои зловещие очертания тень грядущих событий, скорого возвышения Гитлера в Германии, и зарождалось смутное предчувствие мировой войны.

В юморе Банаха присутствовала ирония и время от времени слышались нотки пессимизма. В течение некоторого времени он был деканом факультета естественных наук, и ему приходилось посещать разного рода собрания. По возможности он всегда старался избегать эти мероприятия. Как-то он сказал мне: «*Wiem gdzie nie będę*»¹, и по его тону было ясно, что он намеревался пропустить какое-нибудь скучное собрание.

¹Я знаю, где меня не будет (польск.) — Прим. ред.

Банах имел потрясающую способность к постановке задач, охватывающих целые разделы математических дисциплин, и его публикации лишь частично отражают его математические пристрастия. Его интересы в математике были гораздо разнообразнее, чем можно было себе представить по его опубликованным работам. Очень велико было его влияние на других математиков во Львове и в Польше. Он, без сомнения, является одной из выдающихся фигур этого примечательного периода между двумя войнами, во время которого было так много сделано в области математики.

У меня нет достоверных сведений о его жизни и работе на период от начала войны и до его преждевременной смерти осенью 1945 года. По обрывочной информации, полученной позднее, мы узнали, что во время немецкой оккупации он все еще оставался во Львове и претерпевал большие лишения. Выжив, чтобы увидеть поражение Германии, Банах умер в 1945 году от болезни легких, возможно от рака. Я часто видел, как он выкуривал по четыре-пять пачек сигарет в день.

В 1929 году Куратовский попросил меня принять участие в конгрессе математиков из славянских стран, который должен был пройти в Варшаве. Что мне особенно запомнилось, так это прием во дворце президиума Совета Министров и робость, которую я испытывал в окружении такого множества великих математиков, правительственных чиновников и влиятельных людей. Отчасти мне удалось побороть ее, когда другой математик, Ароншайн, который был на четыре-пять лет старше меня, обратился ко мне со словами: «Kolego (так обычно польские математики обращались друг к другу), давайте пройдем в другую комнату, там подают превосходные пирожные». (Сейчас Ароншайн — профессор Канзасского университета в Лоренсе.)

Львовское отделение Польского математического общества проводило заседания по субботам в вечернее время. Обычно в течение часа зачитывалось три или четыре небольших доклада, после чего участники собрания отправлялись в кафе, чтобы продолжить обсуждение там. Не раз я заранее объявлял о своей готовности сообщить о некоторых результатах своей работы на одном из ближайших собраний, хотя доказательство, над которым я работал, еще не было завершено. Это было самонадеянно, однако мне сопутствовала удача, потому что я всегда успевал закончить доказательство до своего выступления.

Мне было девятнадцать или двадцать лет, когда Стоцек попросил меня занять место секретаря Львовского отделения математического общества, обязанность которого состояла, главным образом, в рассылке извещений о предстоящих заседаниях и написании кратких аннотаций обсуждаемых вопросов для «Society's

Bulletin». Разумеется, между нашим отделением и другими отделениями в Кракове, Познани и Вильно велась активная переписка. Серьезные проблемы возникали в связи с намерением перенести административный центр общества из Кракова, старинного королевского города Польши, в столицу Варшаву, где, в конце концов, он и разместился.

Однажды из Кракова пришло письмо, ходатайствующее о поддержке Львовского отделения в этом вопросе. Я сказал Стоцеку, президенту нашего отделения: «Сегодня утром пришло важное письмо», и его ответ — «Спрячь его так, чтобы ни одна душа его не увидела» — нанес серьезный удар по моей юношеской наивности.

Второй конгресс, на котором я побывал, проходил в 1931 году в Вильно. Я поехал в Вильно поездом через Варшаву вместе со Стоцек, Никлиборцем и еще одним или двумя математиками. Всю дорогу они что-то ели и пили, но когда я вытащил из кармана фляжку с бренди, Стоцек разразился смехом и сказал: «Это мама позаботилась на случай, если ему вдруг станет дурно!» Это заставило меня остро почувствовать, насколько молодо я выглядел в глазах других. В течение многих лет я был самым молодым среди своих друзей-математиков. И теперь мне грустно сознавать, что сейчас почти в любой из групп ученых я самый старей.

Вильно был изумительным городом. Отличаясь от других городов австрийской части Польши, он создавал определенно восточную атмосферу. Он казался мне экзотичным и куда более примитивным по сравнению с той частью Польши, где жил я. Улицы все еще были вымощены булыжником. Когда я приготовился принять ванну в номере отеля, оказалось, что из крана гигантской ванны не бежит вода. На мой звонок явился крепкий парень в русских сапогах с тремя большими ведрами горячей воды, которую нужно было вылить в ванну.

Я побывал в церкви св. Анны, той самой, что привела Наполеона, направлявшегося через Польшу в Москву, в такое восхищение, что тот захотел перевезти ее во Францию.

Это было мое первое и последнее посещение Вильно. Стоит отметить здесь, что один из самых выдающихся математиков Польши Антони Зигмунд занимал в Вильно должность профессора до Второй мировой войны. В 1940 году он уехал в Швецию, а оттуда в Соединенные Штаты. Сейчас он профессор Чикагского университета.

На конгрессе я докладывал о результатах нашей с Мазуром работы над геометрическими изометрическими преобразованиями банаховых пространств, показывающими, что последние являются линейными. Некоторые из введенных тогда нами дополнительных замечаний так и остались неопубликованными. Львовские математики вообще публиковали свои работы с какой-то неохотой. Был

ли это какой-то психологический комплекс или напускное пренебрежение? Не знаю. Особенно это касалось Банаха, Мазура и меня самого, но, к примеру, не было свойственно Куратовскому.

Развитие математики исторически связано с конкретными центрами. Эти центры, большие или маленькие, формировались вокруг одной или небольшого числа личностей, а иногда рождались в результате работы нескольких людей — группы, внутри которой бурно развивалась математическая деятельность. Такая группа обладает чем-то большим, чем просто общностью интересов, ей свойственны определенное настроение и определенный характер как при выборе интересов, так и в методе мышления. Это может показаться странным в этимологическом смысле, поскольку математическое достижение, будь то новое определение или доказательство проблемы, кажется достижением сугубо личным, почти как музыкальное сочинение. Однако выбор определенных сфер интересов — это часто результат общности интересов. Зачастую этот выбор обуславливается взаимным влиянием вопросов и ответов, которое намного естественнее развивается, когда соприкасаются несколько мнений. Геттинген, Париж, Кембридж — все эти великие центры XIX века оказали свое особое влияние на развитие математики.

Достижения польских математиков за период между двумя мировыми войнами составили значительную долю во всемирной математической деятельности и предопределили ход математических исследований во многих областях.

Это, отчасти, было обусловлено влиянием Янишевского, одного из инициаторов развития математики в Польше и автора учебников по математике, к сожалению, очень рано ушедшего из жизни. Янишевский отстаивал мнение о том, что молодое польское государство должно готовить специалистов скорее в нескольких четко обозначенных областях, чем во множестве направлений, и приводил два следующих аргумента: во-первых, в Польше не так уж много людей, которых можно вовлечь в науку; во-вторых, гораздо лучше, чтобы одна область объединяла некоторое количество людей так, чтобы они имели общие интересы и могли стимулировать друг друга во время дискуссий. Но стратегия эта, если посмотреть с другой стороны, в чем-то все же ограничивала масштаб исследований.

Хоть Львов и был замечательным центром математики, многие профессора как из университета, так и из института находились в чрезвычайно стесненных обстоятельствах, получая очень маленькие жалования. Чтобы увеличить свой мизерный заработок от работы ассистентом или лектором, люди, такие как Шаудер, вынуждены были преподавать в средней школе. (Шаудер был убит немцами в 1943 году.) Збигнев Ломницкий подрабатывал экспер-

том по теории вероятностей в Правительственном институте статистики и страхования. Но между тем, если бы меня попросили назвать какое-то одно свойство, характеризующее развитие этой школы — школы математиков Львовского университета и политехнического института — я сказал бы, что оно заключается в занятии самыми фундаментальными задачами математики. Я имею в виду следующее: если рассматривать математику в виде дерева, то львовская группа была склонна исследовать скорее его корни и ствол, чем ветви, веточки и листья. Опираясь на надежную теоретическую и аксиоматическую основу, мы исследовали сущность пространства в общетопологическом смысле, общий смысл непрерывности, общие множества точек в евклидовом пространстве, основные функции вещественных переменных, проводили общее исследование пространств функций, понятий длины, площади и объема, т.е. общего понятия меры, и также определений теории вероятностей.

Бросая ретроспективный взгляд, удивляешься тому, что в алгебре понятия не рассматривались в подобном общем направлении. Не менее удивительно и то, что до сегодняшнего дня таким образом не изучены фундаментальные положения физики, особенно теории пространства и времени.

Львов часто и оживленно взаимодействовал с другими математическими центрами, особенно с Варшавой. Из Варшавы время от времени приезжали Серпинский, Мазуркевич, Кнастер, Тарский. Во Львове они часто выступали с небольшой речью на собраниях Математического общества, проходивших по субботним вечерам. Серпинский особенно любил неформальную атмосферу Львова, походы в харчевни и таверны и веселые попойки с Банахом, Рузевичем и другими (Рузевич был убит немцами 4 июня 1941 года).

Как-то Мазуркевич провел во Львове семестр лекций. Точно так же, как Кнастер в топологии, Мазуркевич был мастером по отысканию контрпримеров в анализе — примеров, демонстрирующих ложность какого-либо предположения. Иногда его контрпримеры были очень сложными, но всегда остроумными и изящными.

Серпинский, который сам непрерывным потоком выдавал результаты то в абстрактной теории множеств, то в теоретической топологии, никогда не обделял вниманием новые задачи, даже самые незначительные, и серьезно обдумывал их. Часто из Варшавы приходили его готовые решения.

Бронислав Кнастер был высоким, лысым и очень худым, с блестящими черными глазами. Он и Куратовский опубликовали много совместно написанных работ. Будучи воистину математиком-любителем, он проявлял большую изобретательность при построении множеств точек и континуумов с патологическими свойствами. Во время Первой мировой войны он изучал в Пари-

же медицину. Отличаясь необычайным остроумием, он обычно развлекал нас рассказами о международной группе студентов-полиглотов на том неопишемом языке, на котором они разговаривали. Как-то он процитировал фразу одного студента, подслушанную в ресторане: «*Kolego, pozaluite mnia ein stückeke von diesem faschierten poisson*» — амальгаму польского, русского, идиш, немецкого и французского!

Бóрсук, который был скорее моим сверстником, приезжая из Варшавы, оставался на более длительное время. С самого начала мы стали сотрудничать. От него я узнал о чисто геометрических, более наглядных и почти «осязаемых» приемах и методах топологии. Наши результаты были изложены в нескольких научных статьях, которые мы посылали в польские и некоторые заграничные журналы. Фактически моя первая публикация появилась в Соединенных Штатах, когда я был во Львове. Это была наша совместная с Борсуком работа, опубликованная в «*Bulletin of the American Mathematical Society*». Вместе мы дали определение понятию «эпсилон гомеоморфизм» (один из видов приближенного гомеоморфизма) и описали поведение некоторых топологических инвариантов под действием этих более общих преобразований — непрерывных, но необязательно взаимно однозначных. В другой совместной работе, посвященной симметричным произведениям, вводилось понятие, видоизменяющее определение декартова произведения и приводящее к построению некоторых любопытных многообразий. Возможно, некоторые из них когда-нибудь найдут применение в физических теориях. Они соответствуют новой статистике (не в привычном классическом смысле, а скорее в духе статистики неразличимых частиц квантовой теории или же частиц, поведение которых подчиняется статистике Бозе – Эйнштейна или Ферми – Дирака). Я не могу позволить себе вдаваться на этих страницах в объяснения, однако упоминание об этой работе, возможно, все же заинтересует некоторых читателей.

Куратовский и Штейнгауз, каждый по-своему, демонстрировали в математике изящество, строгость и незаурядный ум. Куратовский был истинным представителем варшавской школы, которая, начиная с 1920 года, процветала с потрясающим размахом. Он приехал во Львов в 1927 году, уже знаменитый благодаря своей работе в области классической теории множеств и аксиоматической общей топологии. Будучи редактором «*Fundamenta Mathematicae*», он стал организатором и руководителем многих исследований, которые освещались в этом известном журнале. Его стилю в математике было присуще нечто, что я определил бы как латинскую лаконичность. Его взвешенному выбору задач, при всем изобилии математических определений и интересов (сейчас еще бо-

лее обескураживающем, чем в то время), было присуще свойство, которое сложно определить — что-то вроде здравого смысла в абстракциях.

Штейнгауз был одним из немногих польских профессоров еврейского происхождения. Он происходил из известной, вполне ассимилированной еврейской семьи. Его двоюродный брат, который был великим патриотом и сражался в рядах армии Пилсудского, был убит на Первой мировой войне.

Его понимание анализа и прочувствованный подход к задачам в области вещественных переменных, теории функций, ортогональных рядов подтверждали его глубокое знание исторического развития математики и ее понятий, непрерывно сменяющих друг друга. Вполне возможно, что Штейнгауз сам, не имея он такого интереса и понимания сугубо абстрактных разделов математики, направил бы какие-нибудь новые математические идеи в русло практического применения.

Он обладал талантом применять математические формулировки к вопросам, сходным по своей простоте с проблемами повседневной жизни. Он склонялся к выбору таких геометрических задач, которые можно было бы рассматривать с точки зрения комбинаторики, да и любых других, лишь бы они представляли видимый, осязаемый вызов математическому подходу.

Он обладал тонким чувством лингвистики, которое временами граничило с педантизмом, и настаивал на применении абсолютно правильного языка в отношении математики или областей науки, поддающихся математическому анализу.

Ауэрбах был невысокого роста, сутуловатый и ходил, как правило, с опущенной вниз головой. Несмелый с виду, он часто обнаруживал очень едкий юмор. Его знание классической математики было, возможно, глубже, чем у большинства других профессоров. Он, к примеру, прекрасно знал классическую алгебру.

С его подачи Мазур, я и еще несколько математиков начали систематическое исследование групп Ли и других теорий, которые выходили за пределы той математики, которую сейчас принято называть польской. Ауэрбах обладал большими познаниями и в геометрии. Я часто обсуждал с ним теорию выпуклых тел, которой Мазур и я посвятили несколько совместных работ.

В Римском кафе Ауэрбах и я играли в шахматы, и часто мой дебют (тогда я еще не знал о теориях шахматных дебютов и в игре полагался лишь на интуицию) сопровождался следующим маленьким ритуалом: я делал ход пешкой и он обыкновенно говорил: «Ah! Rue Lopez». Я спрашивал его: «Что это значит?», а он мне отвечал: «Испанский слон».

Ауэрбах умер во время войны. Насколько я знаю, он и Штернбах приняли яд, когда немцы везли их на допрос, однако мне ни-

чего не известно ни об обстоятельствах их ареста, ни об их жизни до и во время фашистской оккупации.

Мое сотрудничество со Шрейером началось, я полагаю, когда я учился на втором курсе университета. Из всех математиков университета и политехнического института только Шрейер был действительно моим сверстником, т. к. он был старше меня всего лишь на полгода или год, и был тогда еще студентом университета. Мы встречались в аудитории для семинаров на лекциях Штейнгауза и обсуждали задачи, которыми я занимался. Почти сразу у нас обнаружилось много общих интересов, и мы стали регулярно встречаться. Результатом нашего сотрудничества явилась целая серия совместно написанных работ.

Мы встречались почти каждый день, иногда в кафе, но чаще у меня дома. Сам он жил в Дрогобыче — небольшом городке, нефтяном центре к югу от Львова. Какие проблемы и методы мы только не обсуждали вместе! Работа наша, несмотря на влияние действовавших тогда во Львове методов, распространялась на новые области: группы топологических преобразований, группы перестановок, теорию абстрактных множеств, общую алгебру. Я считаю, что некоторые наши научные статьи входят в число самых первых работ, рассматривающих приложения к более широкому классу математических объектов современных методов теории множеств с использованием более алгебраического подхода. Еще мы начали работу над теорией группоидов, как называли ее мы, или теорией полугрупп, как называют ее сейчас. Сейчас некоторые результаты этой работы можно найти в соответствующей литературе, а некоторые, насколько мне известно, так и остались ненапечатанными.

Шрейер был убит немцами в Дрогобыче, в апреле 1943 года.

Другой математик, Марк Кац, который был моложе меня на четыре или пять лет, был студентом Штейнгауза. Он только перешел на последний курс, но уже тогда в нем обнаружился исключительный талант. Позднее, когда я начал учиться в Гарварде и приезжал во Львов на летние месяцы, наше знакомство стало более близким. Как и мне, ему выпала удача приехать в Соединенные Штаты, но только несколькими годами позже, и именно в этой стране мы по-настоящему подружились.

В 1932 меня пригласили выступить с небольшим сообщением на Международном математическом конгрессе в Цюрихе. Это была первая встреча на международном уровне, на которой мне довелось побывать, и я был очень горд тем, что меня пригласили. В отличие от некоторых знакомых мне польских математиков, восхищавшихся западной наукой, я был убежден в не меньшей значимости польской математики. Эта уверенность распространялась и на то, что делал я сам. Фон Нейман однажды сказал моей жене, Франсуазе, что никогда ни в ком не встречал подобной са-

моуверенности, добавив, что у меня, скорее всего, имеются на то основания.

На Запад я ехал вместе с Куратовским, Серпинским и Кнастером, к которым присоединился в Вене, куда все они приехали из загородного дома Куратовского близ Варшавы; на пути в Цюрих профессора решили задержаться в Инсбруке. Мы провели там пару дней вместе с несколькими математиками из других стран, которые также ехали на конгресс. Я помню экскурсию к горе Хафелекар на фуникулере. Впервые в жизни я оказался на высоте свыше двух тысяч метров, и мне открылся потрясающий вид. Помню, что в течение нескольких минут у меня кружилась голова, и я тогда сравнил это ощущение с чувством, которое не раз испытывал прежде, постигая смысл ключевых моментов в доказательствах теорем, некогда изучаемых мною в средней школе.

По сравнению с любым другим конгрессом, на котором мне случалось бывать раньше, конгресс в Цюрихе был огромным событием, но все же он был весьма скромным, если сравнивать с конгрессами, которые проводились после Второй мировой войны. У меня сохранилась фотография всех его участников, стоящих на фоне Высшей технической школы. Там я в первый раз увидел зарубежных математиков и даже познакомился со многими из них.

Встреча была интересной, и для меня стало стимулом узнать о многих других формах и областях математики, отличных от тех, что культивировались в Польше. Разнообразие математических областей открыло для меня новые перспективы и навело на новые мысли. В те дни я посещал почти каждую общую беседу.

Многие математики из Германии и Западной Европы показались мне нервными; у некоторых были лицевые судороги. В целом, по сравнению с поляками, которых я знал, они держались менее раскованно. И, несмотря на то, что в Польше глубоко восхищались Геттингенской школой математиков, я вновь испытал, быть может, не вполне оправданное чувство самоуверенности.

Во время своего собственного небольшого выступления я тоже нервничал, но в меру. Смотря в прошлое, я думаю, что причиной этого относительного отсутствия волнения послужило мое отношение, вызванное некоторым опьянением математикой и постоянными занятиями ею.

Кто-то показал мне на невысокого пожилого человека. Это был Гильберт. Я встретил также Дикштейна, старого польского математика, которому было уже за девяносто, прогуливавшегося в надежде найти кого-нибудь из своих современников. Учитель Дикштейна был студентом Коши в начале девятнадцатого века, а он сам до сих пор считал Пуанкаре, умершего в 1912 году, талантливym молодым человеком. Для меня это был словно экскурс

в предысторию математики, и я был преисполнен философского благоговения. Я также познакомился с первым в своей жизни американским математиком и будущим своим коллегой Норбертом Винером. Фон Неймана не было, и это стало разочарованием: я был наслышан о его приезде во Львов в 1929 году.

У бассейна отеля я познакомился с прославленным физиком Паули, профессором Фавром и Адой Хальперн. Фавр, наставник Ады, был швейцарским математиком, известным, кроме всего прочего, своими исследованиями знаменитой классической проблемы о фигурах равновесия вращающихся планет и звезд. Ада была родом из Львова. Она была очень хорошенькой девушкой, изучавшей математику в Женевском университете. Несколько лет нас связывал непостоянный роман. На глазах у всей этой компании я тогда повернулся к Паули и скаламбурил: «Это Pauli Verbot!» (дело в том, что согласно физическому принципу Паули, две частицы, обладающие одинаковыми характеристиками, не могут занимать одно и то же место), намекая на то, что мы оба, Фавр и я, находимся в компании одной молодой хорошенькой леди.

Еще одна интересная встреча произошла как-то днем в лесу, окружавшем знаменитый отель Долдер. Заблудившись, я натолкнулся на Павла Александрова и Эмми Нетер, которые гуляли и беседовали о математике. Александров знал о некоторых моих работах, так как я посылал ему отписки, одно время мы вели переписку по вопросам математики. Одним из самых радостных моментов моей жизни было получение его письма на имя профессора С. Улама. В ту встречу Александров неожиданно сказал мне: «Улам, вы хотели бы съездить в Россию? Я мог бы все устроить и был бы очень рад видеть вас у себя». Как поляку, да еще из капиталистической семьи, мне польстило его приглашение, но все-таки поездка эта все же казалась нереальной.

Конгресс закончился, и после маленькой экскурсии в Монтрё вместе с Куратовским и Кнастером я вернулся в Польшу как раз ко времени сдачи экзаменов на степень магистра.

К экзаменам у меня было почти патологическое отвращение. Более двух лет я вообще пренебрегал сдачей экзаменов, которые обычно были обязательными для перевода на последующий курс, а профессора, знавшие о моих оригинальных работах, смотрели на это сквозь пальцы. И вот я, в конце концов, все же должен был сдать их — все за раз.

Я проучился несколько месяцев, сдал что-то вроде всестороннего экзамена и написал диссертацию на степень магистра, тему которой придумал сам. Я работал над ней неделю, и еще одна ночь, часов с десяти вечера до четырех утра, ушла на то, чтобы оформить ее на бумаге — на длинных листах отцовской бумаги форматом $33 \times 40,6$ см. У меня до сих пор сохранилась та рукопись (она

не опубликована по сей день). В этой работе освещены общие идеи об операциях с произведениями множеств и, в общих чертах, то, что сейчас носит название теории категорий. Она содержит также мои собственные результаты с очень абстрактной трактовкой понятия о теории многих переменных в различных разделах математики. Все это произошло осенью 1932 года по моему возвращению из Цюриха.

В 1933 году я защитил докторскую диссертацию. Она была напечатана издательством Ossolineum, выпускающим львовское периодическое издание «*Studia Mathematica*». В ней были объединены несколько моих предыдущих работ, теорем и обобщений в теории мер.

Я был первым, кому присудили докторскую степень на факультете общеобразовательных дисциплин Львовского политехнического университета, основанном в 1927 году. Это был единственный факультет, где можно было получить степень магистра и доктора, на всех других факультетах присваивались «инженерные» степени.

Церемония была весьма официальной и проходила в просторном холле института в присутствии семьи и друзей. Мне пришлось надеть белый галстук и перчатки. Каждый из моих поручителей, коими были Стоцек и Куратовский, произнес небольшую речь о том, что я сделал и какие написал работы. Сказав также несколько слов о диссертации, они вручили мне пергаментный документ.

«Аула» — большой холл, в котором проходила церемония — был украшен традиционными фресками, очень похожими на те, что через двадцать лет я увидел на стенах кафетерия МТИ¹. На последних были изображены парящие женщины в убогих одеждах, символизирующие науку и искусство, и крупная женская фигура какой-то богини, нависшей над отпрянувшим в ужасе стариком. Обычно я в шутку говорил, что это военно-воздушные силы, предлагающие контракты физикам и математикам. В Фалд Холл, здании Принстонского университета, также есть одна старая картина, которая висит в кафетерии, где днем для беседы часто собирается народ. Там тоже изображен старик, который старается укрыться от ангела, спускающегося с небес. Когда мне сказали, что никто не знает, что именно предполагалось передать в этой картине, я предположил, что это может быть изображение Минны Рис, женщины-математика (которая в то время возглавляла Управление морскими исследованиями), предлагающей Эйнштейну, отшатнувшемуся в ужасе, контракт на работу консультантом в военно-морском флоте.

¹Массачусетский технологический институт. — *Прим. ред.*

После защиты диссертации и всех церемоний я опубликовал еще несколько работ и затем был вынужден взять передышку до самого конца 1933 года из-за паратифа, на несколько месяцев отнявшего у меня все силы — один из тех редких случаев в моей жизни, когда я был действительно серьезно болен.

Однако нельзя утверждать, что в моей жизни была только серьезная работа без минуты развлечения. В начале тридцатых в наше кафе заглядывал Хирняк, преподаватель естественных наук в средней школе, маленький морщинистый человечек. Обычно он сидел в нескольких столиках от нас, потягивая по очереди то водку, то кофе, и что-то царапал на клочке бумаге с озабоченным видом. Время от времени он поднимался и пересаживался за наш столик, чтобы поболтать или дать пару-другую непрошенных советов, когда Никлиборц и Стоцек играли в шахматы. И Никлиборц тогда твердил с ликованием: «Gehirn (по-немецки «мозг») Гехирник!»

Хирник, который преподавал математику, физику и химию, пытался решить знаменитую теорему Ферма¹. Это одна из самых известных в математике нерешенных задач, которая уже давно привлекает и чудаков, и дилетантов, регулярно предъявляющих либо неверные, либо очень неполные доказательства.

В кафе Хирник был общеизвестной личностью, его речь была поразительно колоритной и изобиловала высказываниями, которые из его уст звучали весьма забавно. Обычно мы запоминали и пересказывали их друг другу; у меня же вошло в привычку наклеивать их на стены своей комнаты.

Как оказалось, мой отец знал Хирника, жена которого владела большим заводом по производству содовой воды, так как его контора вела их юридические дела. Отец считал Хирника до смешного глупым человеком. Когда же он увидел мою коллекцию с изречениями Хирника, то, как я полагаю, он очень удивился и, возможно, даже затревожился о моем психическом здоровье. Поэтому мне пришлось разъяснить ему некоторые тонкости юмора и особые его стороны, привлекающие для математиков.

Хирник, к примеру, иногда говорил Банаху, что в его доказательстве теоремы Ферма есть некоторые пробелы. При этом он

¹23 июня 1993 года на конференции по теории чисел математик Эндрю Уайлс анонсировал доказательство гипотезы Таниямы для широкого класса эллиптических кривых, в который, в частности, входят все кривые вида $y^2 = x(x - a^n)(x - c^n)$. Тем самым он заявил, что доказал последнюю теорему Ферма. Однако текст с доказательством гипотезы Таниямы, написанный Уайлсом в сотрудничестве с Р. Тейлором, вышел в свет только в 1995 году после исправления всех обнаруженных в рукописи Уайлса пробелов. Лит.: Уайлс Э. (Wiles A.) *Modular elliptic curves and Fermat's last theorem* // Ann. Math., 1995, V. 141, p. 443–551 и Тейлор Р., Уайлс Э. (Taylor R., Wiles A.) *Ring-theoretic properties of certain Hecke algebras* // Ann. Math., 1995, v. 141, p. 552–613.

добавлял: «Чем больше мое доказательство, тем меньше дыра. Дыра тем меньше, чем длиннее и толще доказательство». Для математика такая формулировка звучала весьма забавно. Он делал также странные заявления, касающиеся физики. Например, говорил, что половину элементов периодической таблицы составляют металлы, а другую — неметаллы. Когда же кто-то замечал ему, что это не совсем так, он отвечал: «Ага, ведь по определению мы можем отнести к металлам даже еще несколько элементов!» Он замечательным образом позволял себе вольности в определениях.

Он рассказывал, как в Геттингене, где он учился, он бывало пил вино, разливаемое монетным автоматом. Однажды что-то случилось с машиной, и вино продолжало литься. Хирник же продолжал его пить, пока не очутился на земле в окружении толпы людей. Он расслышал чей-то вопрос: «Vielleicht ist etwas los?» (Должно быть, что-то случилось?) И он ответил: «Vielleicht nicht» (Должно быть, нет), после чего толпа торжественно доставила его домой на своих плечах.

А вот история о Хирнике, которую я рассказал фон Нейману несколько лет спустя в Принстоне и которая весьма его позабавила. Как-то Хирник сказал Банаху, Мазуру и мне, что он уже почти доказал гипотезу Ферма и что американские репортеры, узнав об этом, приедут во Львов и скажут: «Где этот гений? Дайте ему сто тысяч долларов!», и Банах откликнулся эхом: «Дайте ему!» Однажды в Лос-Аламосе, уже после войны, Джонни сказал мне: «Помнишь, как мы смеялись над той «сотней тысяч долларов»? Так вот, прав был он, он был настоящим пророком, а мы, глупцы, над ним смеялись.» Джонни, конечно, имел ввиду представителей Министерства Обороны, военно-воздушных сил и Военно-морского флота, развезжавших в то время по всей стране, щедро предлагая ученым контракты на исследовательскую работу. В среднем, такой контракт оценивался где-то в сотню тысяч долларов. «Он не только не ошибся, — сказал тогда Джонни, — он даже предсказал точную сумму!»

В 1933 или 1934 году Банах принес в Шотландское кафе большой блокнот, чтобы мы могли записывать в него формулировки новых задач, а также результаты наших дискуссий. Эта книга всегда хранилась в кафе. Официант приносил ее по нашему требованию, и мы вписывали туда задачи и комментарии, после чего он церемонно уносил ее обратно в секретное место. Впоследствии этот блокнот обрел известность под названием «Шотландской книги» («The Scottish Book»).

Многие задачи относились к периоду до 1935 года. Указанные имена принадлежат тем, кто принимал самое большое участие в их обсуждении. Многим поставленным вопросам, прежде чем «официально» занести их в книгу, уделялось немало времени. Иногда

проблемы решались сходу, и ответы записывались тут же, на месте.

За несколько лет от начала ведения Шотландской книги городу Львову, да и самой книге суждено было прожить очень бурную историю. В начале Второй мировой войны город оккупировали русские. Из нескольких пунктов ближе к концу книги явствует, что в город, по-видимому, приезжали русские математики. Они записали в ней несколько задач с обещанием вручить премию тому, кто решит их. Последняя указанная в книге дата — 31 мая 1941 года. Пункт № 193 содержит набор довольно загадочных численных результатов с подписью Штейнгауза, связанный с задачей о распределении количества спичек в коробке. Записи прекращаются после начала войны между Германией и Россией, когда летом 1941 года Львов оккупировали немецкие войска. Мне не известно, что стало с книгой в последующие годы войны. Штейнгауз говорил, что сын Банаха, который сейчас работает в Польше нейрохируром, привез этот документ в Вроцлав (прежде Бреслау).

Когда летом 1939 года я в последний раз приехал во Львов, за несколько дней до моего отъезда мы с Мазуром обсуждали вероятность наступления войны. Люди тогда ожидали начала еще одного кризиса, вроде того, что был в Мюнхене, но никак не надвигающейся мировой войны. Однако Мазур сказал мне: «Должно быть, начнется война. Что мы будем делать с Шотландской книгой и нашими совместными неопубликованными работами? Ты уезжаешь в Соединенные Штаты и, вероятно, будешь в безопасности. Если город будут бомбить, я положу рукописи и книгу в ящик и зарою его в землю.» Мы даже условились насчет места — недалеко от ворот вратаря на футбольном поле, прямо за чертой города. Не знаю, случилось ли все так на самом деле, но книга сохранилась, причем в хорошем состоянии, так как после войны Штейнгауз даже выслал мне копию. В 1957 году я перевел ее и разослал многим друзьям-математикам, живущим в США и за рубежом.

Многие уцелевшие математики из Львова продолжают работать сейчас во Вроцлаве. Традиция Шотландской книги продолжается. С 1945 года были выдвинуты и записаны новые задачи, и уже начат новый том.

Поездки за границу

1934

К 1934 году я представлял из себя скорее математика, чем электротехника. Дело даже не в том, что я занимался математикой, скорее она сама завладела мною. И сейчас, возможно, самое подходящее время, чтобы на минуту остановиться и поразмыслить над тем, что же это значит — быть математиком.

Мир математики обязан своим существованием человеческому мозгу, и его можно представить без какой бы то ни было помощи извне. Математик может работать над интересующим его вопросом без всякого оборудования или реквизитов, которые необходимы другим ученым. Физикам (даже теоретикам), биологам, химикам нужны лаборатории — математики же могут работать не имея ни мела, ни карандаша, ни бумаги, и продолжать думать во время ходьбы, еды и даже разговора. Это объясняет, почему, занимаясь какими-то другими делами, многие математики кажутся ушедшими в себя, поглощенными какими-то мыслями. Такое поведение очень заметно и во многом отличается от поведения ученых, работающих в других областях. Безусловно, оно зависит и от личности. В некоторых, например Поле Эрдеше, эта особенность проявляется в высшей мере. Его сосредоточенность на математическом построении или рассуждении заполняет собой очень большую часть времени его бодрствования, что исключает для него любые другие занятия.

Что касается меня, то с тех пор, как началось мое увлечение математикой, я, забывая о любой другой деятельности, отдавал в среднем два-три часа чтению или беседе на математические темы. Когда мне уже было двадцать три, я бывало раздумывал над одной и той же задачей по несколько часов подряд без карандаша и бумаги, прилагая немислимые усилия (что, между прочим, несказанно труднее, чем проведение вычислений, когда символы, которыми оперируют, находятся перед глазами).

В целом, я все же считаю, что беседовать или слушать — это более простой и приятный способ получения знаний, по сравнению с чтением. И я по сей день не могу заставить себя прочесть напечатанные указания относительно того, как и что нужно делать.

Некоторые люди предпочитают учить языки по грамматическим правилам, а не на слух. Есть такое и в математике — одни изучают ее с помощью «грамматики», другие черпают знания «из воздуха», как это делал я.

Так, я, сам того не осознавая, учился от Мазура сдерживать свой природный оптимизм и проверять детали, учился не спеша и скептически совершать промежуточные шаги, не позволяя себе увлечься. Темперамент, характер и «гормональные» факторы имеют, должно быть, очень важное значение в чисто «умственной» деятельности. В интеллектуальном развитии человека «нервным» характеристикам отведена огромная роль. Вполне возможно, что к двадцати годам, когда развитие, как принято считать, полностью завершается, некоторые из приобретенных нами качеств по существу консервируются и становятся неотъемлемой частью нашей натуры.

Считается, что математика является по сути не более чем очень обобщенным точным языком, но это справедливо лишь отчасти. Существует множество способов выразить свои мысли. У человека, который начинает делать это рано, организация памяти происходит неким особым образом, он, иначе говоря, изобретает свою особую систему хранения впечатлений. «Подсознательное брожение» (или подсознательное мышление) порой приводит к лучшим результатам, чем принудительное систематическое мышление, так же как планирование целой программы более эффективно, чем следование одной определенной линии рассуждения. Когда человек заставляет себя упорно продолжать свое логическое исследование, это самопринуждение становится привычкой, после чего оно вообще перестает таковым быть, так как происходит уже автоматически (словно подпрограмма, как любят говорить компьютерщики). Должно быть, даже в оригинальности, хоть и нельзя сказать, что именно ее составляет, в какой-то степени присутствует систематичность исследования путей — почти автоматический отбор тех попыток, определенный процент которых поможет достичь успеха.

Мне всегда больше нравилось пытаться открыть новые возможности, чем просто держаться намеченных линий рассуждения или выполнять конкретные вычисления. У некоторых математиков это качество доминирует над всеми другими. Но надо сказать, что открытие новых возможностей куда более трудное занятие по сравнению с проведением математических вычислений, и оно не может продолжаться слишком долго.

То, насколько плодотворна работа отдельной личности, разумеется, обуславливается тем, что ей под силу, и это, по всей вероятности, сужает поле ее деятельности. За собой я замечал привычку «вертеть» задачу и так и эдак, отыскивая те моменты, в которых может крыться затруднение. Некоторые математики приходят в уныние, когда не остается ни трудностей, ни препятствий, о которых можно было бы переживать. Нет нужды говорить, что одни при этом задействуют большее воображение, чем другие. Так, Поль Эрдеш постоянно находится в состоянии сосредоточенности, но как правило, на тех рассуждениях, которые либо уже были кем-то начаты, либо были связаны с тем, о чем он ранее уже размышлял. У него нет привычки что-нибудь «стирать» из своей памяти как с магнитофонной пленки, чтобы начать что-то заново.

У Банаха была одна излюбленная польская пословица: «Надежда — удел глупцов». И все-таки полезно испытывать надежду и верить, что удача принесет успех. В то же время упорный поиск законченных решений математических задач — занятие менее благодарное, чем неоднократные попытки, которые в результате приводят к неполным решениям или, во всяком случае, дают опыт. Это сравнимо с исследованием неизвестной местности, в которой для того, чтобы открыть новые земли, совсем не обязательно сразу доходить до самого конца тропы или взбираться на все вершины.

Самое главное в творческой науке — не отступать. Если вы оптимист, то наверняка захотите сделать больше попыток, нежели этого захочет пессимист. То же самое происходит в игре. Например, в шахматах. Действительно, хороший шахматист склонен верить (иногда ошибочно), что он находится в лучшем положении, чем его соперник. Это, конечно же, поддерживает игру и сдерживает усталость, которую вызывают сомнения в себе. Физические и умственные ресурсы решающе важны и в шахматах, и в творческой научной работе. Только в последнем случае избежать ошибок легче, так как всегда можно вернуться назад и начать размышление сначала; в шахматах же пересматривать уже сделанные ходы не позволяет.

Умение концентрироваться и отвлекаться от окружающей обстановки приобретает молодыми с большей естественностью. Математиком можно стать будучи очень молодым, даже подростком. Для математиков-европейцев раннее развитие характерно даже в большей степени, чем для математиков-американцев, так как европейское среднее образование на несколько лет опережает более теоретическое образование в Соединенных Штатах. Нет ничего необычного и в том, что математики добиваются своих лучших результатов в очень раннем возрасте. Правда, бывают и исключения, например, Вейерштрасс, который был учителем в средней школе, достиг наивысших результатов в возрасте сорока лет.

А Норман Левинсон не так давно доказал очень красивую теорему, и ему при этом было шестьдесят один или шестьдесят два года.

В двадцать пять лет я получил несколько результатов в теории меры, которые в скором времени стали широко известными. Они представляли собой решения некоторых любопытных задач теории множеств, которые ранее пытались решить Хаусдорф, Банах, Куратовский и другие. Спустя годы эти задачи теории меры приобрели значение в связи с работой Геделя и недавней работой Пола Козна. Я также занимался исследованиями в топологии, теории групп, и теории вероятностей, однако с самого начала я не специализировался в какой-то конкретной области. Много занимаясь математикой, я никогда не считал себя математиком и только. Возможно, это одна из причин, по которой позднее я стал заниматься и другими науками.

В 1934 году международная обстановка становилась все более угрожающей. В Германии к власти пришел Гитлер, и его влияние косвенно ощущалось и в Польше, выражаясь в участившихся вспышках национализма, массовых выступлениях правых экстремистов и демонстрациях антисемитов.

Не могу утверждать, что тогда я видел в этом предзнаменования грядущих событий, однако смутно я чувствовал, что, если я хочу сам зарабатывать себе на жизнь, а не продолжать неизвестно сколько еще времени принимать помощь отца, мне следовало ехать за границу. В течение многих лет мой дядя Кэрл Ауэрбах твердил мне: «Изучай иностранные языки!» Другой мой дядя, Майкл Улам, который был архитектором, убеждал меня попробовать сделать карьеру за границей. Сам же я, не осознавая истинного положения дел в Европе, испытывал соблазн устроить продолжительную поездку за границу. Причиной этого было, главным образом, мое желание познакомиться с другими математиками, обсудить с ними какие-нибудь задачи и, учитывая мою крайнюю самоуверенность, попытаться впечатлеть мир своими новыми достижениями. Мои родители согласились оплатить эту поездку.

Я планировал поехать на Запад (поезжай на Запад, юноша!). Сначала я хотел провести несколько недель в Вене и встретиться с Карлом Менгером, знаменитым геометром и топологом, с которым Куратовский познакомил меня еще в Польше. Была осень 1934 года, и только что было совершено убийство австрийского премьера Дольфуса. В Вене происходил переворот, но я был настолько поглощен, почти беспробудно «пьян» математикой, что по настоящему не осознавал этого.

Проведя пару дней в одном из венских отелей, я переехал в частный пансион. В то время это было обычным делом. Пансион находился на улице, названной именем Больцмана, величайшего

физика девятнадцатого века, одного из главных создателей кинетической теории газов и термодинамики.

Когда я навестил Менгера, то познакомился в его доме с молодым блестящим испанским топологом Флоресом, который уже успел достигнуть отличных результатов. Мы очень много рассуждали о математике. Он был популярной личностью в ночных клубах города и познакомил меня с образом жизни венской молодежи.

Из Вены я отправился в Цюрих, чтобы встретиться с топологом Хейнцем Хопфом. Он был профессором в знаменитой Высшей политехнической школе, мы вели переписку. Хопф кое-что знал о моих результатах в топологии и пригласил меня прочитать в институте две лекции. Одна из лекций посвящалась нашей совместной с Бёрсуком работе над «антиподальной теоремой», являющейся интересной топологической задачей. Я говорил на немецком в аудитории, закрепленной за кафедрой сельского хозяйства. Помню, что вдоль стен было развешено множество картинок с коровами-рекордсменками, которые, казалось, взирали на меня с выражением печали и соболезнования.

Моя поездка в Цюрих была весьма плодотворной. Я также встретил там физика Гроссмана, бывшего путешественника, который был на несколько лет старше меня. Он порекомендовал мне отели в Англии и Франции, которые были мне по карману. Вместе мы рассуждали о философии и роли математики в физике.

После двух недель, проведенных, в Цюрихе, я отправился в Париж, где пробыл пять недель. Этот город привел меня в абсолютное восхищение. Мне уже случалось бывать во Франции, однако это был первый мой приезд в Париж.

Так случилось, что в Париже в то время жила жена дяди Майкла. Она любезно пригласила меня в гости и даже предложила прислать за мной к дверям моего скромнейшего отеля лимузин с шофером, чтобы показать мне достопримечательности. Но я пришел в такое замешательство при мысли о том, что кто-нибудь увидит меня, подъезжающего к Лувру или какому-нибудь другому музею на Роллс-Ройсе или Дьюзенберге; вещи эти показались мне такими несовместимыми, что я решил отказаться от ее предложения.

В институт им. Пуанкаре я пришел с рекомендательным письмом к старому и знаменитому математику Эли Картану. Его написал один из моих профессоров. Войдя в кабинет Картана, я сразу пустился в математическую дискуссию и начал объяснять ему, как я представляю себе простое и общее решение пятой задачи Гильберта по непрерывным группам. Сначала он сказал мне, что не вполне уловил последовательность моих рассуждений, но затем добавил: «А! Да-да, теперь я понимаю, что вы хотите сделать.» Маленькая светлая козлиная борода Картана, его живая улыбка

и лучистые глаза создавали образ, с которым у меня мысленно ассоциируются все французские математики. Он был выдающимся человеком по множеству причин и, далеко не в последнюю очередь, потому, что многих своих лучших результатов он достиг, когда ему было уже за пятьдесят — в возрасте, знаменующем спад творческой деятельности математиков.

Я побывал на нескольких лекциях и семинарах в институте им. Пуанкаре и Сорбонне. Случилось так, что на первом же семинаре один молодой француз по имени де Поссель заговорил об одном из моих собственных достижений. Это преисполнило меня гордостью. (Де Поссель и по сей день преподает в Париже.) Меня пригласили прочитать лекцию в зале, носившем имя математика Эрмита, и еще одну в зале им. Дарбу. Залы эти и улицы, названные в честь Лапласа, Монжа, Эйлера и других, явно свидетельствующие о той дани, что воздавалась абстракциям — плодам трудов математиков, — еще более, словно крепленое вино, усилили мое общее состояние эйфории. И я, по своей молодости, думал: «Если бы только когда-нибудь, сотню лет спустя, какая-нибудь маленькая улочка или аллея была названа моим именем.»

В октябре я решил поехать в Англию, в Кембридж. Штейнгауз снабдил меня письмом к профессору Г. Х. Харди — настоящей легенде математического мира. Во Львове его открытия в теории чисел были хорошо известны, а мой друг Шрейер обычно делал обзор его работ на семинарах. Об эксцентричных выходках Харди ходили целые истории.

В Англии, как я обнаружил, принадлежность к крупнобуржуазному обществу упрощала многие вещи. Так, в Дувре, когда я, покидая корабль, вышел по ошибке не через ту дверь, двое британцев в штатском преградили мне путь и спросили, куда я направляюсь. Должно быть, я выглядел моложе своих двадцати пяти лет, потому что один из них поинтересовался, чем занимается мой отец. Когда же я ответил им, что он адвокат, тот повернулся к своему товарищу и сказал в типично британской манере: «Все в порядке, его отец — адвокат.» Я тогда нашел очень комичным, что они так доверчиво отнеслись к сказанному мной.

После нескольких часов в Лондоне я сел на вечерний поезд до Кембриджа. Каждые несколько часов поезд останавливался на станциях, названия которых в темноте было не разглядеть. Тогда я обратился к своему соседу по купе, молодому человеку: «Вы не знаете, как можно определить, когда мы приедем в Кембридж?» С минуту он думал, а потом ответил: «Боюсь, что это невозможно.» Помолчав еще немного, я попытался возобновить разговор, спросив, что он думает о сложившейся политической ситуации и считает ли он, что Англия все же вмешается в дела Рура и поможет Франции. И вновь минуту или две он размышлял о чем-то и на-

конец ответил мне: «Боюсь, что нет!» Да, я был сражен наповал этими, как мне казалось, истинно британскими высказываниями, а поскольку все мои знания об англичанах были вынесены, главным образом, из романов Дороти Сэйерс и Агаты Кристи, я довольно легко привык к этим выражениям.

Я сошел на станции Кембридж и направился в гостиницу Гарден Хауз, которую в Цюрихе мне порекомендовал Гроссман. Поскольку отец оплачивал мою поездку, каждую неделю я получал по пять–шесть фунтов, которые приходили на счет в банке Барклея из банка моего дяди во Львове. В те дни это было почти богатством. Я гулял по Кембриджу, восхищаясь университетскими зданиями и заглядывая в книжные магазины. (Уже тогда мною владела явная мания покупать книги или, во всяком случае, листать их.) Царившая во многих местах атмосфера мира Шерлока Холмса и Конан Дойля просто очаровала меня.

Я искал здесь встречи с несколькими математиками. Безикович, русский эмигрант, покинувший Россию во время Русской революции, был одним из математиков, с кем я переписывался. Он решил одну из моих задач, напечатанную в *Fundamenta* и написал по ней работу. Это был действительно первый нетривиальный пример «эргодического преобразования» — отображения плоскости на саму себя, для которого последовательные образы точки всюду плотны на плоскости.

Безикович пригласил меня в свою квартиру при Тринити-колледже. Когда я зашел к нему, он небрежно обронил: «Здесь, кстати, жил Ньютон.» Это потрясло меня настолько, что я был близок к обмороку. И до самого отъезда из Англии я оставался в состоянии глубокого волнения, в которое меня повергла близость с подобными вехами в славной истории науки.

С Безиковичем мы говорили о математике. Вообще говоря, меня всегда интересовало, было ли для представителей старшего поколения привычным делом, когда к ним врывались молодые люди и, без всякого обмена приветствиями и объяснения цели визита, сходу устремлялись в обсуждение научных проблем. Эрдеш, мой друг, все еще такой, хотя ему уже шестьдесят. То же было и с фон Нейманом, который, будучи исключительно цивилизованным человеком, интересующимся политикой и слухами, мог резко оборвать светскую беседу и заговорить о науке.

По нескольким причинам мое пребывание в Кембридже было одним из самых приятных моментов в моей жизни — как для души, так и для тела. Безикович пригласил меня на обед за Высоким столом Тринити-Колледжа. Этот обед стал одним из самых ярких событий в моей к тому времени уже весьма насыщенной жизни. Среди присутствующих были Г. Х. Харди, Дж. Дж. Томсон, Артур С. Эддингтон и другие знаменитые ученые, и всего лишь

в нескольких футах от них сидел я. Беседа была захватывающей, и я ловил каждое слово. На стене висел старинный портрет Генриха VIII. Еда подавалась на старинных серебряных блюдах. Я отметил, что у Безиковича был превосходный аппетит. После обеда мы перешли в другую комнату, где он налег на бренди, осушая рюмку за рюмкой, в то время как другие украдкой бросали в его сторону взгляды, которые, впрочем, были не лишены восхищения.

Харди рассказывал о некоторых смешных случаях из своей жизни, один из которых мне запомнился. Однажды, еще в молодости, он шел со священником в густом тумане, и на пути им встретился мальчик, который держал в руках намотанную на палку веревку бумажного змея. Священник сравнил эту сцену с незримым присутствием Бога, которого можно почувствовать, но нельзя увидеть, сказав: «Ты можешь не видеть парящего в небе змея, но ты чувствуешь, как натягивается нить в твоих руках.» Однако Харди знал, что в туманную погоду ветра не бывает, и потому бумажные змеи не могут летать. Еще Харди считал абсурдом сдачу кембриджских экзаменов «трайпоз»¹ по математике. Чтобы доказать это, он убедил Джорджа Пойа (который был, если угодно, настоящим специалистом по вычислениям и манипуляциям в классическом анализе) сдать такой экзамен без предварительной подготовки. И Пойа, по слухам, с треском провалился.

Я познакомился с Субрахманьяном Чандрасекаром, блестящим молодым астрофизиком из Индии. Несколько раз мы вместе обедали в Тринити, где он состоял членом ученого общества. Он сотрудничал с Эддингтоном, который вызывал у него чувство восхищения и в то же время соперничества. Год спустя мне предложили вакантное место члена ученого общества Гарварда, которое освободил Чандрасекар, занявший место старшего преподавателя в Чикаго.

Мы встретились вновь гораздо позже, когда он был консультантом в Лос-Аламосе и работал над теорией турбулентности и другими гидродинамическими задачами. Кроме того, Чандра, как называют его друзья, — один из самых блестящих и плодовитых математиков-астрономов с мировым именем. Его книги стали классикой в своей области.

Тогда же, во время семестра 1934 года, университет или, вернее, начальство отдельных женских гимназий Гиртона и Ньюнхэма отменило старое правило, запрещавшее проведение лекций в стенах колледжа представителям мужского пола. Меня пригласили провести семинар по топологии. И, если я не ошибаюсь, я был

¹«Трайпоз», или математический треножник — экзамен, проводившийся в Кембриджском университете на соискание степени бакалавра по математике с отличием. — *Прим. ред.*

первым мужчиной за всю историю гиртона, переступившим его порог, чтобы прочитать лекцию.

Из всех известных мне польских ученых единственным, кого я встретил, пока был в Кембридже, был Леопольд Инфельд, доцент из Львова. Я знал его по нашим сборищам в кафе. В Кембридже мы встретились несколько раз.

Инфельд был высоким, намного выше шести футов, довольно грузным, с крупной головой и широким лицом. Он был евреем из простой православной семьи. В своей автобиографии он отвел немало страниц под описание того, как он боролся, чтобы получить образование и ученую степень, что было не так-то легко.

Он был весел и остроумен. Я помню одно замечание (показавшееся мне блестящим), которое он сделал через месяц своего пребывания в Англии в связи с различием между английской и польской «интеллектуальной» беседой. Он сказал, что в Польше люди глупо рассуждают о важных вещах, а в Англии с умом говорят о глупом и тривиальном.

Инфельд был очень честолюбивым человеком и сделал яркую карьеру. Однако я не думаю, что его талант как физика или математика в полной мере соответствовал его амбициям. Так, еще в Польше у меня были некоторые сомнения насчет истинного понимания им математики наиболее сложных разделов общей теории относительности. Возможно, причиной этого было его весьма ограниченное знание основ математики. Популярные статьи, написанные им для одной из варшавских газет, были выдержаны в хорошем стиле, но, по моему мнению, не всегда точны с математической точки зрения. Я в то время имел высокие запросы и считал, что даже газетные статьи научного характера должны соответствовать уровню замечательных работ Пуанкаре, посвященных популярной науке, или объяснений теории относительности для широкого круга читателей Эддингтоном.

В Принстон Инфельд приехал несколькими неделями позже меня и начал работать с Эйнштейном над известной книгой Эйнштейна – Инфельда о физике, которая стала бестселлером. В своей биографии Инфельд рассказывает о том, насколько глубоко его впечатляли дружелюбие Эйнштейна, с которым он познакомился в Берлине, и его способность позволять людям чувствовать себя непринужденно в его компании. В Принстоне мы почти не встречались; он не входил в команду фон Неймана.

Архитектура Кембриджа, средневековые сооружения, прекрасные дворiki и прогулки по городу, иногда с Л. Юнгом, ныне профессором Висконсинского университета — все это до сих пор остается среди сильнейших зрительных впечатлений моей жизни. Подобно моим прогулкам по Парижу, сохранившему дух Фран-

цузской революции, они по-своему повлияли на мои вкусы, ассоциации, предпочтения в литературе и исследования.

В начале 1935 года я вернулся из Кембриджа в Польшу. Пришло время серьезно подумать о научной карьере, хотя в тот момент было сложно получить даже скромную должность «доцента». Нескольким случайным письмам было суждено изменить сложившуюся ситуацию; в одном из них, к своему удовольствию, я получил приглашение посетить Соединенные Штаты.

ЧАСТЬ II

КАК РАБОТАЮТ
МАТЕМАТИКИ В АМЕРИКЕ

Время, проведенное в Принстоне

1935–1936

Впервые я услышал о Джоне фон Неймане от своего школьного учителя Завирского. О достижениях фон Неймана, а также о его личных качествах говорил и Куратовский. Он рассказал мне, как однажды в берлинском такси фон Нейман в нескольких предложениях объяснил ему больше, чем он, Куратовский, мог бы узнать из переписки или беседы с другими математиками о вопросах теории множеств, теории меры и функций вещественных переменных вместе взятых. Банах также говорил о нем. От него я услышал историю о том, как на банкете во время Львовского собрания 1927 года он и другие математики, в том числе Стоцек, потчuya фон Неймана водкой, напоили его до такой степени, что тому пришлось отлучиться в туалет. Вернувшись, он продолжил математическую дискуссию, не упустив при этом цепочки рассуждений.

Я начал переписку с фон Нейманом только к концу 1934 года. Он работал тогда в Соединенных Штатах, будучи очень молодым профессором Института перспективных исследований в Принстоне. Я написал ему о нескольких задачах из теории меры. Он слышал обо мне от Бохнера и в ответ пригласил меня приехать на несколько месяцев в Принстон, добавив, что институт может предложить мне стипендию в триста долларов. Встретились мы вскоре после моего возвращения из Англии.

Осенью 1935 года в Москве проводилась конференция по топологии. Александров пригласил меня приехать. Но отношения между Польшей и Советской Россией были тогда натянутыми. Оформление паспорта для поездки в Россию повлекло за собой такую волокиту, что я не получил его вовремя и поэтому не успел попасть на конференцию. Фон Нейман написал мне, что на обратном пути из Москвы будет проезжать через Варшаву, и предложил встретиться там. Вместе с Самюэлем Эйленбергом, молодым

варшавским математиком, известным своими оригинальными топологическими результатами, я поехал встречать возвращающуюся группу западных ученых. На станции фон Нейман (которого я видел впервые) появился в сопровождении двух американских математиков — Гаррета Биркгофа и Маршалла Стоуна. Все мы разговаривали по-английски. Эйленберг немного говорил по-английски; я же, благодаря своей поездке в Кембридж, владел им вполне сносно. Фон Нейман время от времени переходил вдруг на немецкий.

Со слов Куратовского я представлял его себе стройным, каким он, очевидно, и был в 1927 году. Вопреки моему ожиданию он оказался полноватым, но еще не таким тучным, каким ему суждено было стать позднее. Первое, что поразило меня в нем, были его глаза — карие, большие, живые и очень выразительные. Его голова была внушительных размеров. Он ходил вразвалку. (Сейчас это напоминает мне, как я в первый раз увидел его внука Малкольма, сына дочери Марины. Я пришел в замешательство, видя, как этот трехлетний карапуз расхаживал по длинному гостиничному коридору с переваливающейся, как у его деда, походкой, заложив руки за спину в точности, как это делал Джонни. Появившись на свет уже после смерти деда, этот малыш никак не мог подражать ему. Это навело меня на мысль, что и жесты, и движения, и другие временно-зависимые проявления — не только статистические характеристики или особенности пространственной конфигурации — могут передаваться на генетическом уровне.)

Фон Нейман показался мне довольно молодым, хотя ему было уже за тридцать и он был на пять–шесть лет старше меня. (Вообще, люди старшего возраста всегда вызывали во мне какое-то смешанное чувство: с одной стороны, что-то вроде уважения, с другой — легкое чувство превосходства, осознания того, что у меня впереди было «больше» будущего, чем у них.) Я сразу же узнал в нем близкого по духу человека. Его привычка вставлять в беседу смешные замечания, шутки и парадоксальные анекдоты или интересные моменты, которые он замечал в поведении людей, делала его близким и открытым.

Во время своего короткого визита Стоун, фон Нейман и Биркгоф провели совместный семинар в Варшавском отделении Польского Математического Общества, темой которого послужили фундаментальные теоретические основы логики квантовой теории. Фон Нейман прочел большую часть лекции, Биркгоф сделал краткое обобщение, а Стоун задавал вопросы. Эта лекция произвела на меня неоднозначное впечатление. Мне вовсе не показалось, что она была связана с новыми физическими идеями. Фактически, я посчитал, что отдельные моменты были изложены немного растянуто, а в том, как было представлено глубокое понимание

логики квантовой теории, чувствовалась некая надуманность. Мы с Джонни много разговаривали, главным образом о теории меры (я отсылал ему копии своих ранних статей по этой теории). В разговоре мы также коснулись его недавней работы по теории операторов гильбертова пространства, хотя я и не был особенно осведомлен о ней, да и не особенно в ней заинтересован. Потом он дал мне несколько практических советов по поводу моей предстоящей поездки в Принстон.

Кстати говоря, через несколько лет после Второй мировой войны в связи с той самой московской конференцией по топологии я получил письмо от французского математика Лере, который вместе с львовским математиком Юлиусом Шаудером написал знаменитую работу, относящуюся к исследованию неподвижных точек при преобразованиях функциональных пространств и к их применениям в теории дифференциальных уравнений. Шаудер, наш общий друг, был убит нацистами. Лере хотелось достать его фотографию для себя и для дочери Шаудера, которая пережила войну и живет сейчас в Италии. Но он не смог найти фото ни в Польше, ни где-либо еще и поэтому написал мне, спрашивая, нет ли у меня снимка. Спустя несколько лет после смерти Джонни фон Неймана я листал какие-то книги в его библиотеке, и из одной из них выпала общая фотография участников московской конференции. На ней был Шаудер, а также Александров, Лефшец, Борсук и с десятком других топологов. Это фото я и отослал Лере. С тех пор оно появилось во многих публикациях.

В Варшаве, как и во Львове, математики собирались в кафе и проводили за обсуждением математики часы напролет. Также они часто заглядывали в знаменитую рюмочную Фукера, расположенную в старой части города. Туда мы с Эйленбергом и отвели Джонни и его спутников, чтобы отведать знаменитого гидромеля. Там он развлек нас историей о том, как по просьбе своих принстонских друзей он купил в Москве несколько фунтов икры, которую собирался отвезти в США, и попросил проводника поместить ее на хранение в холодильник вагона-ресторана. Проснувшись на утро в Польше, они узнали, что на польско-русской границе вагон-ресторан отцепили. Они возвращались в Штаты без икры! Он также рассказал о своем решении эмигрировать в Америку, о поголовной непрактичности и недалекости европейских ученых. В Германии, к примеру, число существующих и ожидаемых профессорских вакансий было чрезвычайно мало — две или три во всей стране на ближайшую пару лет. И, несмотря на все это, большая часть доцентов, которых было никак не меньше четырех-шести десятков, рассчитывала получить в ближайшем будущем место профессора. Фон Нейман, со свойственным ему рациональным подходом, подсчитал, что ожидаемое в ближайшие

годы число профессорских должностей равнялось трем, в то время как доцентов было сорок. Именно это и заставило его принять решение об эмиграции, не говоря уже об ухудшающейся политической обстановке, в которой, как он считал, беспрепятственно заниматься умственным трудом станет нелегко. В 1930 году он принял предложение стать приглашенным профессором в Принстонском университете, а в 1923, вскоре после основания Института перспективных исследований, его пригласили стать самым молодым членом преподавательского состава института.

В декабре 1935 года я отплыл на английском корабле «Аквитания» из Гавра, чтобы совершить свое первое трансатлантическое путешествие. Первые два дня стояла прекрасная погода; затем налетел сильный шторм, и у меня началась морская болезнь. Лишь когда мы стали подплывать к Нью-Йорку, море успокоилось, и мое недомогание прошло.

Пробыв в Нью-Йорке два дня, я безуспешно попытался дозвониться в Принстон до фон Неймана, который был в Принстоне, потом решил позвонить прямо в институт. Должен признаться, что мой первый звонок из американской телефонной будки стал для меня своеобразным приобретением опыта. Когда телефонистка сказала мне: «Hold the wire», я не понял и спросил: «Which wire should I hold?»¹ Мне удалось поговорить с Соломоном Лефшецем, профессором университета, который объяснил мне, как добратся в Принстон из Нью-Йорка. Он сказал, что это совсем просто и что поезда ходят ежедневно. Я никак не мог этого понять. Мне было известно, что Принстон очень маленький городок, с чего бы это поездам ходить туда каждый час? Тогда я еще не знал, что он находится на главной линии до Филадельфии и Вашингтона.

В Принстоне я первым делом прошел регистрацию в Институте перспективных исследований, разместившемся в стенах университетского здания Файн Холла, поскольку собственных помещений у института тогда еще не было. Меня приняли молодая и хорошенькая мисс Флемминг и мисс Блэйк, которая была постарше. Я был встречен с улыбками. Это удивило меня и заставило подумать, не было ли чего-то забавного в том, как я был одет и были ли как следует застегнуты пуговицы на моих брюках (застежек-молний в то время еще не придумали).

Зарегистрировавшись в пансионе, я напрямик отправился к фон Нейману, в его большой и внушительный дом. Меня впустила служанка-негритянка, и я увидел в гостиной Соломона Бох-

¹Американское выражение «hold the wire» соответствует английской фразе «hold the line», т. е. «не вешайте трубку», «оставайтесь на связи». Но буквальный перевод этого выражения звучит как «держите провод», поскольку слово «wire» имеет значение «провод». Отсюда законное удивление неискушенного европейца: «Какой такой провод я должен держать?» — *Прим. ред.*

нера и маленького ребенка, ползающего по полу (это была дочь фон Неймана Марина, которой в то время было шесть месяцев). Мариетта, его первая жена, которая тоже была венгеркой, поприветствовала меня. С Бохнером я уже был знаком, так как раньше мы вели математическую переписку. Он и фон Нейман говорили о политике. Говоря о возможности войны в Европе, фон Нейман был преисполнен пессимизма. (Это было за три года до начала войны.) Он, по-видимому, довольно ясно представлял себе картину надвигающейся катастрофы. В России он видел главного противника нацистской Германии. Полагая, что французская армия сильна, я спросил: «А как же Франция?» На что он ответил мне: «Что вы! Франция не будет иметь никакого значения.» И это были действительно пророческие слова.

Отведенные мне комнаты были, если я не ошибаюсь, на Вандевантер Стрит. Там жили еще шесть или семь человек, студенты и не только, и все мы ели за одним столом. Помню, как поначалу я не понимал ни слова из их беседы, хоть и знал английский. Американский акцент застиг меня врасплох, и я не слышал большую часть из того, что говорилось вокруг меня. Через неделю я понимал все. Это типичный случай, причем в отношении не только языков, но и математики дискретного процесса. Сначала полный ноль, ничего, и вдруг ты понимаешь, что к чему.

Я стал частым гостем у фон Нейманов, которые были очень общительными людьми и устраивали званые вечера два или три раза в неделю. Но вечера эти отнюдь не были совершенно беззаботными; тень приближающихся событий вторгалась и в обыкновенную атмосферу. Там я познакомился с семьей Александров, которые были большими друзьями фон Нейманов. Джеймс Александр, также профессор института, был истинным топологом, разработчиком новых проблем и необычных «патологических» примеров топологических объектов. Он был отпрыском состоятельного семейства и отличался чрезвычайной эксцентричностью.

В один из вечеров, несколькими неделями позже, я заметил мужчину, который, хоть ему и было, скорее всего, около пятидесяти, показался мне безгранично старым — мне-то тогда было всего двадцать шесть. Он сидел в большом кресле с молодой красивой дамой, присевшей ему на колени. Они пили шампанское. Мимоходом я спросил у Джонни: «Кто этот господин?» — «О! Неужели ты не знаешь? Это фон Карман, знаменитый аэродинамик.» Фон Карман был одним из друзей Джонни. И еще Джонни добавил: «Разве ты не знаешь, что он одним из первых начал консультировать по вопросам аэродинамики и авиации?» Фон Карман был в числе самых первых ученых, научившихся управлять самолетом в Первую мировую войну. Он сказал мне, что его международная лицензия на проведение полетов числилась под одним из самых пер-

вых номеров. Опыт в летном деле напрямую повлиял на его идею о реактивных двигателях, которые приобрели большое значение в разработках во время Второй мировой войны. Много позже мне случилось узнать его получше. Он имел обыкновение говорить, что инженеры — это люди, которые увековечивают ошибки, сделанные предыдущими поколениями. В 1968 году я оказался рядом с ним на конференции по гидродинамике в Израиле. К тому времени он был богатым и старым человеком. Это был его первый приезд в Израиль, и он был настолько тронут и впечатлен тем, что увидел, что раздавал официантам и таксистам пяти- и десяти-долларовые банкноты в качестве чаевых, не обращая внимания на стоимость чека.

На Джонни всегда производили впечатление люди, добившиеся успеха в политической или организаторской деятельности или же достигшие материальных высот, и он старался поддерживать с ними дружеские отношения. Тем не менее, именно он сказал как-то, когда мы проходили мимо элегантной готической часовни Принстонского университета: «Это наш протест против материализма, который стоит миллион долларов!» Не знаю, было ли это его собственное меткое выражение или нет, но это свидетельствует о его чувстве юмора в отношении денег.

В те дни он все еще называл меня «мистер Улам». Как-то, когда мы попали в пробку во время дождя, он сказал мне: «Видите, мистер Улам, как от средства передвижения от автомобилей больше нет прока, но из них выходят чудесные зонты!» Я часто вспоминаю это, когда сейчас попадаю в пробки. Джонни всегда любил машины, но был не слишком осмотнительным водителем.

Джонни жил на широкую ногу. Профессора из Института были самыми высокооплачиваемыми учеными во всех Соединенных Штатах — даже по сравнению с Гарвардом, что служило поводом к возникновению вражды между институтскими и университетскими профессорами. Жалование их также не шло ни в какое сравнение с маленькими стипендиями, которые предлагались исследователям и приглашенным преподавателям Института.

Громким именем, великой знаменитостью, настоящим светилом в глазах широкой публики был, конечно же, Альберт Эйнштейн. Сначала я познакомился с Мейером, его ассистентом, математиком и весьма странным человеком.

Потом меня представили самому Эйнштейну. Мое внимание привлек его довольно необычный английский. Он, к примеру, говорил: «Он очень нужная формула», указывая на что-нибудь, написанное на доске.

Месяца через два после моего приезда по делам приехал в Нью-Йорк мой двоюродный брат Анжей Улам, банкир, и я пригласил его заехать ко мне в Принстон. Случилось так, что в ту

неделю я выступал с лекцией на каком-то семинаре, и мое имя было указано в списке на той же странице «Бюллетеня Института», что и объявление о еженедельных семинарах Эйнштейна. Это произвело на него огромное впечатление; он упомянул об этом в письме домой, и репутация среди друзей и родных в Польше была мне обеспечена.

Герман Вейль также был профессором Института. Я познакомился с ним в Принстоне и несколько раз бывал в его доме. Он был легендарной фигурой, намного старше фон Неймана. Ему была свойственна та же широта интересов, которая всегда так впечатляла меня. Мой друг Джанкарло Рота, который сейчас работает профессором в МТИ, много позже рассказал мне, что ему довелось прослушать оригинальные лекции Вейля по симметрии, которые произвели на него глубокое впечатление. Эти лекции были немного утомительными, но в то же время оставляли ощущение общей культуры. Не так давно разработанные Вейлем чисто математические схемы и алгебраические образы нашли существенное применение в качестве моделей для изучения свойств загадочных частиц нейтрино и так называемых слабых взаимодействий, важных при β -распаде ядра.

После смерти своей первой жены Вейль женился еще раз и какое-то время жил в Швейцарии. Он не знал о правилах и постановлениях, определяющих срок, в течение которого натурализованный гражданин Америки может безвыездно жить, сохраняя при этом американское гражданство. По своей неосмотрительности он потерял американское гражданство. Случившееся привело всех в состояние шока. Члены Математического общества и Национальной Академии наук требовали, чтобы его восстановили в правах гражданина США. Для этого было необходимо принять специальный билль в Конгрессе, и кто-то из друзей попросил меня привлечь к делу сенатора Андерсона, которого я хорошо знал. Тем временем в Цюрихе Вейль, собираясь опустить в почтовый ящик письмо, упал посреди улицы и умер от сердечного приступа.

В Институт я ходил каждый день на пять-шесть часов. К тому времени у меня было довольно много опубликованных статей, и люди знали о некоторых из них. Я много разговаривал с Бохнером и вскоре после своего прибытия сообщил ему о задаче «Обращения закона больших чисел Бернулли». Бохнер доказал эту теорему и опубликовал ее в «Annals of Mathematics». (Кстати говоря, доказан лишь простейший случай этой теоремы. Обратный закон больших чисел, когда последние требуют меры в пространстве мер, еще не доказан.)

Я посещал лекции и семинары, слушал Морса, Веблена, Александера, Эйнштейна и других и удивлялся тому, как мало люди говорят друг с другом, вспоминая при этом бесконечные часы, про-

веденные в кафе во Львове. Там математики были по-настоящему заинтересованы в работе друг друга, и понимали друг друга, потому что их работа «вращалась» вокруг одной центральной темы — математики теории множеств. Здесь же, напротив, несколько маленьких групп работали в отдельных областях, и я был несколько разочарован этим отсутствием любопытства, хоть и институт и университет собрали настоящую плеяду знаменитостей, которая образовала, возможно, одно из самых огромных скоплений математических и физических умов, которое когда-либо бывало собрано. Будучи дерзким молодым человеком, я сказал Джонни, что все это напоминает мне раздел объектов рэкета между чикагскими гангстерами. К примеру «топологический рэкет» приносил, скажем, пять миллионов долларов; еще пять приносил «рэкет» в вариационном исчислении. Джонни тогда рассмеялся и ответил: «Нет! Он приносит только миллион.»

Но было кое-что еще, что делало обстановку в Принстоне совершенно отличной от той, какую ожидал встретить я: очень быстро Принстон превращался в место сбора оказавшихся не у дел европейских ученых. К тому же еще не закончилась Депрессия, и ситуация, сложившаяся в университетах вообще и в математике в частности, была весьма нездоровой. Люди, имевшие впечатляющее происхождение и хорошие рекомендации (не только приезжие вроде меня, но и исконные американцы), продолжали оставаться без работы по несколько лет после получения докторской степени. Один мой друг, очень талантливый математик и логик, ныне член Государственной Академии наук, получал тогда в Принстоне жалкую стипендию в ожидании, что где-нибудь вдруг появится вакантная должность. Однажды он получил телеграмму с предложением работы старшего преподавателя в высшем учебном заведении с жалованием в тысячу двести долларов в год. Он говорил мне, что тогда это показалось ему сном, и он, не мешкая, согласился на работу. Таких случаев было немало. В то время, как мне сказали, Американским Математическим Обществом «владело» три человека: Освальд Веблен, Дж. Д. Биркгоф и Артур Б. Кобл из Иллинойса. Профессорских должностей добивались, по большей части, через рекомендации этих трех людей. Каков контраст по сравнению с существующим сегодня огромным множеством университетских должностей для тех, кто занимается математикой!

Именно Веблен отвечал за присутствие Джонни в Принстоне. Сначала он пригласил его на семестр, а позднее устроил так, чтобы тот остался. Он очень любил Джонни и считал его почти что своим сыном. Освальд Веблен, племянник Торстейна Веблена, автора «Теории свободного класса» (*The Theory of the Leisure Class*), был знаменитым американским математиком, высоким, худоща-

вым, скандинавского типа, с полным сарказма юмором. Широкую известность доставила ему работа по фундаментальным основам проективной геометрии и топологии.

Веблен устраивал прогулки в принстонские леса, и я не раз получал приглашение присоединиться к этим экспедициям, во время которых много говорили о математике и просто болтали, в то время как сам Веблен срубал высохшие деревья и ветви, чтобы расчистить путь.

Принстонские леса со своими длинными и тонкими деревцами и болотами вовсе не показались мне богаче польских. Но именно в них я в первый раз услышал и увидел гигантских лягушек. Вокруг летало множество разнообразных птиц, и я действительно ощущал себя на другом континенте, в очень экзотическом крае.

Во время всех этих прогулок и дискуссий я в глубине души постоянно задавался вопросом: получу ли я от какого-нибудь американского института приглашение, которое позволит мне здесь остаться? Скорее подсознательно, чем осознанно, я лихорадочно искал способ остаться, причиной тому была опасная политическая ситуация в Европе и катастрофическая для математиков, особенно евреев, ситуация с работой. В Польше меня ожидало весьма скромное будущее, все более очевидной становилась смертельная опасность, нависшая над страной. Кроме того, меня восхищала местная свобода в выражении, в работе, присутствие инициативы, оживление, витающее в воздухе; здесь вам приветственно кивало будущее мира. И хоть я ни словом не намекал об этом Джонни, я страстно желал остаться и заняться работой, если бы она вдруг появилась.

Примерно тогда же в Принстон на месяц приехал Куратовский. Приехал он уже поздней весной, и его интересовало, есть ли хоть какой-то шанс, что меня пригласят остаться на следующий академический год. Он ездил в Гарвард прочитать лекцию, и несколько профессоров оттуда — Биркгоф, Грауштейн и другие — спрашивали его обо мне. Вероятно, он представил им лучшие рекомендации. Разговаривая со мной об этой возможности, он испытывал смешанные чувства. Он прекрасно знал, что мой шанс получить профессию в Польше ничтожно мал, и понимал, что для моей будущей карьеры мне будет полезно остаться в Штатах на более длительный срок, и вместе с тем он чувствовал искреннюю грусть при мысли о том, что я могу не вернуться.

Во время этого приезда он и Джонни получили несколько очень важных результатов в исследовании определенных типов проективных множеств. Это очень изящная теория операций в математической логике, выходящая за рамки аристотелевой или булевой логики. По сей день она полна загадочных моментов, имеющих фундаментальное значение при решении задач, связанных

с основами математики и теории множеств. Не так давно такие проективные операции стали предметом крупной исследовательской работы, и происхождение некоторых ее результатов связано, без сомнения, с этой интересной статьей. Удивительным образом появилась и сама эта работа. Получив от Куратовского начальный импульс, Джонни, с присущей ему технической виртуозностью и глубокой проницательностью, смог выявить решающие по значимости моменты. Это хороший пример того, как часто бывает плодотворным сотрудничество в математике!

Однажды фон Нейман попросил меня выступить на его семинаре с докладом о результатах, полученных мной в области простых групп — предмета, в котором я был не очень сведущ. Вообще мне часто везло в получении довольно оригинальных, но не существенных результатов в тех областях, где я не знал либо фундаментальных положений, либо деталей теории. На этом семинаре Джонни задавал мне очень емкие и весьма хитрые вопросы, и мне пришлось напряженно думать, прежде чем давать правильные ответы; не думаю, что он делал это с целью поставить меня в неловкое положение, скорее это объяснялось его безоговорочной объективностью и желанием расставить все по местам.

На некоторых своих лекциях фон Нейман, бывало, детально рассматривал какие-то наиболее легкие моменты и лишь вскользь, словно делая комментарий, останавливался на сложных местах, что озадачивало его студентов, однако он всегда демонстрировал фантастическую и в какой-то степени пророческую широту интересов в математике и ее приложениях и, в то же время, объективность, которой я несказанно восхищался.

Фон Нейман был блестящим, изобретательным, действенным математиком, с потрясающей широты кругом научных интересов, которые простирались и за пределы математики. Он знал о своем техническом таланте. Его виртуозность в понимании сложнейших рассуждений и интуиция были развиты в высшей степени; и тем не менее, ему было далеко до абсолютной самоуверенности. Возможно, ему казалось, что он не обладает способностью интуитивно предугадывать новые истины на самых высших уровнях или даром к мнимой иррациональному пониманию доказательств и формулировок новых теорем. Мне очень трудно это понять. Может быть, это объяснялось тем, что пару раз его опередил или даже превзошел кто-то другой. К примеру, его разочаровало то, что он не первым решил теоремы Геделя о неполноте. Ему это было больше чем под силу, и наедине с самим собой он допускал возможность того, что Гильберт избрал ошибочный ход решения. Но мысли эти шли вразрез с общепринятым представлением, которое было в то время. Другой пример — доказательство Дж. Д. Биркгофом эргодической теоремы. Его доказательство было более убедительным,

более интересным и более независимым по сравнению с доказательством Джонни.

Во время своего пребывания в Принстоне я видел, что у Джонни были какие-то сомнения относительно того, что он делал. Он был погружен в новую работу, которая касалась исследования непрерывных геометрий и теории классов операторов в гильбертовом пространстве. Сам я не особо интересовался задачами, связанными со свойствами гильбертова пространства. Джонни, как я видел, так же не был до конца уверен в важности этой работы. И лишь когда, время от времени, он находил какие-то оригинальные, технически изящные приемы или новый подход, он действительно казался возбужденным, или освободившимся от внутренних сомнений.

Тогда же, уже не в первый раз в своей жизни, он начал обдумывать задачи, не связанные с чистой математикой (в 1924 году он написал свою знаменитую книгу по математическим основам квантовой теории). Сейчас он больше думал о классических задачах физики. Например, он изучал проблемы турбулентности в гидродинамике. Он исследовал элементы непрерывных геометрий, которые не являются тем, что обычно принято считать «точками» в евклидовом пространстве; это, так сказать, «бесточечная геометрия» — название, послужившее объектом для многочисленных нехитрых шуток.

Снова и снова он возвращался к возможности пересмотра логики квантовой теории, послужившей темой лекции, прочитанной им на семинаре в Варшаве. В Принстоне он часто работал над этой темой. И я, слушая его разговоры, видя и чувствуя его нерешительность, сам испытывал сомнение, потому что не было никакой очевидной возможности получить хоть какое-нибудь экспериментальное подтверждение — это был вопрос логики в чистом виде. Меня же никогда особо не интересовали чисто «грамматические» подходы. Вещи не затруднительные, которые легко представить на листе бумаги, кажутся мне менее интересными, чем вещи, имеющие под собой более реальную физическую основу или же основу абстрактную, но все же каким-то образом более «осязаемую». Должен признать, что, конечно, в некоторых случаях формализм как таковой, бесспорно, имеет огромную ценность — к примеру, он важен в методе, а точнее в системе обозначения диаграмм Фейнмана в физике. Идея здесь чисто типографическая, и сама по себе она не вносит ничего осязаемого в физическую картину, но, тем не менее, если система обозначений умело разработана, она может подтолкнуть ваши мысли в те направления, которые, возможно, окажутся полезными, новыми или даже ключевыми. Помимо этого существует (и является чрезвычайно важной) магия «алгоритмов», то есть символизм в математике. В самом вычислении

раскрывается все чудо этой магии. Различные преобразования, генерирующие функции и другие тому подобные вещи происходят в математических приложениях каким-то почти сверхъестественным образом.

Фон Нейман был хозяином и чуть-чуть рабом своего собственного метода. Когда он видел, что где-то можно что-нибудь сделать, то позволял себе отклоняться от главной темы. Лично я считаю, что некоторые из его математических работ, например, по классам операторов или по квазипериодическим функциям, очень интересны с технической стороны, но, по-моему, не имеют решающего значения; однако он не мог удержаться от того, чтобы не заняться ими, так как знал, что это ему по силам.

Сколь огромно значение привычки! Она может в значительной степени определить характеристики или же природу самого мозга. Привычки влияют и, возможно, в существенной мере определяют выбор хода мыслей в работе человека. Стоит им укорениться (это, по моему мнению, может произойти очень быстро — иногда достаточно лишь несколько раз поддаться искушению), соответствующие «связи», «программы», «подпрограммы» тут же закрепляются. У фон Неймана была привычка держаться линии наименьшего сопротивления. Конечно, он, обладая сильным умом, мог быстро преодолеть все незначительные препятствия или трудности и идти дальше. Но если трудность с самого начала была слишком велика, он не бился головой о стену и — как я однажды выразился в разговоре об этом со Шрейером — не кружил вокруг крепости, постукивая то тут, то там в надежде найти наиболее слабое место и попытаться совершить прорыв. Он обыкновенно переключался на другую задачу. В целом, судя по привычкам, влияющим на работу Джонни, я бы назвал его скорее реалистом, чем оптимистом. Джонни всегда был трудоголиком; он обладал огромной энергией и выносливостью, скрывающейся за не слишком волевой наружностью. Каждый день он начинал работать еще до завтрака. И даже во время званных вечеров в своем доме он мог вдруг оставить гостей, отлучиться где-нибудь на полчаса, чтобы записать что-то, пришедшее ему на ум.

Должно быть, жить с ним было не так просто, в том смысле, что он не уделял достаточно внимания простым житейским делам.

Некоторые люди, особенно женщины, считали, что он недостаточно прислушивается к субъективным, личным ощущениям, и что, возможно, он несколько недоразвит в эмоциональном отношении. Однако во время наших бесед я чувствовал, что только некоторая застенчивость не позволяла ему открыто говорить на подобные темы. Такая внешняя робость — не редкое явление среди математиков. «Нематематики» часто упрекают нас в этом и, мо-

жет быть, обижаются на эту кажущуюся эмоциональную бесчувственность и чрезмерную склонность к рациональному, особенно в отношении к делам мирским, с наукой не связанным. Фон Нейман же настолько ушел в математику, физику и другую научную работу, не говоря уже о становящейся все более насыщенной деятельности в качестве консультанта множества проектов, что он, вероятно, не мог быть слишком внимательным, «нормальным» мужем. Это, возможно, частично объясняло его не слишком гладкую семейную жизнь.

Его, конечно же, привлекали женщины, но по особому, чисто внешне. Он всегда рассматривал женские ноги и фигуру. Всякий раз, когда мимо проходила девушка, он оборачивался и смотрел — так долго, что все это замечали. И все же это происходило машинально, почти на автомате. Как-то он сказал мне о женщинах вообще: «От них мало в чем есть прок». Он, конечно, имел ввиду, что все, что выходило за рамки их биологических и физических функций, было не так уж важно.

У него не было социальных предрассудков, и он никогда не скрывал своего еврейского происхождения (несмотря на то, что в детстве его крестили по христианскому обряду). Он испытывал сильную гордость за рождение государства Израиль в 1948 году и радовался победам евреев над соседними арабскими странами, демонстрируя своего рода национализм, который вряд ли был уместен.

Его отцу, банкиру, был пожалован титул «фон». В Австро-Венгерской империи титулами обычно награждали, но при желании их можно было и купить у правительства. Джонни никогда не использовал полный титул (не делал этого и фон Карман, который тоже был евреем). Он чувствовал себя неловко рядом с людьми, которые всего в этой жизни добивались сами или имели скромное происхождение. Ему было более уютно в окружении состоятельных евреев третьего–четвертого поколения. Общаясь с кем-то вроде меня, он часто «приправлял» беседу еврейскими словечками или шутками.

Это был светский человек, который, не будучи снобом, но вполне осознавая свое положение, чувствовал себя более свободно с людьми своего происхождения.

Он был всесторонне образован и очень сведущ в истории, особенно Римской империи, его восхищала ее власть и организация. Возможно, интерес этот отчасти объяснялся пониманием им, как математиком, разницы между переменными с индивидуальными свойствами, т. е. людьми, и группами таких переменных, т. е. классами. Он увлекался отысканием аналогий между политическими проблемами настоящего и прошлого. Иногда такие аналогии действительно были налицо, но все же я не думаю, что его выводы

всегда имели под собой основания ввиду присутствия слишком большого количества других несходных факторов.

Вообще говоря, он не был склонен спорить с людьми. Когда те спрашивали его совета касательно вещей, которые они собирались сделать, он обычно не разубеждал их и не противоречил. В обыденной жизни он стремился ладить с окружающими и даже предвосхищал то, что они хотели услышать. Еще у него была маленькая, невинная привычка говорить, что вещи, которые он хочет видеть выполненными, рождаются вместе с людьми, которых он хочет видеть в качестве их исполнителей! Услышав от него эту уловку, я и сам стал использовать ее. Однако в науке он действительно защищал те принципы, в которые верил.

Если говорить о других ученых, то его до самой глубины восхищал Курт Гедель. Это восхищение мешалось в нем с чувством разочарования от того, что он сам не додумался до идеи о «неполноте». Многие годы Гедель не мог добиться звания профессора в Принстоне, оставаясь на положении приглашенного преподавателя — так, по-моему, оно называлось. По-видимому, кто-то на факультете его не жаловал и с успехом препятствовал его продвижению к профессорской должности. Джонни иногда говорил мне: «Как вообще кого-то из нас можно назвать профессором, когда сам Гедель не является таковым?» Когда я спрашивал у него, кто именно был настроен против Геделя, то он никогда не говорил мне, даже несмотря на то, что мы были близкими друзьями. И я восхищался его благоразумием.

Что касается самого Геделя, он очень высоко ценил Джонни и очень интересовался его мнением. Думаю, осознание важности своего собственного открытия не спасало Геделя от мучительных сомнений в том, что оно не может оказаться очередным парадоксом вроде парадоксов Бурали-Форте или Рассела. Но его открытие — это больше, гораздо больше. Это — революционное открытие, изменившее как философские, так и технические аспекты математики.

Когда мы говорили об Эйнштейне, Джонни выражал ставшее уже привычным восхищение его эпохальными открытиями, давшими ему так легко, неправдоподобным «везением» его формулировок, четырьмя его работами по теории относительности, а также по броуновскому движению и фотоэффекту. Каким же невероятным кажется то, что скорость света, излучаемого движущимся объектом, не меняется от того, движется ли этот объект по направлению к вам, или удаляется от вас! Но в его восхищении была, казалось, некая сдержанность, как-будто он думал: «Ну, есть такой великий ученый», зная при этом пределы его возможностей. Его поразила позиция Эйнштейна во время его дебатов с Нильсом Бором — та нерешительность, которую он обнаружил

при обсуждении квантовой теории в целом. Я же всегда считал, что последнее слово в этом вопросе еще не сказано, и что в новой «суперквантовой теории» можно было бы согласовать между собой различные предпосылки.

Как-то я спросил Джонни, не считает ли он, что Эйнштейн вызывает некоторое презрение по отношению к другим физикам, включая лучших из лучших и самых знаменитых, что его слишком обожествляют и восхваляют. Никто не пытался его превзойти, к примеру, более искусно обобщив его теорию относительности или изобретя что-то, что могло бы конкурировать с ней, изменить ее или усовершенствовать. Джонни согласился. «Думаю, ты прав, — сказал он, — он не слишком много задумывается о других, как о своих возможных соперниках в истории физики нашей эпохи.»

Сравнение — вещь возмутительная, а вопрос о каком-то «линейном» порядке превосходства или величия в науке вообще не может ставиться. Это, по сути, вопрос вкуса. Сравнить математиков «линейно» или как-то еще, наверное, так же сложно, как сложно было бы сравнивать музыкантов, поэтов, писателей. Разумеется, существуют большие и очевидные различия в «классе». Кто-то может преспокойно утверждать, что Гильберт был более великим математиком по сравнению с любым молодым ассистентом из любого крупного университета. Я считаю, что определенная часть самой постоянной, самой ценной, самой интересной работы фон Неймана приходится на конец его жизни, в том числе его идеи, связанные с вычислительной техникой и автоматами. Если же говорить о продолжительности ее влияния, то я думаю, она во многих смыслах столь же велика, сколь и работа Пуанкаре, который был, конечно, теоретиком и фактически никак не содействовал развитию технологии как таковой. Пуанкаре был одной из великих фигур в истории математики. Гильберт тоже. И как математикам математиков им поклоняются чуть больше, чем фон Нейману. Однако последнее слово останется за будущим.

Одна из счастливейших случайностей в моей жизни произошла в тот день, когда Дж.Д. Биркгоф зашел на чашку чая к фон Нейману, как раз когда я был там. Он, кажется, слышал обо мне от своего сына Гаррета, с которым я познакомился в Варшаве. Мы разговаривали, и после обсуждения математических задач он обратился ко мне со словами: «В Гарварде есть организация под названием Ученое Общество. У них имеется вакансия. Один шанс к четырем, что вы, если проявите заинтересованность и подадите заявление, можете получить это назначение». Джонни энергично закивал в мою сторону, и я сказал: «Да, мне было бы интересно провести какое-то время в Гарварде». Через месяц, в апреле 1936 года, я получил приглашение выступить с докладом в Гарварде

на математическом коллоквиуме. За докладом последовало приглашение на обед в Ученое Общество, наверное, для того, чтобы понаблюдать за мной без моего ведома.

Над темой, с которой я выступал на коллоквиуме, работают и поныне — это вопрос о существовании во многих структурах малого числа элементов, образующих подгруппы или подсистемы, всюду плотные в структуре (то есть, выражаясь популярным языком, задача выбора из всего бесконечного многообразия объектов нескольких таких объектов, сочетанием которых можно получить, с очень малой погрешностью, все другие объекты). Результаты, о которых я докладывал, мы с Джозефом Шрейером получили пару лет назад. Я говорил с уверенностью — не помню, чтобы я вообще когда-нибудь нервничал из-за выступлений, потому что я всегда чувствовал, что знаю то, о чем говорю. Должно быть, я произвел хорошее впечатление, поскольку, вернувшись в Принстон, я обнаружил письмо, бесконечно обрадовавшее меня. Оно было от секретаря Гарвардской корпорации и подписано на английский манер: «Ваш покорный слуга». Это было назначение на должность младшего члена Общества сроком на три года, начиная со следующей осени. Условия были чрезвычайно привлекательными: тысяча пятьсот долларов в год плюс бесплатное питание и жилье, а также оплата моих поездок. В те дни это выглядело царским предложением.

С письмом в кармане я с радостью начал готовиться к отъезду в Польшу на лето. Чтобы исправить неудачу, приключившуюся с Джонни прошлым летом, мои новые принстонские знакомые наказали мне привезти огромное количество икры. Они не понимали, что в Польше, которая не производила ее, икра была столь же дорогой, что и на Западе.

Годы, проведенные в Гарварде

1936–1939

Ученое общество, к тому моменту, как я стал его членом, существовало всего лишь несколько лет. Гаррет Биркгоф и психолог Б. Ф. Скиннер входили в число самых первых его членов. Большинство младших членов Общества, как нас называли, составляли, в основном, подающие большие надежды молодые ученые, которым было где-то между двадцатью и тридцатью и которые уже имели докторскую степень.

Мне предоставили две комнаты в Адамс Хаус по соседству с Джоном Окстоби, еще одним новым членом Общества. Будучи примерно одного со мной возраста, он не имел докторской степени, но в кругах Калифорнийского университета, где он написал свою дипломную работу, все знали его как блестящего и многообещающего математика. Мне он сразу же понравился. Он был высоким, голубоглазым шатеном и всегда пребывал в хорошем настроении. Полиомиелит, перенесенный им еще во время учебы в средней школе, жестоко покалечил одну его ногу, так что он вынужден был передвигаться с костылем.

Его интересы в математике частично совпадали с моими: топология теории множеств, анализ и теория вещественных функций. Сразу же мы начали обсуждать задачи, касающиеся понятия «категория» множеств. Понятие «категория» — менее количественное, но отчасти сходное с понятием меры множеств, т. е. их длины, площади, объема, а также их обобщений. Мы быстро получили несколько новых результатов, и плодами наших бесед во время первых нескольких месяцев нашего знакомства стали две опубликованные в «Fundamenta» заметки. За этим последовал наш не лишенный честолюбия штурм проблемы существования эргодических преобразований. Понятия и определения, связанные

с этим вопросом, были заложены Больцманом еще в XIX веке; пятью годами раньше его изучение составило центральную тему в работе фон Неймана, за которой последовали (и которую до некоторой степени затмили) более впечатляющие результаты Дж.Д. Биркгофа. В своих работах, покончивших с затянувшейся неопределенностью, а также в книге о динамических системах Биркгоф ввел понятие «транзитивности». Окстоби и я работали над завершением этой проблемы, доказывая существование пределов в самой эргодической теореме.

Чтобы завершить разработку фундаментальных основ в отношении статистической механики, связанной с эргодической теоремой, нужно было доказать существование и, что более существенно, преобладание эргодических преобразований. Сам Дж.Д. Биркгоф работал над частными случаями динамических задач, но общих результатов все еще не было. Мы же хотели показать, что в каждом многообразии (пространстве, с помощью которого представлены все возможные состояния динамической системы) — в том его виде, в котором оно используется в статистической механике — эргодическое поведение закономерно.

Суть, интенсивность и продолжительность наших ежедневных бесед напоминали мне то, как проходила работа в Польше. Обычно Окстоби и я сидели в моей комнате, которая, хоть я и постелил в ней пару взятых напрокат восточных ковров, была довольно холодной, или же в его комнате, обставленной еще более поспартански.

Мы обсуждали различные подходы к возможному построению этих преобразований. Я, с присущим мне оптимизмом, был убежден в нашем конечном успехе. Дж.Д. Биркгофа мы держали в курсе того, как продвигалась наша работа, направленная на решение этой задачи. Он, как правило, улыбался, когда я разговаривал с ним об этом за обедом в Ученом Обществе. Наша целеустремленность отчасти забавляла его и отчасти впечатляла, а отчасти он был настроен скептически, несмотря на то, что действительно допускал, что у нас есть шансы. Обычно он перепроверял то, что сообщали ему я и более осмотрительный Окстоби. Более двух лет понадобилось нам, чтобы совершить прорыв и закончить очень длинную работу, которая в 1941 году появилась в «Annals of Mathematics» и которую я считаю одним из наиболее важных результатов, в получении которых мне довелось принять участие.

Председателем Общества был Л.Дж. Хендерсон, знаменитый биолог, автор книги «Пригодность окружающей среды» («The Fitness of Environment»), пользовавшейся в то время огромной популярностью не только среди специалистов, но и в широких кругах. Эль Джей (L. J. — *Прим. пер.*), как мы его называли, был истым франкофилом. Общество и в самом деле, было основано скорее по

образцу Fondation Thiers в Париже, чем по принципу организации обществ в колледжах Кембриджа и Оксфорда.

Общество состояло из пяти-шести старших и, кажется, двадцати двух младших членов.

В число старших членов входили выдающиеся, знаменитые профессора, такие, как Хендерсон, литератор Джон Ливингстон Лоуз, историк Самюэл Элиот Морисон, и Альфред Норт Уайтхед — знаменитый английский философ, который к тому времени, когда я вступил в Общество, уже оставил должность профессора в Гарварде. Я часто имел удовольствие сидеть рядом с ним на традиционных обедах Общества, которые давались по понедельникам вечером.

Некоторые младшие члены Общества произвели на меня впечатление красивой, в отношении манер, группы молодых людей. Окстоби, Уиллард Куайн, который был истинным логиком, и я были единственными математиками среди них. Из физиков несколько членов Общества стали позже очень известными, такие как Джон Бардин, Иван Геттинг и Джим Фиск. Из биологов мне запомнился Роберт Вудворд, который первым синтезировал хинин и другие биологически важные вещества. Был там и Пол Самюэлсон, экономист, служивший советником у президента Кеннеди, а также Ивар Эйнерсон, крупный ученый в области лингвистики, и Гарри Левин, специалист в области английской литературы. Левин вел себя в духе Пруста. Он любил устраивать мудреные и, как мне казалось временами, красивые дискуссии. Другим зарубежным членом Общества был археолог Георг Ханфман. Ханфман был, несомненно, очень ученым человеком, и я отдавал должное его эрудиции. Мы оба разделяли любовь к греческой и латинской литературе.

Логик Уиллард Куайн был дружелюбен и общителен. Он интересовался другими странами, их культурой и историей, знал несколько словечек из славянских языков и с превеликим удовольствием употреблял их во время наших бесед. Его имя уже было известно в математической логике. Я помню, что он был худощавым, темноволосым, темноглазым и очень сильным человеком. Во время президентских выборов в 1936 году, на которых Франклин Д. Рузвельт победил Лэндона, я встретил его на ступеньках библиотеки Уайденера в девять утра, когда о триумфальной победе Рузвельта уже было всем известно. Мы остановились перекинуться парой слов, и я спросил его: «Ну, и что вы думаете о результатах?» «Каких результатах?» — ответил он. «Президентских выборов, разумеется», — сказал я. «Ну и кто же президент?» — небрежно спросил он меня. Эта особенность свойственна многим ученым. Я слышал как-то историю о том, что во время президентства в Гарварде Чарльза У. Элиота одному пришедшему к нему

посетителю заявили: «Президент уехал в Вашингтон, чтобы встретиться с мистером Рузвельтом». (Вошедшим оказался сам Теодор Рузвельт!)

Я питался в Адамс Хаусе; особенно приятно было обедать там — мы сидели за длинным столом — молодые люди и, иногда, именитые профессора; беседы всегда были очень оживленными. Однако часто бывало, что ближе к концу трапезы они, один за другим, вставали и, махом проглатывая свой кофе, вдруг объявляли: «Прошу прощения, но я должен идти работать!» Будучи молодым, я не мог понять, почему люди хотят показать себя такими усердными в работе. Меня удивляло это отсутствие уверенности в себе, даже со стороны некоторых известных ученых. Позже я узнал о пуританской вере в усердную работу или в то, что нужно, по меньшей мере, делать вид, что усердно работаешь. Студентам волей-неволей приходилось показывать свое добросовестное отношение, то же делали уже бывшие в годах профессора. Подобная нехватка уверенности в себе казалась мне странной, хотя она, впрочем, была менее неприятной, чем европейское высокомерие. К примеру, в Польше люди тоже делали вид и сочиняли истории, но только с совершенно иной целью. Они могли трудиться всю ночь напролет не покладая рук, но делать вид, что вовсе не работали. Но в этом уважении к работе, мне казалось, было что-то от пуританского упора на действие в противовес мысли, столь чуждого аристократическим традициям того же Кембриджа в Англии.

Комнаты Общества располагались в Элиот Хаусе. Мы, младшие члены Общества, обычно собирались там по понедельникам и пятницам на ланч или на знаменитые обеды вечером по понедельникам, собиравшим младших и старших членов Общества вместе за длинным Т-образным столом, который, как говорили, даже был запечатлен в книге Оливера Уэнделла Холмса «Самодержец обеденного стола». Хендерсон откопал его на каком-то Гарвардском складе.

Президент Лоуэл присутствовал почти на каждом таком обеде. Он просто обожал воссоздавать картину Ютландского сражения в Первую мировую войну, передвигая по всему столу ножи, вилки и солонки и изображая таким образом позиции британского и немецкого флотов. Время от времени он забывал о своих сомнениях и даже угрызениях совести в связи с процессом Сакко — Ванцетти и рассказывал о нем — не столько, чтобы оправдаться, сколько чтобы еще раз изложить решение суда и последующие законные меры. Он был членом одного из комитетов по пересмотру судебных дел.

К еде подавали хорошее французское бургундское или эльзасское вино. Вина эти были гордостью и отрадой Хендерсона, который как-то сказал мне, что если бы когда-нибудь в Кембри-

даже ему оказали честь и воздвигли памятник, «он» хотел бы стоять на Гарвард Сквер с бутылкой вина в руке в ознаменование того, что именно он первым добился от Университета выделения средств на содержание винного погреба. Джордж Хоманс, один из младших членов Общества, потомок президента Джона Адамса, входил в число молодых людей, занимавшихся отбором и дегустацией вин. Когда же и меня включили в дегустационный комитет, я расценил это как глубочайший знак отличия. Еще бы, ведь это моя первая административная работа в Америке! Общество все еще продолжает свое весьма длительное существование в Гарварде и также устраивает обеды по понедельникам, на которых всегда рады бывшим его членам.

В 1936 году, казалось, начался спад Депрессии. Хотя Гарвардский университет, по-видимому, остался относительно незатронутым этим катаклизмом. Я помню, как после моего выступления на коллоквиуме, прямо за которым последовало мое назначение в Ученое Общество, профессор Уильям Гроштейн сказал мне, что профессора Гарварда вообще не ощутили этой депрессии. Это заставило меня удивиться тому, сколь мала была их заинтересованность в общих для страны проблемах, делах Массачусетса или даже Кембриджа. Было очевидно, что жизнь в стенах университета в Америке означала, по меньшей мере, частичную изоляцию от остальной части общества. Как и во Львове, почти все профессора жили в окружении друг друга и очень мало общались с другими представителями профессиональной или творческой среды. Это имело как недостатки, так и преимущества — оставалось больше времени для научной деятельности, но очень мало было влияние на жизнь страны. Как известно, положение в некоторой степени изменилось после Второй мировой войны. Так, в администрации Кеннеди гарвардцы вели огромную работу, связанную с правительственными делами, и на некоторое время влияние ученых даже стало первостепенным.

Деятельность в Ученом Обществе составляла, конечно, лишь одну сторону моей жизни в Гарварде. Я очень много общался с более молодыми сотрудниками факультета университета и довольно часто виделся и разговаривал со старшими профессорами, в том числе с самим Дж. Д. Биркгофом. Его сын Гаррет, блестящий математик, высокий, симпатичный молодой человек, который был на два года моложе меня, стал моим другом, и мы виделись почти каждый день.

Хотя членство в Обществе не обязывало к какой бы то ни было преподавательской деятельности, профессор Гроштейн попросил меня прочесть для студентов первого курса элементарный раздел математики под названием Math.1A. (Возможно даже, что погибший президент Кеннеди одно время числился среди студен-

тов этой группы. Мне запомнилось сходное имя, а также чьи-то слова о том, что этот студент — весьма примечательная личность. Он уехал за границу в середине семестра. Когда, годы спустя, я встретился с президентом Кеннеди, то я забыл спросить его, действительно ли он посещал тот курс.)

Мне уже случалось читать лекции и проводить семинары, однако преподавание полного курса было мне вновь, и я нашел такое занятие увлекательным. Для молодых преподавателей было установлено правило — строго придерживаться программы предписанного учебника. Я, по-видимому, справлялся не так уж плохо, поскольку студенческая газета, проводившая оценку работы преподавателей, удостоила меня похвалы, назвав интересным преподавателем. Вскоре после начала чтения курса Дж.Д. Биркгоф пришел посмотреть, как я провожу занятие. Возможно, ему хотелось проверить мой английский. Он сидел в дальнем конце аудитории и наблюдал за тем, как я учу студентов писать уравнения параллельных прямых в аналитической геометрии. Затем я сказал, что на следующем занятии мы будем изучать уравнения перпендикулярных прямых, которые, добавил я, «более сложны». По окончании лекции Биркгоф подошел ко мне со словами: «Вы справились очень хорошо, но я бы не сказал, что перпендикулярные прямые — вещь более сложная». Я же ответил, что на мой взгляд это как раз помогает студентам запомнить материал лучше, чем в случае, если я скажу им, что все очень просто. У Биркгофа эта педагогическая попытка с моей стороны вызвала улыбку. Думаю, ему импонировала моя независимость и прямота, и мы встречались довольно часто.

Вскоре после моего прибытия в Кембридж¹ он пригласил меня к себе на обед. Там состоялось мое первое знакомство с незнакомыми мне блюдами вроде тыквенного пирога. После обеда, который был очень приятным, я собрался уходить, и Дж.Д. взял мое пальто, чтобы помочь надеть его. Подобного рода любезность в Польше была неслыханным делом; там старший никогда бы не помог тому, кто намного младше его. Помню, что я густо покраснел от смущения.

За ланчем я нередко встречался с его сыном Гарретом, и мы частенько прогуливались вместе. Мы много говорили о математике, а также предавались обсуждению слухов — привычному для математиков и любимому ими занятию. Конечно, оценивать, насколько хорош X или Y — тема для разговора довольно неглубокая, но такова уж особенность нашего племени. Читатель, возможно, уже заметил, что она не чужда и мне. Так как математика боль-

¹ Гарвард находится в американском городе Кембридже близ Бостона, штат Массачусетс. — *Прим. ред.*

ше относится к роду искусства, ценности здесь зависят скорее от личных вкусов и чувств, чем от объективных, фактически существующих понятий. Математики тоже падки на тщеславие, хоть и в меньшей степени, чем оперные теноры или художники. Но когда каждый математик знает какой-нибудь определенный «раздельчик» математики лучше кого-то другого, и если учесть, что математика — настолько емкий, а сейчас все более и более специализированный предмет, некоторые находят удовольствие в распределении наиболее известных математиков по «классам» в линейном порядке и комментировании их относительных заслуг. В целом это безвредное, хоть и отчасти пустое времяпрепровождение.

Помню, как лет в восемь–девять я попытался оценить любимые фрукты, расположив их в порядке их «хорошести». Я рассуждал, что груша лучше яблока, которое лучше сливы, которая лучше апельсина, до тех пор, пока, к своему ужасу, я не обнаружил, что, говоря языком математика, в этом отношении отсутствует транзитивность, а именно — сливы могут быть лучше орехов, которые лучше яблок, но яблоки лучше слив. Я попал в порочный круг, и в том возрасте это просто ошеломило меня. Нечто похожее характеризует и «рейтинги» математиков.

Многие математики также щепетильно относятся к тому, что они считают самыми прекрасными детищами своего ума — к своим результатам и теоремам — и склонны проявлять собственническое отношение к ним. Парадоксально, но также они склонны считать свою работу трудной, а работу других — более легкой. В других областях все как раз наоборот — там чем лучше ты с чем-то знаком, тем легче оно тебе кажется.

Кроме того, математики охочи до препирательств, и личная вражда между ними дело известное. Когда я стал деканом математического факультета Колорадского университета, то обратил внимание на то, что трудности, связанные с ведением дел N человек, на самом деле пропорциональны не N , а N^2 . Это стало моей первой «административной теоремой». Из шестидесяти профессоров можно составить около 1800 пар. Неудивительно, что во всем этом множестве существуют такие пары, члены которых не переносят друг друга.

Из гарвардских математиков, которых я знал, я бы упомянул о Хаслере Уитни, Маршале Стоуне и Норберте Винере. Уитни был молодым старшим преподавателем и представлял интерес не только как математик. Он был дружелюбен, но довольно молчалив — тот физиологический тип, что в этой стране встречается чаще, чем в центральной Европе — застенчив, но не лишен уверенности в себе, с необычным юмором, честностью, проявляющейся буквально во всем, и особым даром настойчивого и глубокого изучения математики.

Маршалл Стоун, с которым я познакомился в 1935 году, когда вместе с фон Нейман и Биркгофом он проезжал через Варшаву, возвращаясь с московского конгресса, сделал в университете головокружительную карьеру, хотя ему был лишь тридцать один год. Уже состоявшийся профессор, он имел большой вес в делах факультета и всего университета. Он написал классическую работу — подробную и авторитетную книгу по гильбертову пространству и бесконечномерному обобщению трехмерного и n -мерного евклидова пространств, ставшую математической основой современной квантовой теории в физике. Он был сыном Гарлана Стоуна, главного судьи Верховного суда. Говорят, что как-то отец с гордостью сказал о математических достижениях Маршалла: «Я озадачен, но все же счастлив, что мой сын написал книгу, в которой я не понимаю ни слова».

И Норберт Винер! С ним я познакомился во время своего выступления на коллоквиуме, в мой первый год в Гарварде. Я читал лекцию по нескольким задачам топологических групп и упомянул о полученном мною в Польше в 1930 году результате, доказывающем невозможность существования полностью аддитивной меры, определенной во всех подмножествах данного множества. Винер, который всегда сидел на лекциях в полусонном состоянии, за исключением тех моментов, когда слышал свое имя (тогда он резко вскакивал и садился обратно, что выглядело очень комично), перебил меня, сказав: «Вообще-то нечто подобное уже было доказано Витали». Я ответил ему, что знаю о результате Витали, и что он намного слабее моего, потому что требует наличия дополнительного свойства, а именно равенства конгруэнтных множеств, тогда как мой результат не предполагает подобного постулата, а потому является более сильным, чисто теоретическим доказательством в теории множеств. После лекции он подошел ко мне и извинился, согласившись с моими доводами. Так началось наше знакомство.

Конечно, я слышал о Винере и до этой встречи, и не только о его славе математика-чародея, работе в области теории чисел, знаменитых тауберовых теоремах и исследованию рядов Фурье, но также и о его эксцентричности. В Польше я узнал от Джозефа Марцинкевича о написанной им и Пэли книге, рассматривающей вопросы суммируемости преобразований Фурье. Реймонд Пэли, один из самых перспективных и успешных английских математиков, погиб в очень молодом возрасте в результате несчастного случая в горах. Марцинкевич был студентом Антони Зигмунда. Во Львов он приехал уже с докторской степенью, и поскольку у него уже был опыт в вопросах тригонометрических рядов, тригонометрических преобразований и суммируемости, он стал председателем в Шотландском кафе во время наших обсуждений работ Винера. Марцинкевич, как и Пэли, на которого он был по-

хож и своим талантом, и сходными математическими интересами, и достижениями, погиб при исполнении долга офицера польской армии в начале Второй мировой войны во время военной кампании 1939 года.

Рассеянный, с виду словно «не от мира сего», Винер все же мог давать некую интуитивную оценку другим людям, и я, должно быть, заинтересовал его. Несмотря на нашу разницу в возрасте (его сорок против моих двадцати шести), он, временами, находил меня в моей маленькой квартире в Адамс Хаусе, иногда поздно вечером, и предлагал завести математическую беседу. Он говорил: «Давайте пойдем ко мне в кабинет, там я смогу писать на доске». Мне этот вариант походил больше, так как если бы мы оставались у меня, было бы трудно выпроводить его и не показаться грубым. По темным улицам мы ехали в его машине в МТИ, открывали входную дверь, включали свет, и он начинал говорить. Но, хоть Винер и был всегда интересен, где-нибудь через час я начинал клевать носом и, в конце концов, ухитрялся выбрать момент и намекнуть, что пришло время возвращаться домой.

Винеру во многом было свойственно ребячество. Очень щепетильно относясь к своему собственному месту в истории математики, он нуждался в беспрестанном заверении в его творческих способностях. Я был просто огулен, когда через несколько недель после нашей первой встречи он спросил меня: «Улам! Вы думаете, мне уже нечего делать в математике?» Действительно, порой математики склонны волноваться насчет своей ослабевающей способности к концентрации намного сильнее, чем некоторые мужчины по поводу своей сексуальной состоятельности. Тогда я, при своей дерзости, испытывал сильный соблазн в шутку ответить ему «да», но сдержался; он вряд ли понял бы, что я шучу. В связи с этим «мне уже нечего делать», я вспоминаю также случай, когда несколько лет спустя во время Первого всемирного конгресса математиков, проходившего в Кембридже, я прогуливался по Массачусетс Авеню и увидел Винера, стоящего перед книжным магазином. Его лицо было словно приклеено к витрине, а когда он все же заметил меня, то закричал: «Улам! Посмотри! Там моя книга! Улам! Работу по теории вероятностей, которую мы с тобой проделали, так долго не замечали, а теперь взгляни! Сегодня она в центре всего!» Я посчитал это обезоруживающим и просто по-блаженному наивным.

Анекдотов о Винере было не счесть; у каждого знавшего его математика была своя собственная коллекция. Я поделюсь своей историей о случае, произошедшем осенью 1957 года, когда я приехал в МТИ в качестве приходящего профессора. Мне отвели кабинет как раз напротив его кабинета. На следующий после прибытия день мы встретились в коридоре, и он остановил меня со словами:

«Улам! Я не могу сказать вам, над чем я работаю сейчас, ведь вы в состоянии наложить на мою работу гриф секретности!» (Намекая, очевидно, на должность, занимаемую мной в Лос-Аламосе.) Нет нужды говорить, что я не мог сделать ничего подобного.

В Винере всегда жило чувство неуверенности. До войны он часто упоминал в беседе о своих личных проблемах с Я. Д. Тамаркиным, который был его большим другом. Когда он писал автобиографию, то показал Тамаркину свою толстую рукопись. Тамаркин, с которым я познакомился в 1936 году и с которым мы стали довольно дружны, рассказал мне об этой рукописи и о том, насколько она интересна. Но он также заметил, что Винера могли привлечь к суду и обвинить в клевете за многие его откровения. Почти с неверием он говорил о тексте Винера и о том, как он пытался отговорить его выпускать книгу в свет в таком виде. То, что появилось в конечном итоге, было, судя по всему, весьма смягченным вариантом оригинала.

Другое мое воспоминание о Винере связано со случаем, когда он попросил меня поехать с ним в Бостон, чтобы встретиться на Саут Стэйшн английского математика Г. Х. Харди, прибывающего в Штаты с визитом. Он знал, что я встречался с Харди в Англии. Вместе с еще одним математиком, Норманом Левинсоном, насколько мне помнится, мы встретили Харди и посадили его на наш поезд. Винер, который очень гордился своим знанием китайского народа, его культуры и даже языка, пригласил всех на ланч в китайский ресторан. Сходу он начал по-китайски разговаривать с официантом, который, казалось, не понимал ни слова из его речи. Винер же невинно заметил: «Он, вероятно, с юга и не говорит на мандаринском наречии». (Мы, правда, были не очень-то убеждены в законченности сего объяснения.) Это был очень приятный обед, во время которого мы успели много поговорить о математике. В конце Винер, принявший счет, обнаружил, что у него нет с собой денег. К счастью, порывшись в карманах, каждый из нас нашел несколько долларов. Позже Винер вернул нам все до последнего цента.

Говорили, что Винер, несмотря на то, что его вполне устраивала профессура в МТИ, был очень разочарован тем, что Гарвард никогда не предлагал ему должности. Его отец был профессором в Гарварде, и Норберт страстно желал пойти по его стопам.

Хотя Дж. Д. Биркгоф был, по меньшей мере, лет на десять старше Винера, последний испытывал по отношению к нему чувство соперничества и стремился поравняться с ним или даже превзойти его в славе и математических достижениях. Когда было опубликовано знаменитое доказательство эргодической теоремы, полученное Биркгофом, Винер что есть сил старался обогнать его и доказать еще более сложную теорему. Ему это удалось, однако

в силе его результата нет той простоты и фундаментальности, что несет в себе доказательство Дж.Д. Биркгофа. Это еще один пример присущего математикам духа соперничества и источника их честолюбия.

Я думаю, что Винер как математик имел прекрасные способности — пронизательность и техничность. Он обладал потрясающими общими познаниями, но, по-моему, в нем не было той искорки оригинальности, которая создает что-то «необычное», непохожее на то, что уже сделано другими. В математике, как и в физике, очень многое зависит от шанса, от благоприятного момента. Возможно, и фон Нейману не хватало чего-то от «иррационального», хотя он со своей замечательной творческой жилкой безусловно стремился к пределам «разумного» и достигал их.

Винер и фон Нейман имели во многом пересекающиеся интересы и суждения о том, что имеет значение в чистой математике и ее приложениях, однако сравнивать их как личностей сложно. Норберт Винер был действительно эксцентричным человеком, фон Нейман, напротив, был действительно солидным. У Винера было чутье на вещи, которые стоят того, чтобы над ними поразмыслить, и он имел правильное суждение о возможностях применения математики в более важных и более явных приложениях теоретической физики. Он демонстрировал необыкновенную технику в использовании преобразований Фурье. Просто поразительно, как много можно сделать с помощью алгоритмов или символизма! Меня всегда изумляет то, как определенная способность вкупе со специальным и как будто строго ограничивающим техническим приемом могут давать так много в результате. Винер был в этом деле мастером. Я звал и других математиков, которым также это удавалось, но в более скромных масштабах. Например, Штейнгауз смог проникнуть очень глубоко в другие области, а его студент Марк Кац, который сейчас работает в университете Рокфеллера, даже превзошел его в этом. Другой поляк, Антони Зигмунд, который живет сейчас в Чикаго, — мастер в обширнейшей области тригонометрических рядов. Несколько его студентов достигли эпохальных результатов в других областях, к примеру, Пол Коэн преуспел в теории множеств — самой общей и абстрактной части математики.

Я не думаю, что Винера особенно привлекал метод комбинаторного мышления или работа над задачами обоснования математической логики или теории множеств. Быть может, в начале своей карьеры он пошел именно в этом направлении, но позже занялся теорией чисел и другими областями.

Фон Нейман был другим. У него тоже было несколько довольно независимых технических приемов, которые он знал как свои пять пальцев (редко случается, что таких приемов у матема-

тиков больше двух или трех). К ним относилась его способность к символьным преобразованиям линейных операторов. Он обладал также непостижимым «здравым смыслом» в понимании логических структур, основ и «надстроек» в новых математических теориях. Это сослужило ему хорошую службу позже, когда он заинтересовался идеей возможной теории автоматов и взял на себя разработку как концепции, так и конструирования вычислительных машин. Он пытался выявить и провести формальные аналогии между функционированием нервной системы в общем и человеческого мозга в частности и работой только что разработанных компьютеров.

Винер, в некоторой степени скованный инфантилизмом и наивностью, психологически был, наверное, в невыгодном положении от того, что по воле своего отца он с самого детства стал для всех вундеркиндом. Фон Нейман, который также начинал довольно молодым, знал мир намного лучше и проявлял больше здравого смысла в том, что находится вне области чистого интеллекта. Кроме того, Винер больше придерживался традиций схоластической еврейской школы, даже несмотря на то, что его мнения и убеждения были очень либеральными. Невозможно было не заметить, что натуре фон Неймана эта черта была совершенно чужда.

Неисчерпаемая любознательность Джонни распространялась на многие разделы теоретической физики, начиная с его работы, в которой он, начав освоение нового направления, предпринял попытку сформулировать прочную математическую основу квантовой теории. Его книга «Математические основы квантовой механики», изданная свыше сорока лет назад, является не только классикой, но своего рода библией в данном предмете. Особенно его завораживала загадочная роль числа Рейнольдса и мнимая тайна внезапного возникновения турбулентности в движении жидкости. Он обсуждал с Винером озадачивающие значения этого числа, которое является «безразмерным» — чистое число, выражающее отношение сил инерции к силам вязкости, число большое — порядка двух тысяч. Почему же именно столько, а, скажем, не единица, не десять и не пятьдесят? Тогда мы с Джонни пришли к выводу, что пролить свет на причины перехода от ламинарного (регулярного) потока к турбулентному могут лишь современные подробные численные расчеты для множества частных случаев.

Он рассказал мне еще об одной своей дискуссии с Винером, в ходе которой они занимали различные позиции: Джонни, рассуждая о создании моделей, характеризующих работу человеческого мозга, выступал в пользу численного метода на основе последовательности тактов, тогда как Винер настаивал на непрерывных или «гормональных» основах. Дихотомия между двумя этими точками зрения до сих пор представляет собой огромный интерес и к на-

стоящему моменту, конечно, приняла уже другой облик и стала глубже благодаря более обширным знаниям анатомии мозга и одновременно более емким исследованиям в теории автоматов.

Весьма любопытными были отношения между фон Нейманом и Дж. Д. Биркгофом. Биркгоф не восхищался и не ценил в полной мере талант фон Неймана. По-видимому, он не считал, что те многие области математики, в которых работал фон Нейман, представляют собой особую ценность. Он восхищался его блестящей техникой, но все же вкусы Дж. Д. были более классическими, в традициях Пуанкаре и великой французской школы анализа. Совсем другие интересы имел фон Нейман. Биркгоф стремился получить какие-нибудь грандиозные результаты в физике, и на его счету действительно есть несколько интересных с технической стороны, но не принципиально важных достижений в общей теории относительности. Несколько раз он читал лекции по этому предмету в Мехико, стимулируя маленькую местную школу релятивистов. Интересы фон Неймана были связаны с основами последних разработок в новой квантовой теории. Они демонстрировали различия в интересах, подходах, системах ценностей. Биркгоф предпочитал исследовать скорее вглубь, чем вширь. Фон Нейман делал, до некоторой степени, и то, и другое. Конечно, еще была разница в возрасте — примерно в четверть века — в происхождении и в воспитании. Кроме того, фон Нейман так никогда и не простил Дж. Д. того, что тот «сорвал куш» в деле с эргодической теоремой. Фон Нейман первым доказал слабую эргодическую теорему, как ее сейчас называют. Биркгоф, применив какой-то совершенно виртуозный метод комбинаторного мышления, смог доказать более сильную теорему и, располагая большим влиянием на редакторов издания «*Proceedings of the National Academy of Sciences*», первым издал свою работу. Джонни так и не смог забыть этого. Иногда он жаловался на это мне, но всегда вскользь и не напрямую.

В дополнение к элементарным курсам математики, которые я читал во время своего первого года в Обществе, меня попросили постепенно приступить и к более сложным курсам. Мне это было по нраву, ведь лучший способ выучить предмет — это попытаться систематически обучать ему. Тогда сам постигаешь ключевые моменты, суть дела. Один курс, довольно важный, был по классической механике и читался для студентов последнего курса — курса Math. 4, если я правильно запомнил. Другой курс, Math. 9, был по теории вероятностей. Я в то время не очень представлял себе, что означали оценки: A , B , C , D или F . Но мои нормы были весьма жесткими. Я помню неплохого в общем студента, который был не согласен с оценкой « C ». За него вступились несколько профессоров, но я упрямо и, возможно, глупо стоял на своем. Сейчас я уже

становлюсь все более снисходительным и ставлю студентам «C» или «D», когда они в действительности заслуживают «F» или еще того хуже.

Тамаркин, который был профессором в Броуновском университете, попросил меня прочесть вместо него выпускной курс, пока он в отпуске. Я решил посвятить этот курс теории функций нескольких переменных. Он включал в себя много нового материала, немалая часть которого была заимствована из моих собственных недавних работ, чем я очень гордился. Каждую пятницу я ездил поездом в Провиденс, читал лекцию, проводил выходные у Тамаркина и в воскресенье возвращался в Кембридж. Во время своего последнего приезда во Львов летом 1939 года я упомянул о содержании курса Мазуру, и ему оно очень понравилось. Он одобрил материал и его организацию и сказал, что и сам с удовольствием прочитал бы этот курс, что меня порадовало и ободрило.

Тамаркин был интереснейшим человеком. Он был среднего роста и очень крупный — в нем было, я бы сказал, фунтов тридцать лишнего веса. Он был довольно близоруким, заядлым курильщиком сигар и сигарет и, как правило, чрезвычайно общительным. Узнав его получше, я открыл в нем замечательные качества характера и ума.

Перед Первой мировой войной он написал несколько исследовательских работ на основе работы Дж. Д. Биркгофа и даже несколько улучшил некоторые из его результатов, что послужило поводом к возникновению некой враждебности в их отношениях. И все же, когда он приехал в Соединенные Штаты, Биркгоф помог ему получить должность в Броуновском университете, славившемся своим математическим факультетом, где работали Джеймс Ричардсон, Раймонд К. Арчибальд и другие. Ричардсон был представителем старой школы, Арчибальд — выдающимся специалистом по истории математики, основавшим в Броуновском университете знаменитую математическую библиотеку, одну из самых лучших в стране.

Тамаркин интересовался «польской» математикой и знал о некоторых из моих собственных результатов в теории банаховых пространств. Ему было присуще одно качество, которым обладают, наверное, лишь очень немногие математики — он проявлял чрезвычайный интерес к работам других и, в отличие от большинства, был менее эксцентричным. Его интересовало то, что делалось в других областях помимо той, в которой работал он сам, тогда как большинство математиков, даже самых лучших, часто, глубоко погрузившись в свою работу, не обращают внимания на то, чем заняты окружающие. Тамаркин же поддерживал и поощрял меня в моей работе.

Не будучи чистым евреем и имея русские корни, Тамаркин был караимом. Караимы были представителями семитской секты, на которую не распространялись обычные ограничения в правах, действующие в России в отношении евреев. Причиной тому было то, что, как они утверждали, их не было в Палестине в момент, когда Иисусу выносили смертный приговор, и это снимало с них вину. И русские правители приняли этот довод. Еще были некие узы, связывающие караимов с древними хазарами — народом существовавшего в южной России в шестом или седьмом веке загадочного царства, языческого племени, царь которого некогда решил принять новую религию. Попросив представителей христианского, мусульманского и еврейского вероисповеданий объяснить суть своих религий, он выбрал иудаизм. Тамаркин считал себя одним из их потомков. После Русской Революции он бежал из Ленинграда, правда, не так, как десятью годами позже это сделал Георгий Гамов, перешедший через ледяное поле Ладожского озера, чтобы попасть в Финляндию.

За то время, что я был в Гарварде, Джонни несколько раз приезжал повидать меня, и я приглашал его на обед в Ученое Общество. Мы совершали автомобильные прогулки и поездки, во время которых успевали поговорить обо всем — от математики до литературы, ни на минуту не умолкая, но и не забывая разглядывать попутно окружающие нас пейзажи.

В рождественскую пору 1937 года мы отъехали из Принстона в Университет Дьюка, где проходило заседание Американского математического общества. В пути, среди прочих вещей, мы рассуждали о том, какие изменения произойдут на американской научной арене под влиянием все увеличивающегося числа европейских ученых-эмигрантов. Мы сделали остановку в одной из харчевен, где нам повстречался какой-то фальцовщик. Он рассказал нам о местном индейском вожде Томо-Чи-Чи, которого, похоже, нимало не радовал приезд бледнолицых. Я, желая проиллюстрировать бывающие у нас в ходу шутки, часто с лингвистическим и филологическим уклоном, спросил, не знает ли он, почему пилигримы «высадились на берег», тогда как европейские эмигранты, в том числе и ученые, всего-навсего «приезжают». Джонни пришлось по вкусу подразумеваемое противопоставление, и он стал использовать его и в других контекстах как пример суждения о заложенных в вещи ценностях. Мы также не преминули уподобить нарастающее в Дж. Д. Биркгофе чувство беспомощности перед лицом иностранного засилья чувству, бурующему индейского вождя. Продолжив поездку, мы пару раз сбились с пути и в шутку решили, что это вождь Томо-Чи-Чи, применив какое-то особое волшебство, принял форму неверных дорожных знаков, для того чтобы сбить нас с пути.

Это был мой первый приезд на юг, и я поразился той непохожести, что существовала между Нью-Йорком, Новой Англией и южными штатами. Меня, я помню, охватило чувство «дежавю» при виде более изысканных манер, более размеренного темпа жизни, элегантных поместий. Что-то казалось мне знакомым, и мне хотелось понять, что именно. Я вдруг спросил самого себя, быть может, местные пережитки рабовладельческих устоев напомнили мне о следах феодализма, до сих пор заметных в Польше. Я также удивился, увидев вокруг множество негров, а их язык меня просто заинтриговал. На заправочной станции обслуживающий негр сказал: «Что вам, капитан?», и я спросил Джонни: «Может быть, он думает, что я офицер и, называя меня капитаном, делает мне комплимент?» Похожая ситуация возникла, когда я в первый раз услышал, как меня называли «Док», и подумал, откуда же носильщик мог знать, что у меня докторская степень.

Когда мы проезжали мимо мест, послуживших полями сражений в Гражданскую войну, Джонни в малейших подробностях воспроизводил те баталии. Его знание истории было воистину энциклопедическим, но что он любил и знал лучше всего, так это античную историю. Он глубоко восхищался тем, как лаконично и при этом замечательно писали греческие историки. Зная греческий, он смог прочесть в оригинале Тацита, Геродота и других; еще лучше он знал латынь.

История экспедиции афинян на остров Мелос, последовавшие вслед за тем зверства и убийства, длинные дебаты между сторонами-противниками — все это его завораживало по причинам, которые я никогда не мог понять до конца. Казалось, что жестокость, проявляемая цивилизованным народом, вроде греков, доставляет ему какое-то нездоровое удовольствие. Для него, я думаю, это проливало свет на не самые лучшие стороны человеческой натуры как таковой. Быть может, он видел в этом своеобразную иллюстрацию того, что уже тогда, когда люди только вступали на определенный путь, было предопределено, что честолюбие и гордыня не позволят им свернуть с избранной дороги, и что это, возможно, неминуемо приведет к ужасным последствиям, как и в греческих трагедиях. Нет нужды говорить, что то было пророческим предвидением еще более масштабного и страшного безумства нацистов. Джонни прекрасно знал об ухудшавшейся политической обстановке, и, подобно Пифии, предвидел грядущую катастрофу.

Именно во время этой поездки у меня впервые возникло чувство, что у него не все ладится в семье. Он проявлял какое-то беспокойство и нервозность и делал частые остановки, чтобы позвонить в Принстон. Один раз он вернулся в машину очень бледным и явно расстроеным. Позже мне стало известно, что как раз

тогда он узнал о том, что рушится его брак с Мариеттой. Пройдет еще немного времени, и она уйдет от него и выйдет замуж за более молодого физика, частого гостя на многочисленных вечерах, которые фон Нейман давал в Принстоне.

На обратном пути я поставил математическую задачу о связи между топологическими и алгебраическими свойствами структуры абстрактной группы: когда в абстрактную группу можно ввести топологию, такую, чтобы данная группа стала непрерывной топологической группой и была сепарабельной? «Сепарабельной» означает, что существует счетная последовательность элементов, всюду плотных в группе. (То есть каждый элемент группы может быть аппроксимирован элементами этой последовательности.) Такая группа, конечно, должна быть не больше мощности континуум — это явно необходимое условие. Это был один первых вопросов, рассматривающих связь между чисто алгебраическими и чисто геометрическими, т. е. топологическими понятиями, цель которого понять, как они могут влиять друг на друга или определять друг друга.

Мы оба думали над решением. В мотеле я совершенно неожиданно нашел комбинаторный прием, показавший, что сделать это невозможно. Как мне кажется, он был довольно оригинальным. Я объяснил его Джонни. Пока мы ехали, Джонни упростил мое доказательство в том смысле, что он отыскал пример группы мощности континуум, которая даже является абелевой (коммутативной), и все же не допускает непрерывную неотделимую топологию. Другими словами, существуют абстрактные группы мощности континуум, в которых не может быть непрерывной отделимой топологии. Джонни, который любил словесные игры и игру слов, спросил меня, как лучше назвать такую группу. Я сказал «несепарабелизуемая» (*nonseparabilizable*). Довольно трудно произнести такое слово, и мы во время этой автомобильной поездки частенько забавлялись, повторяя его.

У математиков есть свой собственный специфический юмор с шутками вроде этой. Вообще говоря, их забавляют истории, в которых присутствует тривиальность сходства двух понятий или «тавтологии». Им нравятся также шутки с «пустыми множествами». Если вы скажете что-то, что истинно «*in vacuo*»¹, то есть условиям высказывания удовлетворить невозможно, они найдут это забавным. Еще у них в цене логические головоломки. Например, история о еврейской мамаше, подарившей два галстука своему зятю. Когда она встречается его в следующий раз и видит на нем один из подаренных галстуков, то спрашивает: «Разве другой тебе не понравился?»

¹В пустоте (лат). — *Прим. пер.*

Некоторые замечания фон Неймана несли в себе сокрушительную иронию, несмотря на то, что его сарказм имел абстрактную природу. Эд Кондон рассказывал мне в Боулдере, что как-то он сидел рядом с Джонни на лекции по физике в Принстоне. Лектор строил кривую по множеству экспериментально полученных точек, и, хотя они были сильно разбросаны, он все же показал, каким образом они лежат на кривой. Если верить Кондону, то фон Нейман прошептал: «Что ж, по крайней мере они лежат на одной плоскости».

Одни могут вспоминать истории и рассказывать их другим в подходящие моменты. Другие умеют придумывать их, находя аналогии между ситуациями или идеями. Третьи смеются и получают удовольствие от шуток других. Иногда я задаюсь вопросом, можно ли классифицировать типы юмора в зависимости от личности. Мои друзья и сотрудники Дж. Эверетт из Соединенных Штатов и Станислав Мазур из Польши — оба обладали очень специфичным чувством юмора, и при этом они имели похожий почерк и даже внешне походили друг на друга.

Фон Нейман предпочитал рассказывать истории, которые он уже где-то слышал, мне нравилось придумывать их самому. Моя жена говорит, что я как-то сказал ей: «Во мне есть остроумие, и это потрясающее качество.» Когда же она сказала мне, что я хвастун, то я тут же ответил: «Верно. У меня тьма недостатков, но скромность не позволяет мне упоминать о них!».

Помимо специфических шуток, математики используют и специфический язык. Например, употребляют слово «тривиальный». Они просто обожают это выражение, но что оно действительно означает? Легкий? Простой? Банальный? Мой друг Джанкарло Рота услышал как-то от одного своего коллеги, что тот не любит преподавать исчисление¹, потому что оно очень тривиально. Но так ли это? Исчисление, каким бы простым оно ни было, является одним из величайших творений человеческого ума, и его зачатки восходят еще к Архимеду. Его «придумали» Ньютон и Лейбниц и развили Эйлер, Лагранж и другие. Оно таит в себе некую красоту и значение, куда превышающее большее из того, что есть в нашей современной математике. Так что же «тривиально»? Уж, конечно, не великая теория множеств Кантора, которая, будучи технологически очень простой, несложной и незапутанной, концептуально очень глубока и замечательна.

Мне приходилось слышать, как математики осмеивали специальную теорию относительности, называя ее ничем иным, как технически тривиальным квадратным уравнением да несколькими следствиями. Но ведь это — одна из монументальных идей чело-

¹Имеется ввиду математический анализ. — *Прим. ред.*

веческой мысли. Так что есть тривиально? Простая арифметика? Да, для нас она, возможно, тривиальна, но так ли это для ученика третьего класса?

Давайте посмотрим, какие еще слова бытуют в обиходе математиков: возьмем, к примеру, прилагательное «непрерывный». Из одного этого слова рождается вся топология. Топологию можно рассматривать как большое сочинение, темой которого является это слово — «непрерывный» — во всех его обобщениях, применениях и разновидностях. Попробуйте логически или комбинаторно определить наречие «даже» или «однако». Или возьмите какое-нибудь слово типа «ключ», обозначающее самый обыкновенный предмет. Однако куда как нелегко определить этот предмет квазиматематически. Слово «клубиться» обозначает движение, к примеру, дыма, при котором клубы дыма порождают друг друга. В природе оно почти столь же обыденно, как и движение волн, однако это слово может дать жизнь целой теории преобразований и новой гидродинамике. Как-то я даже пытался написать работу по математике трехмерного пространства, которая имитировала бы это слово.

Будь я помоложе лет на тридцать, обязательно попытался бы написать математический словарь, объясняющий происхождение математических выражений от общеупотребительных слов на манер философского словаря Вольтера.

Переход и кризис

1936–1940

Каждое лето с 1936 по 1939 год я на все три месяца возвращался в Польшу. Приехав в первый раз, всего лишь после нескольких месяцев пребывания в Америке я удивился тому, что в городе работают телефоны и есть электричество, ходят трамваи. Сам я был охвачен мыслью об абсолютном превосходстве Америки в технологиях, о ее уникальном «ноу-хау». Конечно, главную эмоциональную реакцию вызвало во мне воссоединение с семьей, друзьями и знакомыми улочками Львова, а затем последовало горячее желание вернуться к свободным и перспективным «открытым» условиям жизни в Америке. Наверное эти сложные чувства станут понятнее, если я добавлю, что в мае я считал дни и недели, оставшиеся до моего возвращения в Европу, а в Польше я уже через несколько недель начал нетерпеливо считать дни до своего возвращения в Америку.

Поскольку большинство математиков на лето оставалось во Львове, мои личные контакты с ними, а также наши собрания в кафе продолжались до самого начала Второй мировой войны. Как и раньше я работал с Банахом и Мазуром. Пару раз я навещал Банаха, когда тот уезжал на несколько дней в Сколе или окрестные деревни в Карпатских горах, в милях семидесяти к югу от Львова. Эти места я знал с детства. Банах работал там над одним из своих учебников, но всегда находил время, чтобы посидеть в харчевне, поговорить о математике и «остальной части вселенной», выражаясь фразой, столь милой сердцу фон Неймана. В последний раз я видел Банаха в июле 1939 года в Шотландском кафе. Мы обсуждали вероятность войны с Германией и вписали еще несколько задач в Шотландскую книгу.

Летом 1937 года Банах и Штейнгауз попросили меня пригласить фон Неймана приехать во Львов с лекцией. Он приехал из Будапешта и провел с нами несколько дней, за которые успел прочитывать отличную лекцию и несколько раз побывать со мной в нашем

кафе. Там фон Нейман написал несколько задач в Шотландской книге, и мы провели несколько приятных дискуссий с Банахом и еще несколькими математиками.

Я рассказал Банаху о выражении, которое Джонни употребил в нашей беседе в Принстоне перед тем, как сообщить мне о результате, полученном каким-то математиком, который не был евреем: «Die Goim haben den folgenen Satzbewiesen» (Следующую теорему уже доказали гои¹). Банах, который был самым настоящим гоем, посчитал это самой забавной фразой из всех, что ему когда-либо доводилось слышать. Напрашивавшийся из нее вывод показался ему очаровательным — то, что смогли сделать гои, Джонни и я должны были сделать еще лучше. Джонни пришлось по вкусу эта шутка, хоть он и не выдумал ее сам, и мы пустили ее в ход.

Я показал Джонни город. У меня уже имелся некоторый опыт работы гидом для иностранных математиков. Когда я был всего лишь первокурсником, Куратовский, зная, что я говорю по-английски, поручил мне познакомить с городом американского тополога Эйреса. Еще мне приходилось сопровождать в экскурсиях по Львову Эдуарда Чеха, Г. Т. Уайберна и некоторых других приезжавших в Польшу ученых.

Львов вызвал у Джонни большой интерес и удивил его своим центром, который сохранил тот же вид, что и в девятнадцатом веке, и многочисленными памятниками пятнадцатого, шестнадцатого и семнадцатого столетий. В некоторых отношениях Венгрия и Польша все еще оставались полуфеодалными. В городе было много живописных местечек, где старые домики, наклонившись друг к другу, искривляли узкие, вымощенные булыжником улочки. В одном из переулков гетто в открытую проводились незаконные операции с валютой. В мясных лавках, расположенных на окраинах, беспрепятственно открывались взору ряды вывешенных туш. Несмотря на электрические трамвайные линии, по городу все еще ездили запряженные лошадьми экипажи. Такси встречались нечасто, и даже тогда, уже в конце тридцатых, можно было нанять «фиакр», запряженный парой лошадей. Кстати говоря, когда я в первый раз побывал в Нью-Йорке, то весьма удивился, увидев перед лучшими отелями на Пятой Авеню старые ветхие фиакры, каждый из которых был запряжен только лишь одной хилой лошаденкой.

Мы побывали в армянской церкви, украшенной фресками руки Яна Хенрика Розена, современного польского художника, живущего сейчас в Соединенных Штатах. Когда же мы зашли в рус-

¹Т. е. не евреи — известно, что евреи называли гоями представителей всех других народов, часто с долей презрения. Напомним, что С. Улам и фон Нейман имели еврейское происхождение. — *Прим. ред.*

скую православную церковь, то нас обоих неимоверно потряс вид лежащего в полуоткрытом гробу трупа, который должны были похоронить по русскому обряду. Тогда я в первый раз в жизни увидел покойника.

Джонни также побывал и в нашем доме. Он познакомился с моими родителями — мамой, которой уже через год было суждено уйти из жизни, и отцом, который был наслышан о Джонни с моих слов. Я показал ему контору отца, расположенную в другой части нашего большого дома на улице Костюшко.

Кое-кого из нашей семьи Джонни уже знал. Моя тетя, вдова Майкла, брата моего отца, вышла замуж за венгерского финансиста Арпада Плеша. Фон Нейман знал Плешей. Брат Арпада был врачом Эйнштейна в Берлине. Арпад был баснословно богатым финансистом, но весьма противоречивым человеком. Довольно состоятельной была и моя тетя, замечательная женщина, предком которой был знаменитый пражский ученый пятнадцатого века Каро.

Когда, много лет спустя, я вместе с фон Карманом был в Израиле, в городе Сафед, старый православный гид-еврей показал мне могилу Каро на старом кладбище. Когда я сказал ему, что состою в родстве с Каро, он упал на колени — что, впрочем, стоило мне тройного размера чаевых. Плеша часто путешествовали и нередко жили в Париже. Я навестил их там во время своей поездки в 1934 году. Майкл Улам, мой дядя и первый муж моей тети, был похоронен в Монте-Карло; тетя, которой сейчас уже тоже нет в живых, похоронена там же, в причудливом мраморном мавзолее на католическом кладбище. Тетя Каро состояла также в прямом родстве со знаменитым Рабби Лоевом, который жил в Праге в шестнадцатом веке и, как гласит легенда, сотворил Голема — глиняного гиганта, ставшего защитником евреев (однажды, когда я упомянул об этой связи с Големом Норберту Винеру, тот, намекая на мое участие в Лос-Аламосском проекте и создании водородной бомбы, сказал: «Я вижу, это фамильная черта!>). Думаю, для богатых семейных связей этого уже немало.

Хочется упомянуть здесь еще об одном выражении, которое Джонни и я любили употреблять, разговаривая друг с другом, не помню, правда, кто сделал это первым. Это было высказывание одного из богатых дядюшек, имевшего привычку говорить: «*Reich sein ist nicht genug, man muss auch Geld in der Schweiz haben!*» (Мало быть просто богатым, нужно еще держать свои деньги в Швейцарии!)

Летом 1938 года настала очередь фон Неймана пригласить меня в Будапешт. Я поехал туда поездом через Краков и по прибытии отправился напрямик в его дом. (Жил он, как помнится, на улице Арани Яноса, дом 16.) Он забронировал для меня номер в отеле «Венгрия», в те времена лучшем во всем городе. Отель находил-

ся в конце маленькой узкой улицы, настолько узкой, что в самом ее конце была предусмотрена вращающаяся платформа для того, чтобы автомобили могли развернуться, так же как локомотивы в паровозном депо.

Джонни показал мне Будапешт. Это был прекрасный город со зданиями парламента и мостами через реку. Пообедав в его доме, где он познакомил меня со своими родителями, мы пошли по ночным клубам и обсуждали там математику! В тот год Джонни был один, так как его брак распался, и Мариетта осталась в Америке.

Когда на следующий день мы сидели в «кондитерской», беседа, перекидываясь шутками и поглощая еду, то увидели проходящую мимо элегантно одетую женщину. Джонни узнал ее. Она вошла, они перекинулись парой слов. Позже, когда она уже ушла, он объяснил мне, что это его давняя подруга, которая недавно развелась. Я тогда спросил его: «Почему бы тебе не жениться на разведенной?» Возможно, эти слова вселили в него определенную мысль. Как бы то ни было, на следующий год они действительно поженились. Ее звали Клара Дэн. Со временем мы стали хорошими друзьями. Джонни и Клари, как называли ее друзья, поженились в Будапеште и в конце лета или осенью 1939 года она переехала в Принстон. Клари была немного угрюмой, очень интеллигентной и очень нервной. Мне часто казалось, что она думает, будто люди одаривают ее своим вниманием главным образом за то, что она жена знаменитого фон Неймана. На самом деле все было не так, поскольку она сама по себе была очень интересной личностью. И все же она переживала эти опасения, что делало ее еще более нервной. В прошлом Клари уже дважды была замужем (и вышла замуж в четвертый раз после смерти фон Неймана). Она умерла в 1963 году при трагических и таинственных обстоятельствах. После того как она ушла с вечера в честь Марии Майер, лауреата Нобелевской премии, ее нашли утонувшей на калифорнийском пляже Ла-Джолла.

Джонни съездил со мной на милый горный курорт Лиллафюред, чтобы повидать своих бывших профессоров Леопольда Фейера и Фридьеша Рисса — пионеров в исследовании рядов Фурье. В Лиллафюреде, расположившемся в милях ста от Будапешта, были роскошные большие отели, похожие на замки. Фейер и Рисс имели обыкновение проводить там летние месяцы. Фейер был учителем Джонни. Рисс был одним из самых лучших пишущих математиков во всем мире и славился своими точными, краткими и ясными формулировками. Он был одним из тех, кто заложил основы теории функциональных пространств — анализа, имеющего геометрическую природу. Еще Рисс написал классический труд «Функции вещественных переменных». Как-то мы собрались прогуляться по лесу, но Джонни сказал, что прежде нам следу-

ет подождать, пока мастера не посетит вдохновение. Под этим он подразумевал каждодневные физиологические, не духовного рода, потребности, которые тому непременно нужно было удовлетворить, сделав до завтрака, перед тем как начинается день, глоточек бренди. Мы тогда мило побеседовали. Конечно, разговор касался также обстановки в мире и вероятного начала войны.

В Польшу я возвращался поездом из Лиллафюрета, проезжая мимо Карпатских гор. Мне пришлось сделать несколько пересадок, и какое-то время, помню, я сидел, свесив ноги, на открытом вагоне-платформе, и мы проносились мимо маленьких деревушек Шаторальяухей и Мукачево. Вся эта область Карпат, по обе стороны, являлась частью Венгрии, Чехословакии и Польши и была родиной многих евреев. Джонни часто говорил, что все еврейские ученые, художники и писатели, эмигрировавшие из Венгрии в Первую мировую войну, были родом из этих маленьких карпатских общин и перебирались в Будапешт по мере улучшения своего материального положения. Там появился на свет физик И. А. Раби, которого еще во младенчестве отвезли в Америку. Историкам-«науковедом» еще предстоит выявить и объяснить условия, ставшие своеобразными катализаторами появления в тех краях столь многих блистательных личностей. Их имена изобилуют в анналах математики и физики современности. Джонни говорил, что здесь имело место совпадение каких-то культурных факторов, о которых он не мог судить точно — возможно, внешнее давление на все общество этой части Центральной Европы, ощущение крайней незащищенности, жившей в каждом отдельном человеке, необходимость сопровождать свое вымирание чем-то необычным, чтобы не уйти бесследно. Я же видел объяснение в сцене римского поэта Вергилия, описывающей наводнение: «мощный водоворот выбросит лишь нескольких пловцов», выживших благодаря своему неистовому уму и напряженному, безудержному труду. Шуточной версией на тему выживания может послужить история, которую я рассказал Джонни и которая вдохновила его на множество вариантов. Юный еврейский фермер по имени Мойша Вассерпис эмигрировал в Вену, став там преуспевающим бизнесменом. Свое имя он изменил на господин Вассерман. Приехав в Будапешт, где его ожидали большой успех и удача, он стал господином Вассерштралем, а затем и фон Вассерштралем. Сейчас, когда он живет в Париже и процветает еще более, его зовут барон Морис де ла Фонтен.

Юджин Вигнер был одним из знаменитых будапештских ученых. Он был знаком с Джонни еще со школьной скамьи, и какое-то время они вместе учились в Цюрихе. Джонни поведал мне одну славную историю тех дней. Он и Юджин хотели научиться играть в бильярд. Они отправились в кафе, где можно было поиграть в эту игру, и попросили официанта, опытного игрока, дать им несколь-

ко уроков. Официант спросил их: «Вы заинтересованы в своей учебе? А девушки вас интересуют? Если вы действительно хотите научиться играть в бильярд, вы должны отказаться и от первого, и от второго». Посовещавшись недолго, Джонни и Вигнер решили, что они могут отказаться от чего-то одного, но не от всего сразу. Так они и не научились играть в бильярд.

Фон Нейман был в первую очередь математиком. Вигнер прежде всего физиком и наполовину математиком, с блеском и виртуозностью применявшим в физике математику и ее приемы. Добавлю здесь же, что недавно вышла его интереснейшая статья, рассказывающая о неизвестных доселе успехах применения математики в физике. В книге фон Неймана об основах квантовой теории присутствует скорее философская и психологическая направленность, чем описание непосредственных применений в области теоретической физики. Вигнер же внес действительно ощутимый вклад в физику, и его многочисленные достижения, среди которых, возможно, и нет таких, что затмили бы идеи Эйнштейна в теории относительности, являются, тем не менее, важными техническими достижениями специфического характера, а также и общего — например, принципы теории групп, имеющие глубокое фундаментальное значение в физике квантовой теории и физике элементарных частиц.

Когда фон Нейман умер, Вигнер написал прекрасный некролог, в котором он описал отчаяние, охватившее Джонни, когда тот понял, что умирает, отчаяние от того, что он не мог себе представить, что перестанет думать. Для Вигнера мышление и фон Нейман были синонимами.

После поездки в Будапешт пришло время готовиться к возвращению в Гарвард. Каждое лето, что я проводил в Польше, мне приходилось ездить в Варшаву в Американское консульство и обращаться за новой гостевой визой, необходимой мне, чтобы возвратиться в Соединенные Штаты. В конце концов консул сказал мне: «Почему бы вам вместо того, чтобы каждое лето приезжать сюда за новой визой, не получить иммиграционную визу?» Очень хорошо, что именно так я и поступил, потому что через какие-то несколько месяцев получить какую бы то ни было визу стало практически невозможно.

Я уже второй раз собирался пересечь Атлантику с Джонни. В год, когда распался его брак с Мариеттой, мы вместе поехали в Европу. Я присоединился к нему на «Георгике», маленьком судне, которому потребовалась неделя, чтобы пересечь океан. Джонни всегда путешествовал первым классом, и я последовал его примеру, хотя обычно путешествовал туристическим. Как всегда, мы много обсуждали математику. Еще мы заигрывали с одной молодой девушкой по имени Флато, показавшейся нам очень привле-

кательной. На следующий после знакомства с ней день я спросил у Джонни: «Ну как, одолел ты задачу Флато?» Ему понравилась эта игра слов. Дело в том, что в математике есть знаменитая задача Плато: она заключается в том, чтобы по заданной в пространстве кривой или проволоке найти такую поверхность минимальной площади, чтобы данная проволока являлась ее границей. Это можно проиллюстрировать с помощью мыльных пузырей. Если погрузить замкнутую проволоку в мыльный раствор, то получится несколько тонких поверхностей, соединяющих ее границы. Первым, кто сформулировал и рассмотрел эту задачу в математической форме, был Плато.

В 1939 году истек срок моего трехгодичного контракта в Ученом Обществе. К сожалению, возобновить его было невозможно, поскольку я уже перешагнул верхний возрастной предел. Благодаря Дж. Д. Биркгофу, мне продлили срок пребывания в Гарварде, предоставив работу лектора на математическом факультете.

Более долговременных перспектив не предвиделось; похоже, не было вакансий и на место старшего преподавателя. Из-за большого наплыва ученых из Германии и Центральной Европы дела не лучше обстояли и в Принстоне, даже несмотря на ходатайство Джонни. Итак, я возвращался в Америку, только на год обеспечив себя работой, и, на этот раз, в сопровождении своего младшего брата Адама, которому еще не было и семнадцати. С Адамом на попечении, я глубоко проникся чувством ответственности. Годом раньше умерла наша мама, и отец, предчувствуя приближение кризиса, решил, что со мной в Америке Адам будет в большей безопасности. Когда он обратился за визой, у американского консула, по-видимому, были какие-то сомнения. И лишь когда я предоставил доказательства того, что я живу и преподаю в Соединенных Штатах, он согласился выдать ему студенческую визу.

Отец и дядя Шимон проводили нас до Гдыни, польского порта на Балтийском море, чтобы посадить на польский лайнер «Бэтэри». Мы видели их в последний раз.

Мы уже были в море, когда по корабельному радио сообщили о подписании пакта между Россией и Германией. Когда я услышал эту новость, то, впав в состояние какого-то странного волнения, сказал Адаму: «Это конец Польши». На карте в каюте я провел линию через середину Польши и, подобно Кассандре, произнес: «Ее разделят вот так». Мы, мягко говоря, были потрясены и взволнованы. Во время обеда, в самый день отплытия, я неожиданно для себя заметил в столовой Альфреда Тарского. Я и не представлял, что он на борту. Тарский, знаменитый варшавский логик и лектор, сказал нам, что он едет на Конгресс по единству науки и философии, который должен состояться в Кембридже. Это была его первая поездка в Америку. Мы ели за одним столом и провели

вместе немало времени. До сих пор у меня хранится старая, сделанная на борту этого корабля фотография, на которой изображены Адам, Тарский и я, одетые в смокинги и готовые вкушать веселой светской жизни в Америке. Тарский собирался пробыть там только пару недель и взял с собой лишь маленький чемодан с летней одеждой. Поскольку война началась вскоре после того, как мы причалили, он оказался «выброшенным» на берег Америки без денег, без работы, с оставшейся в Варшаве семьей — женой и двумя маленькими детьми. Какое-то время он находился в очень шатком, ужасном положении.

Адам был напуган и взволнован, когда мы пристали к берегу, ведь этот юноша в первый раз оказался за границей, вдали от привычной ему обстановки. Джонни приехал, чтобы встретить нас на пристани; увидев Адама, он спросил меня потихоньку: «Кто этот парнишка?» Мой ответ его очень удивил. Разница в возрасте между мной и братом — тринадцать лет, и мы совсем не похожи друг на друга. Адам более высокий, статный, светловолосый и розовощекий. Я скорее смуглый и коренастый. Внешне он пошел в кого-то из наших дядей, в то время как я больше похожу на нашу мать. На пристани Джонни выглядел очень взволнованным. У американцев был более реалистичный, более ясный взгляд на события, чем у нас в Польше. К примеру, когда пришло время получить выездную визу, чтобы уехать из Польши, я, числясь в запасе Польской армии, должен был прежде получить разрешение армии на отъезд из страны. Офицер, занимавшийся этими делами, мимоходом спросил меня, почему я хочу поехать за границу и, когда я сказал ему о своей преподавательской деятельности в Америке, он больше не задавал никаких вопросов. По большей части поляки не почувствовали приближающейся войны, им казалось, что продолжается состояние кризиса, похожего на тот, что годом раньше случился в Мюнхене.

Пробыв в Нью-Йорке несколько дней, мы навестили своих родственников — художника Зигмунда Менкаса и его жену и одного друга семьи, предоставившего Адаму дополнительные финансовые гарантии. Фактически, план был таков, что мой брат будет получать из дома ежемесячные чеки через банк нашего дяди в Англии. Мы также увиделись с господином Лоэбом, знакомым моего кузена Анжея. Во время нашего телефонного разговора он спросил меня: «Так сдастся ли Польша?» Я ответил, что наверняка уверен в том, что она никогда не сдастся и будет война.

Оставив Адама в Нью-Йорке, я вместе с Джонни поехал к Веблену, в его загородный дом в Мэне. Хотя мы уехали на какие-то два-три дня, Адам очень расстроился, что я оставил его. По дороге к Веблену мы, как всегда, обсуждали какие-то математические вопросы, но в основном говорили о том, что произойдет в Европе.

Мы оба были взволнованы и обеспокоены. Мы рассматривали все возможные направления, по которым могла пойти война, как она могла начаться и когда. И мы повернули назад, в Нью-Йорк.

Это были последние дни августа. Адам и я жили в гостинице на Колумбус Серкл. Стояла очень жаркая и влажная нью-йоркская ночь. Мне не спалось. Должно быть, было уже около часа или двух, когда зазвонил телефон. Ошеломленный, охваченный каким-то очень неприятным ощущением, вспотевший, я поднял трубку и услышал мрачный и глухой голос своего друга, тополога Витольда Гуревича, который начал ужасный рассказ о начале войны: «Бомбили Варшаву, война началась», — сказал он. Вот так я узнал, что началась Вторая мировая война. Он продолжал рассказывать о том, что услышал по радио. Я тоже включил свой приемник. Адам спал, я не стал его будить. Рассказать ему обо всем этом можно было и на следующее утро. Наш отец, сестра и многие другие родственники были в Польше. И в тот самый момент я почувствовал, словно некая завеса упала и накрыла собой мою прошлую жизнь, отрезав ее от моего будущего. С тех пор все обрело иной смысл, иные цвета.

По пути в Кембридж я завез Адама в Броуновский университет в Провиденсе, зарегистрировал его как студента первого курса и познакомил с несколькими своими друзьями, включая Тамаркина и его сына. Его английский был вполне сносным, и он, казалось, не возражал против того, чтобы остаться в колледже без меня.

Я стал в обязательном порядке покупать газеты, все экстренные, ежечасно выходившие выпуски, и с легкостью прочитывал за день по восемь–девять газет в поисках новостей о Львове, о военной обстановке, о том, как развиваются события на фронте. В начале сентября я, листая бостонскую газету «Глоуб» («Globe»), наткнулся на большую фотографию Адама, окруженного другими юными первокурсниками Броуновского университета. Заголовок гласил: «Он хочет знать, бомбили ли его дом».

С самого начала Адам делал в школе успехи, и уже через несколько месяцев его перевели на бесплатное обучение. И все таки мы претерпевали тяжелое материальное положение. Доход из Англии, на который мы рассчитывали, был заморожен: английское правительство запретило всякие денежные переводы, а моей зарплаты лектора едва хватало на то, чтобы выучить в колледже брата (который не мог работать, потому что приехал по студенческой визе). Во время своих предыдущих поездок я никогда не задумывался о том, чтобы перевезти из Польши какое-то имущество или денежные средства. Теперь этого было уже не сделать. Я отправился переговорить с деканом колледжа и объяснил ситуацию. Его звали Фергюсон (Ferguson), и я боялся, что имея такую типичную шотландскую фамилию, он окажется скрягой. К счастью, этого не

случилось. Я сказал ему, что если мне не удастся получить небольшую дополнительную помощь от университета, я буду вынужден бросить академическую карьеру и искать средства к существованию в каких-нибудь других местах. Он проявил участие и смог найти дополнительные двести или триста долларов в год, что было существенной подмогой в те дни.

Из настроений на собраниях факультета я заключил, что мои шансы остаться в Гарварде на постоянных условиях были неутешительными, и потому я начал наводить справки насчет какой-нибудь другой должности на 1940 год. В университете Лехай города Вифлеема, Пенсильвания, освободилось место старшего преподавателя, и я получил письмо с приглашением пройти собеседование. Меня не особо привлекала эта поездка в Вифлеем, но Дж.Д. Биркгоф сказал мне: «Стэн, вы должны знать, что в этой стране невозможно добиться продвижения по службе или повышения зарплаты, пренебрегая предложениями из других мест. Поезжайте в Лехай и пройдите там собеседование». Я ответил ему: «Кто же проведет занятия в моем классе в этот день?» — «Я», — заявил он. Я смутился и одновременно почувствовал себя польщенным тем, что великий профессор Биркгоф снизошел до того, чтобы провести в моей группе занятие по выпускному курсу механики. И действительно, по-очаровательному инфантильный, каким он часто бывал, движимый желанием показать юным студентам, кто он такой, он прочитал им трудную, повышенной сложности лекцию, которую, как я узнал позже, они поняли не слишком хорошо.

Когда я приехал на собеседование, над Вифлеемом висела желтоватая пелена удушливого смога — начало не предвещало ничего хорошего. Декан показал мне факультет и представил молодому профессору. Им оказался Д.Г. Лемер, специалист в области теории чисел. Когда мы вошли в его кабинет, он корректировал какие-то синие книги, сваленные в большую кучу, и сказал мне прямо в присутствии декана: «Только взгляните, чем нам тут приходится заниматься!» Это вызвало неприятное впечатление и тут же напомнило мне о похожей ситуации в Польше. Там, когда горничная или какая-то другая служанка увольнялась с работы, она обыкновенно отводила в сторону новую кандидатку и расписывала ей самые неблагоприятные стороны своей работы.

Это был тот период моей жизни, когда я находился, наверное, в худшем состоянии — материально, морально, умственно. Рухнул мой мир. Перспективы возвращения Польше ее конституционных прав были очень туманными. Я ужасно беспокоился о судьбе всех тех, кого мы оставили — о семье и друзьях. Адам тоже был в депрессии, отчего мои переживания еще более усиливались. Л.Дж. Хендерсон, который без того всегда был очень

дружелюбен и любезен, оказывал мне всяческую моральную поддержку. Когда весной 1940 года пала Франция, положение стало настолько удручающим и, как казалось, безнадежным, что всех европейских эмигрантов, живущих по эту сторону океана, охватило отчаяние. Вдобавок ко всему в людях жила тревога о том, что вместе с военными успехами Германии будут доминировать и ее идеи, что жизнь в Америке станет совсем другой, что и здесь могут усилиться ксенофобия и антисемитизм.

Я тогда жил в гостинице «Амбассадор», в маленьком номере на четвертом этаже. Этажом выше, в большом номере, стены которого были почему-то выкрашены в черный цвет, жил Альфред Норт Уайтхед с семьей. Я знал Уайтхеда еще по обедам в Ученом Обществе. Каждую неделю он с женой проводил «семейные» вечера, на которые они приглашали и меня. Уайтхед был уже в летах, но его ум оставался кристально ясным, острым и пронизательным, а память была лучше, чем у многих более молодых людей. Я помню, какую силу духа и мужество проявили Уайтхеды, когда бомбили Лондон. Казалось, что в Уайтхеде никогда не угасала надежда на окончательную победу в этой войне, и он жил для того, чтобы увидеть поражение Германии.

Разговоры в доме Уайтхедов были в высшей степени разнообразны. Помимо войны обсуждались философия, наука, литература, люди. Однажды разговор зашел о Бертроне Расселе. На него в этой стране свалились большие беды. Он поссорился с Барнсом, миллионером из Филадельфии, который в то время пользовался его услугами, а также столкнулся с трудностями в Сити-колледже из-за своих взглядов на секс и лекций о свободной любви. Гарвард попытался принять его в свои стены, однако приглашение не достигло своей цели, встретив волну протестов благочестивых бостонцев. Помню, что когда Уайтхед рассказывал об этом, миссис Уайтхед воскликнула: «О, бедняжка Берти!» Говорили и о математике. Один раз кто-то спросил: «Профессор Уайтхед, что по вашему важнее: идеи или вещи?» «Ну, я бы сказал, идеи о вещах», — последовал его незамедлительный ответ.

Много времени я проводил с другими поляками, попавшими в Кембридж — Тарским, Стефаном Бергманом и Александром Вундхайлером. Все они были глубоко несчастны, и более всех Вундхайлер. Он всегда испытывал своего рода «вселенскую скорбь». Мы часто сидели пред моим маленьким радиоприемником, который я оставлял включенным на целый день, и слушали новости о войне. Он проводил у меня целые часы, во время которых мы, сидя в темноте, пили бренди из стаканчиков для зубных щеток. Это был талантливый математик, очень вежливый, приятный и умный человек, ум которого было довольно сложно оценить — это был ум мудрого критика, которому, правда, не доставало чего-то

для математической изобретательности. Нет, я не имею в виду талант. Очень трудно охарактеризовать талант к изобретению, даже к изобретению в небольших масштабах. Кроме того, подобный талант существует в непрерывном спектре и во многом определяется удачей. Наверное, существует такая штука, как «удача по жизни». К примеру, люди, о которых говорят, что они везучи в картах, обладают, возможно, некими скрытыми талантами к тем видам игр, в которых имеет значение ловкость. Подобно скрытым переменным в физике, эта способность не обнаруживает себя явно, и я называю ее «удачей по жизни». Нередко замечают, что в науке бывают люди, которым везет настолько, что начинаешь думать, что здесь кроется что-то еще. Но Вундхайлеру не хватало этой особенной искорки.

Я не помню, когда и как он впервые появился в Штатах. У него была временная работа в Тафтс-колледже в Бостоне. Соединенные Штаты вызывали в нем те же, что и у многих других, впечатления, сетования, почтение и восхищение; мы много и подробно говорили об этом. Его, например, забавляло и в то же время шокировало поведение студентов. Привычный к более строгим польским манерам, он порядком рассердился, когда какой-то студент выкрикнул ему: «Эй! Окно открыто. Может быть, вы его закроете?» В Польше с профессорами так не разговаривали.

Его интересовала геометрия датского математика Схоутена, которая по мне была слишком формальной и символической. Обозначения в ней были настолько запутанными, что я не преминул посмеяться над ее формулами, сказав, что они описывают геометрический объект всего-навсего как символ, как букву, «увешанную» справа, слева, сверху и снизу разнообразными индексами — словно игрушками на рождественской елке.

Когда я уехал из Кембриджа, мы постепенно потеряли друг друга из виду. Потом я узнал, что он покончил с собой. У меня было предчувствие того, все кончится именно этим, поскольку я не раз слышал из его уст один стишок о человеке, повесившемся на собственном галстуке. Он был одинок, и много раз говорил мне, что был несчастлив из-за своей внешности. Он был очень невысокого роста, а лицо его, в котором читался глубокий ум, было не из тех, что женщины обычно находят привлекательными. Он считал себя безобразным, и это угнетало его.

Во многих случаях математика — это бегство от реальности. Математики находят убежище в своем собственном монастыре и обретают счастье в занятиях, не связанных с мирскими делами. Для некоторых занятие математикой подобно принятию наркотика. Иногда похожую роль играют шахматы. Страдая от того, что происходит в этом мире, некоторые замыкаются в своей самодостаточности в математике (а кто-то вообще занимается ею исклю-

чительно по этой причине). Тем не менее, нельзя с уверенностью утверждать, что это единственный ответ; для многих других математика — это то, что получается у них лучше всего остального.

Ближе к концу академического 1940 года Биркгоф сообщил мне, что в Висконсинском университете должна появиться одна вакансия. И добавил при этом: «Вам не стоит брать пример с других европейских эмигрантов, пытающихся любой ценой закрепиться на Восточном побережье. Сделайте так, как я сам когда-то, попробуйте получить место в Мэдисоне. Это хороший университет, я был там в молодости». Последовав этому совету, я поехал в Дартмут на собрание Американского математического общества, чтобы встретиться с профессором Марком Ингрэмом, деканом факультета математики в Мэдисоне. В те времена подобные математические собрания были скорее ярмаркой вакансий, где можно было увидеть деканов, похожих на видных политиков и окруженных просителями — толпами молодых людей, ищущих работу. Ситуация переменялась в корне в конце 50-х — начале 60-х годов, когда какого-нибудь юношу, только-только окончившего учебу и получившего новенький диплом доктора философии¹, окружали деканы, рыскающие в поисках молодых профессоров.

На встрече в Дартмуте со мной приключилась забавная история. Поздно вечером я пошел в спальную комнату общежития. Было темно, но я попытался лечь, не включая свет. Когда я сел на свою кровать, то оттуда послышались визги и стоны. Кто-то уже занял мое место! Я стал на ощупь искать другую, а с моей кровати раздался голос: «Мистер Улам?» Я ответил: «Да». Тут же последовал вопрос: «Если данная группа такая-то и такая-то, имеет ли она такие-то свойства?» Подумав с минуту, я ответил: «Да», и привел краткое обоснование: «Если она компактная, то имеет». «А если она некомпактная?» — последовала попытка продолжить дискуссию. Было поздно, я устал, и мне безумно хотелось сказать: «Если она некомпактная, тогда черт с ней!» Я замял разговор и заснул.

По-видимому, Дж. Д. Биркгофу нравилась моя работа, и он ценил ее. И, думаю, я знаю возможную причину. Ему импонировала моя самоуверенность и почти дерзость, с которой я отстаивал свои взгляды на современную математику, основанную на теории множеств, противопоставляя их его собственному, более классическому подходу. Его восхищала, так сказать, гормональная, эмоциональная сторона математической творческой работы. Возможно, глядя на меня, он вспоминал о том, что он чувствовал в свои молодые годы. Ему понравилось то, как я едва не взбесился, когда, желая вызвать меня на откровенность, он стал критиковать иссле-

¹ Самая высокая научная степень, присуждаемая университетами по представлению диссертационной работы. В России этой степени примерно соответствует степень кандидата наук. — *Прим. ред.*

довательскую работу своего сына Гаррета, посвященную обобщенным алгебрам и формальному абстрактному исследованию структур. Я отчаянно защищал ее. Своей улыбкой он дал мне понять, что его радует то, что значимость и оригинальность работы его сына оценены по заслугам.

Обсуждая общую ситуацию, сложившуюся вокруг работы, он часто делал скептические замечания об иностранцах. Думаю, он боялся, что присутствие таких светил науки, как Герман Вейль или Жак Адамар, пошатнет его положение безусловного лидера в американской математике. Он также опасался, что наплыв эмигрантов из Европы приведет к тому, что будут заняты наиболее важные должности, во всяком случае, на Восточном побережье. Ему приписывали такие слова: «Если американские математики не будут смотреть в оба, то они могут оказаться в дровосеках или водоносах». Сам я никогда не слышал от него подобных высказываний, более того, часто он мимоходом отмечал оригинальность некоторых иностранцев. Однако при этом он утверждал, что тем следует довольствоваться более скромными должностями; говоря объективно, это можно было понять и даже признать справедливым. И все же иногда я испытывал гнев. Возможно, потому, что семья моя была весьма состоятельной, и до 1940 года я никогда не задумывался о своем финансовом положении. Я мог позволить себе быть независимым и говорить то, что думаю. Как-то раз я отбил его очередную атаку на иностранцев, сказав: «Скажите, какое удовольствие вы находите в игре, исход которой зависит не от мастерства вашего соперника, а от внешних обстоятельств? В чем удовольствие от победы в шахматах, одержанной над игроком, который вынужден делать неверные ходы, потому что нуждается в помощи своего соперника?» Его порядком ошарашило это замечание.

И все же Биркгоф помог мне получить работу в Мэдисоне. Он поговорил обо мне с Ингрэмом, и после собрания в Дартмуте я получил приглашение занять должность преподавателя в Мэдисоне. Мне было тридцать, и я уже имел определенную репутацию среди математиков и Польши, и Америки, и потому я считал, что мне могли бы предложить хотя бы место старшего преподавателя. Но обстоятельства были столь далеки от нормальных, что мне, как и многим другим, как Жаку Адамару, известнейшему французскому математику, которому предложили работу лектора в Нью-Йорке, как Тарскому, работавшему преподавателем в Беркли, пришлось проглотить свою гордость и принять приглашение. С финансовой стороны оно было не таким уж плохим — где-то около двух тысяч трехсот долларов в год, но мне всетаки было грустно расставаться с Гарвардом и «цивилизованным Востоком» и уезжать на Средний Запад, как мне казалось, более неотесанный

и интеллектуально небогатый. На Восточном побережье считали, что Гарвард, да еще Йель и Принстон — это единственные «культурные центры». И я был уверен, что Мэдисон, о котором я ничего не знал, окажется похожим на Сибирь, а меня самого отправляют в ссылку. Но поскольку выбора не было, я готовился покинуть Кембридж в конце лета, угрюмо решив пережить эти годы ссылки и подождать исхода войны.

Висконсинский университет

1941–1943

Я поехал в Мэдисон через Чикаго, где пересел на маленький поезд, сделавший по пути несколько остановок на полустанках, причем один раз в городке под названием Гарвард. Эта ирония не ускользнула от меня, и я подумал, что судьба сыграла со мной злую шутку. Однако мне потребовалось совсем немного времени, чтобы полностью переменить это мнение. Я быстро обнаружил, что штат Висконсин чтит важные либеральные политические традиции, и знаменитый Лафолетт оставил свои следы не только в столице штата, но и в университете. Общие зрительные впечатления — ландшафты, озера, леса, здания и размеры города — все это радовало глаз. Жилищные условия оказались приятным сюрпризом. Мне отвели комнату в Юниверсити Клаб, где я почти сразу встретил близких по духу, умных людей, занимавшихся не только математикой и наукой, но также гуманитарными предметами и искусством. Комнаты были небольшими, с ванной, кроватью, письменным столом и стульями. (Я тогда вспомнил слова отца Куаньяра, одного из героев Анатоля Франса: «Все, что нужно человеку — стол и кровать. Стол, на котором мудрые книги сменяет вкусная еда, и кровать для сладкого сна и страстной любви!») Внизу располагались уютные общие комнаты, библиотека, столовая и даже игровая с бильярдными столами.

Университет получал приличную поддержку из фондов правительства штата и дополнительный доход, благодаря принадлежащим ему патентным правам на изобретение одного его бывшего профессора, который разработал специальный метод обработки молока.

Друг Джонни Юджин Вигнер занимал в университете должность профессора физики. Другим прославленным физиком был Грегори Брейт, к которому у меня имелось рекомендательное письмо, написанное Харлоу Шепли, гарвардским астрономом, с которым во время моего пребывания в Кембридже меня связывало

очень приятное общение, как научного, так и дружеского характера. Именно Шепли открыл «размер вселенной», используя в качестве меток периоды светимости цефеид¹. Я быстро подружился почти со всеми математиками, к тому же многие из них были моими сверстниками, например, логик Стив Клинтон, Дж. Эверетт, Дональд Хайерс и другие. Будучи по натуре общительным человеком, я нашел приятным жить в Университете Кларка, встречаться и делить стол со своими интересными товарищами.

Одним из них был Васильев, русский эмигрант, первокурсник-специалист по истории Византии и почти точь-в-точь главный герой из книги Набокова «Пнин». За обедом он всегда заказывал вторую тарелку супа и, бывало, говаривал при этом: «Странные эти американцы; даже если суп превосходен, они никогда не подумают о том, чтобы взять вторую порцию». Как многие русские, он любил выпить и носил в кармане своего пиджака маленькую фляжку с водкой. В то время ему было, вероятно, лет шестьдесят. Через два года, когда Факультет Кларка заняли части армии США, Васильеву и другим жильцам пришлось подыскивать другое жилье. Ему отвели две комнаты в частном доме. Этот невиданный простор привел его в восторг. «Это замечательно», — объяснил он, — «можно спать в одной комнате и работать в другой». И, совсем как Пнин, он устроил «вечеринку, чтобы отпраздновать новоселье», как он это назвал.

Еще одной интересной личностью был холостяк Хенли — профессор английской литературы. Благодаря своей памяти я мог цитировать кое-что на латыни и обсуждать греческие и римские цивилизации, и мои коллеги, специалисты из других областей, понимали, что меня интересует не одна лишь математика. Это способствовало быстрому возникновению очень приятных отношений. Хенли хорошо играл в бильярд. Он настоял на том, чтобы научить меня этой игре, хотя моя неуклюжесть и приводила его в ужас. Со временем я узнал, что это желание тренировать и обучать свойственно очень многим американцам.

Так я обнаружил, что Мэдисон вовсе и не был краем невежества, которого я так боялся. Университет нес традиции высочайшего мастерства в нескольких областях естественных наук. Он накопил огромный опыт в лимнологии. Основателем лимнологии, науки об озерах, был один старый профессор, имени которого я сейчас уже не вспомню, но который, по рассказам, любил говорить, что каждый раз, когда он запоминает имя одного студента, он забывает название одной рыбы. На высоком уровне в Висконсинском университете была биология, а также экономика и поли-

¹Шепли предложил метод определения расстояний до удаленных звездных систем и скоплений, который основан на наблюдениях за входящими в них переменными звездами цефеидами. — *Прим. ред.*

тология. Среди других знаменитых профессоров в нем работали экономисты Селиг Перлман и Натан Файнзингер, который впоследствии стал всемирно известным специалистом по трудовым отношениям.

Похоже, что иностранцев вроде меня, имеющих, так сказать, презентабельный вид, с радушием приглашали примкнуть к общественной жизни сообщества ученых, и они быстро устанавливали хорошие отношения со многими профессорами. В целом, профессора там не важничали, как некоторые в Гарварде. Напротив, возможно, чтобы идти в ногу с более старыми знаменитыми университетами, они работали даже энергичнее, хотя синдром типа «Прошу прощения, мне нужно идти работать» был здесь не столь явен, как в Гарварде.

Но не только это сделало Мэдисон таким важным для меня. Именно там я женился на французской девушке, с которой я познакомился в Кембридже, студентке Маунт Холиоок-колледжа¹, в котором она училась в рамках программы обмена студентами между университетами — на Франсуазе Арон. Безусловно, брак изменил мой образ жизни, сильно повлияв на мой ежедневный рабочий распорядок, мое мировоззрение и планы на будущее.

Одним из наиболее интересных и заметных членов факультета, очень эксцентричным человеком, был поэт Уильям Эллери Леонард, высокий мужчина с очень большой головой и копной седых волос. Автор книги «Бог-локомотив» («Locomotive God»), он, по слухам, испытывал сильнейший, болезненный страх перед поездками. Из-за этого он никогда не выезжал из университета в Мэдисоне; говорили, что его зарплату (которая была очень низкой для профессора) никогда не повышали, поскольку он бы и так никуда не уехал. Я счел эту причину довольно забавной.

В то время деканы и заведующие кафедрами многих университетов вели дела своих факультетов, ставя своей целью не столько качество организации научной или педагогической деятельности, сколько приемлемую экономию и эффективность — совсем как в бизнесе. Вскоре после своего приезда я услышал, как кто-то заметил, что прекрасное географическое расположение кампуса на берегах озера Мендота частично сказывалось и на нашем заработке, делая его немного меньше, чем в других университетах того же уровня. Для меня и моих молодых товарищей это стало поводом к шутке: «всякий раз, когда мы смотрим на прекрасное озеро, это стоит нам двух долларов». На одном из первых собраний факультета, которые я посетил, президент Кларенс А. Дикстра, внешне очень импозантный (а в жизни очень хороший человек), начал свою речь со следующих слов: «Все мы в этом году столк-

¹ Колледж находится в городе Холиоок в штате Массачусетс. — *Прим. ред.*

нулись с проблемами». Я тут же легонько толкнул своего соседа и прошептал: «Не зевай! Это означает, что прибавки к зарплате на факультете не будет». И точно, минут через десять Дикстра сказал что-то об этом, и мой сосед издал громкий смешок.

Астроном Джозел Стеббинс занимал в Мэдисоне профессорскую должность. Я любил встречаться и беседовать с ним в обсерватории. Он обладал прекрасным чувством юмора и обожал подшутить над кем-нибудь. Как-то, в одно холодное, ясное и солнечное зимнее воскресенье, он подъехал к нашему клубу и посигналил. Я выглянул, и он сказал: «Не хотите съездить со мной в Йеркскую обсерваторию? Там будет собрание Астрономического общества». Йеркс был недалеко от Мэдисона, где-то в двух часах езды. Я тепло оделся, быстро спустился вниз и мы поехали, обсуждая в пути всевозможного рода задачи. Вдруг он спросил меня с лукавым видом: «Хотите выступить?» Отвечая ему шуткой на шутку, я сказал: «Охотно, оставьте мне минут пять-десять». Не теряя времени, я стал думать над тем, о чем таком можно было бы сообщить астрономам за несколько минут. Тогда мне пришло на ум, что одно время я размышлял над математикой, описывающей вид, который могли бы иметь траектории небесных тел относительно движущейся системы координат и то, как с помощью соответствующего движения наблюдателя можно представить орбиты сложной конфигурации в виде более простых, принимая, что сам наблюдатель при этом находится в движении. Я назвал этот вопрос «Коперниковой задачей» и выступил с ним за несколько минут. Вообще, эта тема в самом деле заслуживает внимания, так как по сути она действительно обозначает *bona fide* ряд топологических и метрических вопросов, исследовав которые, я получил несколько простых результатов.

С первого же года работы на меня возложили очень небольшую преподавательскую нагрузку — всего лишь одиннадцать часов начальных курсов (учитывая то, что я занимался исследованиями и писал много работ), в то время как другие преподаватели имели по тринадцать или шестнадцать часов. Позже эта нагрузка снизилась до девяти часов в неделю. С моей стороны эти элементарные курсы не требовали никакой подготовки, разве что беглый просмотр последовательности тем в учебнике, с тем чтобы можно было охватить весь положенный материал и давать его не слишком быстро и не слишком медленно. Само это выражение «преподавательская нагрузка» в том смысле, в каком его использует почти любой, начиная известными учеными и заканчивая администраторами, было для меня не только неприятным, но и каким-то нелепым. Оно подразумевало физическое усилие и усталость — я же всегда боялся, как бы две эти вещи не помешали моему мыслительному процессу и исследованиям. Поэтому я был благодарен

Ингрэму, декану факультета, за то, что он понимал это. Он был общительным, приятным человеком и имел привычку приходить по выходным в Факулти Клаб, чтобы посмотреть по телевизору футбол. Известный своей любовью к яблочному пирогу с сыром, он показал мне висконсинские сыры, которые были одним из продуктов молочного хозяйства штата, прежде чем во Франции, уже позже, я познакомился с великим множеством разнообразных видов сыра.

Преподавание математики, вообще говоря, отличается от преподавания других предметов. Я, как и большинство математиков, считаю, что математике можно обучать без подготовки, так как это предмет, в котором одно почти неизбежно вытекает из другого. На своих лекциях для более подготовленной аудитории, на семинарах и в компании, я обсуждаю те темы, которые приходят мне на ум в данный момент; подобный подход связан скорее с потоком сознания.

Мне говорили, что я преподаю довольно хорошо. Возможно, это объясняется моим убеждением в том, что необходимо сконцентрироваться на самой сути предмета, а не давать все его параграфы подряд на одном уровне. Я предпочитаю делать акцент на наиболее важном и, для контраста, на нескольких несущественных деталях. Человек помнит доказательство благодаря тому, что он запоминает последовательность «приятных» и «неприятных» его моментов — иначе говоря, простых и сложных. Сначала натыкаешься на трудность и делаешь усилие, чтобы одолеть ее, затем какое-то время все идет само собой и вдруг вновь какая-то новая особенная хитрость, которую нужно запомнить. Это как идти по лабиринту, пытаясь запомнить повороты.

Когда в Мэдисоне я преподавал исчисление¹ (вещь для преподавания просто чудесная) и решил на доске какую-то задачу, мне стало смешно, когда один мой студент сказал: «Решите что-нибудь еще вроде этого!» Для «этого» у них даже не было названия. Стоит ли говорить, что эти студенты не стали профессиональными математиками.

Кого-то, наверное, интересует, действительно ли преподавание математики имеет смысл. Что ж, если приходится объяснять кому-то по несколько раз и постоянно помогать, маловероятно, что этот человек создан для того, чтобы совершать математические открытия. С другой стороны, если студент способный, преподаватель ему и не требуется, разве только как образец для подражания и, возможно, тот, кто окажет влияние на его предпочтения. Прежде я был настроен пессимистично в отношении студентов, даже самых способных (хотя мне запомнились несколько хороших

¹Calculus, т. е. математический анализ — Прим. ред.

студентов из Гарварда, с которыми я мог вести беседу и не чувствовать, что преподавание представляет собой всего лишь пустое занятие).

Вообще, я не против преподавания как такового, хоть и не люблю тратить на это занятие слишком много времени. Что мне не нравится, так это обязанность быть в данном месте в данное время — невозможность чувствовать себя совершенно свободным. Это объясняется тем, что мне свойственна нетерпеливость, правда, в особой ее форме. Когда у меня назначена встреча, будь то даже приятный обед или вечеринка, я впадаю в раздражение. Но когда я совершенно свободен, то, не зная чем заняться, впадаю в беспокойство.

Со своим другом Джанкарло Рота я как-то подсчитал, что, включая семинары и лекции перед подготовленными слушателями, мы прочли за свою жизнь, вероятно, несколько тысяч часов. Учитывая, что производственный год в этой стране в среднем около двух тысяч часов, это составляет немалую часть времени бодрствования человека, ну или не совсем бодрствования, поскольку иногда процесс преподавания осуществляется в полусонном состоянии.

Именно в Мэдисоне я встретился с Дж. Эвереттом, который стал моим близким другом и соратником. Мы сразу же нашли общий язык. С молодых лет он уже был эксцентричным и оригинальным, с превосходным чувством необычного, молниеносного и, на его собственный взгляд, едкого юмора. Математике он отдавался самозабвенно, без остатка — она была единственным его интересом. Я обнаружил в нем многое, что напоминало моего польского друга Мазура: такие же шутки и замечания в форме эпиграмм. Имелось и определенное внешнее сходство — оба были очень худыми, с выширающими костями, ниже среднего роста. И даже их почерк был похожим: оба они писали очень аккуратно и почти микроскопически мелко. Эверетт был на несколько лет моложе меня. Вместе мы работали над сложными задачами, связанными с «порядком» — понятием порядка элементов в группе. Во время наших математических дискуссий я, как всегда, вел себя оптимистично и высказывал общие, порой неясные идеи. Он же, со своей стороны, проявлял строгость и изобретательность в отработке деталей доказательства и окончательных конструкций.

Забавно, но одна наша работа, посвященная упорядоченным группам, похоже, завладела воображением одной женщины, которая была руководителем одной из женских военных организаций, существовавших во время войны. На собрании мы слышали, как она рассказывала о деятельности военных корпусов и называла эти организации «упорядоченными группами».

Позже мы написали еще одну совместную работу по проективным алгебрам. Это была, я думаю, первая попытка алгебраизи-

ровать математическую логику, уйдя при этом от так называемых булевых и аристотелевых элементарных операций, чтобы задействовать операции «квантор существования» (there exists) и «квантор всеобщности» (for all), которые одновременно просты и важны в современной математике.

Мы оба преподавали курсы новобранцам военно-морского флота в 1942 и 1943 годах. Чтобы подзаработать, мы также занимались проверкой работ по заказу Армейской заочной школы. Франсуаза помогала мне — ей превосходно удавалась проверка упражнений по элементарной арифметике и алгебре. Заочная школа выплачивала по тридцать пять центов за каждую работу; это были небольшие деньги, но вскоре они начали достигать сумм, сравнимых с университетским заработком. Тогда администрация решила вмешаться и наложить ограничения на количество работ, которое мог проверять один человек. Работой Армейской заочной школы руководила пожилая женщина, член математического факультета, а контроль осуществлял профессор Герберт Эванс, очень приятный, общительный человек, с которым у меня завязались дружеские отношения. Он был одним из самых благодушных людей, каких я только знал.

Эверетт и я работали в одном кабинете в Норт Холле — старом здании, которое располагалось на склоне холма и в котором помещался факультет математики. Вместе с нами там работал Леон Коэн, приглашенный профессор из Кентуккского университета, который вместе со мной издал несколько совместных работ. Втроем мы часами просиживали в этом кабинете, и наш частый смех сотрясал стены всего здания. До и после занятий мы проверяли работы студентов — занятие, которое я ненавидел всей душой и всегда старался отложить на потом. В результате мой стол был завален высоченными кипами непроверенных тетрадей, и когда я клал на один конец стола очередную пачку работ, старые работы, лежавшие на другом, милосердно сваливались в мусорную корзину. Иногда бедные студенты еще интересовались, почему я не возвращаю им их работы.

После ланча мы играли в бильярд — во всяком случае, пытались. Уроки, которые преподавал мне Хенли в Факулти Клуб, почти никак не сказались на моей игре. Веселые дни в кабинете Норт Холла, наши частые встречи в Стьюдент Юнион, красивое здание на берегу озера — все это составляло очарование жизни в Мэдисоне. Вообще, совмещение досуга и неформального поощрения друг друга играет важную роль в умственной деятельности человека. Представляя собой нечто большее, чем просто приятную чисто внешнюю обстановку, оно часто имеет большую ценность, чем официальные встречи на семинарах и собраниях, во время которых проходят более скучные дискуссии. В какой-то степени это

заменило мне наши славные собрания в кафе Львова, о которых я так тосковал с тех самых пор, как покинул Польшу.

Эверетт пробыл в Мэдисоне всю войну. Позже он присоединился ко мне в Лос-Аламосе, где мы проработали вместе значительную работу и где проходило наше сотрудничество в работе над водородной бомбой, о котором сейчас уже стало хорошо известно.

У Эверетта было одно качество ума, имевшее, так сказать, не вполне аддитивные следствия: настойчивость в размышлении. Непрерывное или почти непрерывное размышление в течение часа, во всяком случае для меня, да и, я думаю, для многих других математиков, более эффективно, чем размышление в течение двух получасовых интервалов. Вы словно взбираетесь по скользкому склону. Если остановитесь, то начинаете скользить назад. И Эверетт, и Эрдеш обладали такой длительной выносливостью.

Я также познакомился с Дональдом Хайерсом и Дороти Бернштейн. Хайерсу тоже было присуще упорство в размышлении над задачами, а также способность в течение длительного времени направлять ход своих мыслей на решение конкретной задачи; мы написали несколько совместных работ. Дороти Бернштейн была моей выпускницей. Она всегда с интересом, энтузиазмом и добросовестностью конспектировала и оформляла материал читаемого мною курса по теории меры. Но когда она собрала уже достаточно большой объем материала, и мы собирались вместе написать книгу, нашу работу прервал мой отъезд из Мэдисона в 1944 году, и планы так и остались планами.

Однажды в моем кабинете появился Ричард Беллман, молодой и блестящий студент последнего курса. Он выразил желание работать со мной. Вместе мы обсуждали не только математику, но и методологию науки. Когда Соединенные Штаты вступили в войну, он захотел вернуться на Восток — кажется, в Нью-Йорк, откуда он был родом — и попросил меня помочь ему в получении стипендии, чтобы он смог продолжить работу после отъезда из Мэдисона. Тогда я вспомнил, о новом научно-технологическом предприятии Лефшеца в Принстоне, связанном с военными разработками. Я написал ему о Беллмане в духе Макиавелли, сообщив, что у меня есть очень способный студент, который настолько талантлив, что, без сомнения, заслуживает значительной финансовой поддержки. При этом я выразил свои сомнения насчет того, что Принстон может себе это позволить, что, конечно, тут же подстегнуло Лефшеца, и тот предложил Беллману место. Через два года Дик Беллман неожиданно появился в Лос-Аламосе в форме члена СИО, специального инженерного отдела, состоящего из умных, способных к науке призывников, которым было поручено оказывать помощь в технической работе.

Благодаря своим связям с физиками и семинару по физике, который я провел в отсутствие Грегори Брейта, мне стало известно, что недавно в Мэдисон приехал очень известный французский физик Леон Бриллюэн. Из телефонного разговора с его женой Стефой я узнал, что она полячка, уроженка большого, с развитой текстильной промышленностью города Лодзь. Стефа и Леон познакомились в Париже, когда она была молоденькой студенткой, и поженились еще до Первой мировой войны. Когда началась война, он был, насколько мне известно, директором французского радиовещания со всеми вытекающими отсюда военными обязательствами. После поражения Франции и установления режима «Виши» ему удалось бежать из страны при самой первой возможности. Он был всемирно известен благодаря своей работе в области квантовой теории, статистической механики, а также в физике твердого тела. Фактически, он был одним из первопроходцев в физике твердого тела. («Зоны Бриллюэна» и другие важные понятия — его заслуга.) Кроме того, он написал немало интересных монографий и учебников по физике.

Миссис Бриллюэн прекрасно разбиралась в живописи. В начале 20-х она приобрела по невысоким ценам множество работ Модильяни, Утрилло, Вламинка и других художников. В Мэдисоне она начала рисовать сама: писала маслом цветочные композиции, накладывая краску очень толстыми слоями — ее собственный стиль. В день, когда мы с Франсуазой поженились, Бриллюэны пригласили нас остановиться у них. Они устроили в нашу честь маленький прием, ставший для нас сюрпризом, и мы тогда пили французское шампанское и лакомились незабываемым тортом Стефы. Стефа почти не говорила по-английски, однако через несколько недель после своего приезда она, отправившись за чем-то по магазинам, обнаружила, что «*le centimetre d'ici*» («сантиметр здесь»), как она называла наш дюйм, был в два с половиной раза больше «*centimetre de France*» («сантиметра во Франции»). Чтобы произвести эту довольно точную оценку (дюйм, как известно, равен 2,54 см), ей понадобилось лишь взглянуть на размеры материй, портьер и ковров. Тогда, в Мэдисоне, между нами зародилась близкая дружба, которая длилась очень долго, до их смерти несколько лет назад.

Еще до начала второго года своего пребывания в Мэдисоне, я получил повышение и занял должность старшего преподавателя — этот шаг внушил мне надежду и некоторую уверенность в материальных видах на будущее. Завести семью и в то же время поддерживать своего брата при моей скромной зарплате (в две тысячи шестьсот долларов в год) было нелегко. Часто, чтобы свести концы с концами, я наведывался в кредитный союз факультета, служащий которого с сочувствием предоставлял мне заемы до ста

долларов, которые нужно было выплачивать через несколько месяцев.

Однажды меня попросили провести colloquium по математике, который проходил каждые две недели и предусматривал выступления как «местных», так и приезжих математиков. Замечу, что докладчикам платили до смешного мало; даже по тогдашним временам эти выплаты достигали всего около двадцати пяти долларов, включая расходы на дорогу.

Colloquium проходил иначе, чем в Польше, где докладчики выступали с десяти- или двадцатиминутными сообщениями в неофициальной обстановке. В Мэдисоне выступления длились по часу. Определенно, между краткими семинарскими сообщениями вроде тех, что были во Львове на собрании Математического общества, и своего рода лекциями, требующими изложения основных достижений, была разница. Последние, конечно, были лучше подготовлены, однако их формальность исключала некую спонтанность и стимул, который давали более краткие обмены мнениями. На этом colloquium я познакомился с Андре Вейлем, талантливым французским математиком, приехавшим в начале войны в Южную Америку. Тамошние условия его не устроили, и он перебрался в Соединенные Штаты, где получил должность в университете Лехай. Мир уже знал Вейля благодаря его важной работе по алгебраической геометрии и общей алгебре. Его выступление на colloquium было посвящено одному из важнейших его результатов по гипотезе Римана для полей с конечной характеристикой. Гипотеза Римана представляет собой утверждение, которое не так-то просто объяснить человеку, не знакомому с математикой. Она важна из-за своих многочисленных приложений в теории чисел. Около сотни лет эта гипотеза привлекала внимание многих величайших математиков. Справедливость ее не доказана по сей день, хотя уже имеется значительный прогресс на пути к возможному решению.

Декан Монтгомери, с которым я познакомился и подружился в Гарварде, приехал с докладом по моему приглашению. На факультете тогда была вакансия, и я попытался заинтересовать его предложением работать в нашем университете, самые старшие профессора которого, Ингрэм и Лангер, были двумя руками за его назначение; он вместо этого ушел в Йель. Позже он рассказывал мне целые истории о тогдашней обстановке в Йеле, которая в определенных кругах была ультра-консервативной. На собеседовании его спросили, как он относится к евреям в науке и является ли он либералом. Несмотря на то, что на оба вопроса он ответил «неверно» с точки зрения его собеседника, ему все же предложили место. Через несколько лет он ушел из Йеля в Принстонский институт.

Среди докладчиков также были Эйленберг и Эрдеш. Эрдеш был одним из тех немногих знакомых мне в ту пору моей жизни математиков, которые были моложе меня. Он был воистину вундеркиндом и опубликовал свои первые результаты в теории чисел и комбинаторном анализе в возрасте восемнадцати лет.

Он был евреем, и поэтому ему пришлось уехать из Венгрии, что, как оказалось, спасло ему жизнь. В 1941 году ему было двадцать семь, он был несчастен, тосковал по дому и беспрестанно волновался о судьбе своей матери, оставшейся в Венгрии.

Его приезд в Мэдисон ознаменовал начало нашей долгой, крепкой дружбы, порой на расстоянии. Будучи в стесненном материальном положении — «бедным», как говорил он сам — он стремился продлить свои визиты настолько, насколько это позволяло гостеприимство. К 1943 году он стал членом научного общества в Пердью и, наконец, перестал жить без гроша за душой — «даже без долгов», как он это называл. Во время этого и последующего визита мы проделали огромнейшую работу — наши математические дискуссии могло прервать лишь чтение газет или прослушивание аналитических радиопередач о военной и политической обстановке. Перед тем, как поехать в Пердью, он больше года пробыл в Принстоне, существуя там на жалкие гроши, чему впоследствии все же пришел конец.

Эрдеш был несколько ниже среднего роста, очень нервный и беспокойный. В то время он существовал в своем вечном движении еще активнее, чем сейчас, — то и дело подпрыгивая и размахивая руками. Глаза выдавали его постоянное размышление о математике, процесс, прерываемый только его пессимистичными заявлениями насчет политики, отношений в мире и общечеловеческих отношений, которые он видел в темном свете. Если ему приходила в голову какая-то забавная мысль, он вскакивал с места, размахивал руками и садился обратно. По силе своей преданности математике и постоянному размышлению над задачами он был похож на моих польских друзей и, если такое было возможно, даже превосходил их в этом. Особенностей в нем столько, что описать их все не представляется возможным. Одной из них был (и остается) его очень своеобразный язык. Такие его выражения, как «эпсилон» в значении «ребенок», «раб» и «босс» для, соответственно, «мужа» и «жены», «захват» — «брак», «проповедь» — «лекция» и множество других известных сейчас во всем математическом мире. Многие из наших совместно полученных результатов остались неопубликованными по сей день.

Прошли годы, а Эрдеш почти не изменился. Он все так же, без остатка, отдает себя математике и математикам. Сейчас ему за шестьдесят, и на его счету свыше семиста научных работ. Среди многочисленных поговорок о нем есть такая: «Ты не настоя-

щий математик, если не знаешь Поля Эрдеша». Существует также знаменитое число Эрдеша — число «шагов», которые необходимо сделать математику, чтобы соединиться с Эрдешем в цепочке соавторов. «Число 2», например, значит иметь совместную работу с кем-то, кто написал работу с Эрдешем. Большинство математиков, как правило, находят цепочку с ним, если не в одно, так в два звена.

Эрдеш продолжает писать от руки небольшие письма, которые начинаются так: «Предположим, что X то-то, тогда ...» или «Предположим я имею последовательность чисел ...» К концу письма он добавляет несколько личных замечаний, главным образом о надвигающейся старости (это началось у него еще с тридцати лет), или ипохондричные или пессимистические высказывания о судьбе наших стареющих друзей. Как бы то ни было, его письма полны очарования и всегда содержат новую математическую информацию. Мы начали переписываться еще до Мэдисона, обсуждая тяжелое положение молодых математиков, которые не могут найти себе мест, и то, как лучше вести себя чиновникам и администраторам. Об американских старших преподавателях он говорил: «Ну, это важная птица». Когда же он назвал так меня, я ввел следующую классификацию: важная птица, неважная птица, крупная рыба и мелкая сошка — четыре категории статуса ученого. В 1941 году, будучи старшим преподавателем, я сказал ему, что, в лучшем случае я пока еще «неважная птица». Это позабавило его и он стал применять эти категории к нашим друзьям во время разговора или в переписке.

Несмотря на все перипетии, Джонни фон Нейман и я продолжали нашу переписку, которая в те дни освещала не столько математику, сколько трагические события в мире. Соединенные Штаты вели явную политику изоляционизма, и это очевидное и повсеместное нежелание вступать в войну вызывало во мне чувство отчаяния и негодования одновременно. Джонни, в целом, был большим оптимистом и лучше меня знал о могуществе США и далеко идущих целях их политики. Он уже был гражданином Америки и занимался (хотя в то время я еще не знал об этом) военными разработками, поскольку на самом деле страна готовилась к войне.

Характер нашей математической переписки и бесед во время встреч на математических собраниях изменился, мы перешли от абстрактных тем к более прикладным, связанным с физикой. Он писал о проблемах турбулентности в гидродинамике, аэродинамике, теории удара и взрывчатых веществ.

Джонни общался со многими учеными, и в том числе Норбертом Винером. Норберт, хоть он и был пацифистом, очень хотел сделать важный вклад в подготовку Америки к войне. Как и Рас-

сел, Винер считал, что это «справедливая война», необходимая война, и что единственная надежда для человечества — это вступление в войну США и их победа. Но у Норберта плохо получалось ладить с военными, тогда как Джонни всегда находил с ними общий язык.

В своей автобиографии Винер написал, что у него возникали идеи сродни тем, что я позже развил в методе Монте-Карло. Мимоходом он добавляет, что, не найдя отклика в разговоре с кем-то, он бросил это дело так же, как когда-то он потерял интерес к геометрии векторных пространств и функциональных пространств а ля Банах. В одной из своих книг он назвал эти векторные пространства (которые связаны исключительно с именем Банаха) пространства Банаха – Винера. Это название, конечно, не прижилось.

В Первую мировую войну математики проделали значительную работу в классической механике, расчетах траекторий, внешней и внутренней баллистике. В начале Второй мировой к этой работе вернулись, хотя вскоре оказалось, что она не является главным объектом научных приложений. Более насущными и требующими детального рассмотрения стали вопросы гидро- и аэродинамики, особенно потому, что они имели прямое отношение к специальным военным задачам. В начале 1940 года я взял из библиотеки немецкий учебник по баллистике и изучил его; но, как я заметил, мало что из его содержимого представляло важность для военных технологий сороковых годов. В начале войны еще не существовало электронных вычислительных машин. В Гарварде, в IBM и нескольких других местах только начинали появляться машины на механических реле.

Как только истекло необходимое время, я получил американское гражданство в Мэдисоне в 1941 году. Я надеялся, что это поможет мне включиться в военные разработки. Чтобы сдать экзамен, я занялся изучением истории Соединенных Штатов, основ конституции, имен президентов и других тем, по которым меня вероятнее всего могли спросить на экзамене. Уже не помню почему, но вместо того, чтобы я поехал в Чикаго, экзаменатор сам приехал ко мне в Мэдисон. После нескольких слов я понял, что он сам, похоже, был эмигрантом или же сыном эмигранта. Он был похож на еврея и я, что, возможно, было дерзостью с моей стороны, спросил о его собственных корнях и происхождении. Он, судя по всему, не обиделся и сказал, что его родители были родом с Украины. Вскоре я со смущением понял, что экзаменовал не он, а я. Сразу после получения бумаг, подтверждающих мое гражданство, я попытался поступить добровольцем на службу в военно-воздушные силы. В свои тридцать я был, конечно, староват для боевого пилота, однако, полагал я, со своим знанием математики я вполне

мог бы пройти подготовку и стать штурманом, поскольку университет уведомили о том, что военно-воздушным силам требуются добровольцы. Я отправился в военкомат, находившийся недалеко от Мэдисона, чтобы пройти медосмотр. Его проводили японские медики с Западного побережья, переведенные в среднезападный лагерь. Медицинские тесты включали сдачу проб крови, и я сказал самому себе, что в защиту своей новой страны мне приходится отдавать свою кровь японцам. К моему разочарованию, я получил отказ из-за своего необычного зрения.

Преподавание математических курсов в армии казалось мне не вполне подходящим занятием. Мне хотелось заниматься чем-то, что в своей важности имело бы более непосредственное отношение к войне, чем-то, что несло бы в себе прямое содействие. Вспомнив свой разговор с Уайтхедом в Кембридже в 1940-м, когда тот сказал что у него были родственники, служившие офицерами в Канадских Королевских воздушных силах, я подумал о том, чтобы поехать в Канаду и поступить на военную службу там. Я написал ему, спросив, не может ли он помочь мне заняться военной деятельностью в Канаде. В ответ он написал письмо, которое я храню, как сокровище, за все то, о чем в нем говорится. Но, несмотря на то, что он написал кому-то в Канаде, попросив за меня, из этого ничего не вышло.

Потом на горизонте замаячил Лос-Аламос.

ЧАСТЬ III

ЖИЗНЬ СРЕДИ ФИЗИКОВ

ГЛАВА 8

Лос-Аламос

1943–1945

В своих письмах к фон Нейману поздней весной 1943 года я рассуждал о возможности найти работу, связанную с военными разработками. Мне было известно, что он занимается подобной работой, поскольку его письма чаще приходили из Вашингтона, чем из Принстона. Я не испытывал никакого удовлетворения, занимаясь преподаванием, несмотря на то, что помимо него посвящал много времени математике, писал работы, организовывал коллоквиумы и читал курсы военным. Все же это казалось мне пустой тратой времени; я чувствовал, что могу принести стране больше пользы в этой войне.

В одном из писем Джонни намекнул о некоей интересной работе — где именно, он не мог сказать. Из Принстона он сообщил мне, что собирается ехать на запад через Чикаго, где он должен будет сделать пересадку и проведет два свободных часа, и предложил мне приехать на чикагский вокзал Юнион Стэйшн, чтобы поговорить с ним. Стояла ранняя осень 1943-го года.

И точно, когда я приехал, предо мной появился Джонни. Мое внимание привлекли два сопровождавших его мужчины, малость смахивающих на горилл. Они, несомненно, были его телохранителями, и это произвело на меня впечатление; должно быть, он — важная персона, раз его охраняют, решил я. Один из них отошел по каким-то делам насчет своего билета, а мы тем временем поговорили.

Джонни сказал о том, что ведется одна крайне увлекательная работа, в которой я мог бы сослужить хорошую службу; он по-прежнему не мог сказать мне место, однако сам он довольно часто ездил туда из Принстона.

Не знаю почему — была ли то чистая случайность, невероятное совпадение или верно сработавшая эрудиция — но я тогда в шутку предостерег его: «Как ты знаешь, Джонни, я не очень сведущ ни в машиностроении, ни в экспериментальной физике,

в действительности я не представляю даже, как работает сливной бачок в туалете, знаю только, что там происходит что-то вроде автокаталитического эффекта». Я увидел, как он вздрогнул при этих словах, а выражение его лица приобрело какой-то чудачковатый вид. Уже потом я узнал, что на самом деле слово «автокаталитический» употреблялось в связи с проектом атомной бомбы.

Затем произошло еще одно совпадение. Я сказал: «Недавно я прочитал работу о ветвящихся процессах». В этой работе, написанной каким-то шведским математиком, рассматривались процессы, в которых частицы размножаются так же, как, к примеру, бактерии. Это была довоенная работа — изящная теория вероятностных процессов. Тут тоже можно было установить связь с математикой деления нейтронов. И Джонни вновь устался на меня то ли с позрением, то ли с изумлением и вяло улыбнулся.

Джозл Стеббинс, астроном из Висконсина, с которым я виделся время от времени, как-то рассказал мне об исследовании урана и высвобождении энергии из очень тяжелых элементов. Интересно, уж не это ли подсознательно толкнуло меня на эти замечания.

Во время этой встречи на вокзале Джонни и я рассуждали также о сплошном отсутствии воображения в проводимом научным обществом планировании исследовательской работы в военной области — особенно в отношении вычислений в области гидро- и аэродинамики. Я высказал свои сомнения насчет возраста некоторых из главных участников (мне в то время старыми казались все, кому перевалило за сорок пять). Джонни согласился с тем, что признаки старения и впрямь были налицо. Как всегда мы попытались развеять свое уныние юмористическими комментариями, заметив, что следовало бы основать «геронтологическое» общество, членами которого были бы заинтересованные в военных разработках ученые, пораженные преждевременным или «прогрессирующим» старением.

Поскольку Джонни не мог и не собирался говорить мне, куда он едет, и упомянул только, что это юго-запад, я вспомнил старый еврейский анекдот о двух евреях из России, едущих в поезд. Один спрашивает другого: «Куда ты едешь?», а тот отвечает ему: «В Киев». На что первый говорит: «Ты лжец, ты говоришь мне, что едешь в Киев, чтобы я подумал, что ты на самом деле едешь в Одессу. Но я-то знаю, что ты едешь в Киев, так зачем же ты меня обманываешь?» И я тогда сказал Джонни: «Я знаю, что ты не можешь сказать мне точное место, но ты сказал, что едешь на юго-запад для того, чтобы я подумал, что в действительности ты направляешься на северо-восток. Но мне точно известно, что ты едешь на юго-запад, так зачем же ты говоришь неправду?» Он засмеялся. Мы еще поговорили о военной обстановке, политике и мире; затем появились его спутники, и он уехал.

Потом я увиделся с ним еще раз, кажется, в Чикаго, после чего мне пришло официальное приглашение присоединиться к проекту, связанному с важной работой, о содержании которой не упоминалось, и имеющему отношение к физике процессов, происходящих в звездах. Приглашение было подписано знаменитым физиком Гансом Бете. Оно пришло вместе с письмом из отдела кадров, содержащим подробности, связанные с назначением, а также размер зарплаты, условия получения визы, указания о том, как добраться до места и прочие сведения. Конечно, я тут же принял приглашение с большой охотой и волнением.

Зарплата ненамного превышала мой университетский заработок, но была на годичной основе — около пяти тысяч долларов, если я не ошибаюсь. Работавшие там профессиональные физики, вроде Бете, получали лишь немногим больше, чем в университете. Позже я узнал, что один химик из Гарварда, Георг Кистяковский, получал подозрительно астрономическую зарплату в девять или десять тысяч долларов.

Я сообщил в университете о предоставившейся мне возможности принять участие в несомненно важном военном проекте и взял отпуск на длительный срок.

Несколькими неделями раньше неизвестно куда уехала одна моя студентка, Джоан Хинтон. Джоан слушала мой курс по классической механике. Однажды она пришла в мой кабинет в Норт Холле и спросила, не могу ли я проэкзаменовать ее за три-четыре недели до конца семестра, так чтобы она смогла приступить к каким-то военным разработкам. Она предъявила соответствующее разрешение, написанное деканом факультета профессором Ингрэмом. Джоан была спокойной студенткой, довольно эксцентричной девушкой, хорошенькой, крепко сложенной блондинкой. Ее дядей был Дж. Тэйлор, английский физик, а прадедом — Джордж Буль, знаменитый логик 19-го века. Я написал несколько вопросов на обратной стороне конверта; Джоан взяла несколько листов бумаги, достала свою тетрадь, села на пол, написала ответы, сдала экзамен и исчезла из Мэдисона.

Вскоре и другие знакомые мне люди один за другим начали исчезать в неизвестном направлении: знакомые по кафетерию, молодые профессора физики, выпускники; среди них Дэвид Фриш и его жена Роза, слушавшие мои курсы по математическому анализу, Джозеф Маккибен, Дик Ташек и другие.

В конце концов я узнал, что наш путь лежит в штат Нью-Мексико, в одно местечко неподалеку от Санта-Фе. Никогда не слышав о Нью-Мексико раньше, я взял из библиотеки Федеральный путеводитель по Нью-Мексико. И на приложенной к концу книги полоске бумаги, на которой читатели обычно пишут свои фамилии, я нашел имена Джоан Хинтон, Дэвида Фриша, Джозефа

Маккибена и всех тех других, кто загадочным образом исчез, не сказав куда, чтобы заняться секретной военной работой. Их место назначения открылось мне простым и неожиданным образом. В военное время соблюдать абсолютную секретность и безопасность почти невозможно.

Это напомнило мне еще об одной истории. Поскольку я достаточно хорошо знал Стеббинса, примерно через месяц после приезда в Лос-Аламос я написал ему письмо. Ничего не сказав о своем местонахождении, я упомянул о том, что в январе или феврале я видел на горизонте звезду Канопус. Уже позже я подумал о том, что, будучи астрономом, он мог с легкостью установить широту, на которой я находился, поскольку эту звезду, которая располагается в южном полушарии, невозможно увидеть, если находишься выше 38-й параллели.

Я не буду останавливаться на перечислении проблем, возникших у нас с получением железнодорожных билетов. Несмотря на всю срочность и льготы, наш отъезд был задержан где-то на месяц. В поезде мне пришлось дать на лапу проводнику, чтобы получить полку для Франсуазы, которая в то время была на втором месяце беременности. Это был первый и, я думаю, последний раз, когда я давал кому-то взятку.

Мы сошли на дальней станции Лэми, в Нью-Мексико, которая была невзрачной и пустынной. К моему безграничному удивлению на вокзале нас встречал Джек Колкин, хорошо знакомый мне математик. Я познакомился с ним несколько лет назад в Чикагском университете, и с тех пор не раз встречал его. Колкин был ассистентом Джонни и ездил вместе с ним в Лондон для исследования задач теории вероятностей, связанных с разработкой моделей и методов бомбардировки с воздуха. Несколькими неделями раньше он включился в работу над «Манхеттенским проектом». Высокий, с приятной наружностью, он в отличие от большинства математиков умел наслаждаться жизнью. Услышав о моем приезде, он позаимствовал машину из армейского автопарка и поехал на вокзал, чтобы встретить нас.

Ярко светило солнце, воздух опьяняюще бодрил, и было тепло, несмотря на то, что земля была щедро покрыта снегом — приятный контраст с суровой зимой в Мэдисоне. Колкин отвез нас в Санта-Фе и мы позавтракали в отеле Ла Фонда, устроившись в баре за низким столиком в испанском стиле. Отведав необычных блюд Нью-Мексико, мы дошли до не приметного подъезда одноэтажного здания на какой-то маленькой улочке, пересекающейся с центральной улицей Плаза. В невзрачного вида помещении улыбаясь женщина средних лет попросила меня заполнить несколько бланков и, повернув рычаг какого-то незатейливого настольного механизма, передала нам пропуска на территорию проекта Лос-Аламос.

Этот неприметный офис служил входом в гигантский комплекс Лос-Аламос. Вся эта сцена, очень характерная для историй о рыцарях плаща и кинжала, напомнила мне о том, как я любил эти рассказы в детстве.

Место работы над проектом находилось примерно в сорока милях к северо-западу от Санта-Фе. Поездка была ужасной. Джек, решивший показать нам сельские пейзажи, избрал кратчайший путь — грязную дорогу через раскиданные там и сям мексиканские и индейские деревушки, тянувшиеся до реки Рио-Гранде, которую мы пересекли через узкий деревянный мост.

Природа вокруг выглядела романтично. Дорога, по которой мы ехали, уходила все выше и выше, и нам открывалась странная, таинственная местность, состоящая из гор, утесов и кустарников. По мере того, как мы продолжали подъем, она сменялась сосновым лесом. Мы подъехали к забору, обнесенному колючей проволокой, показали свои пропуска военным, стоявшим у ворот, и проехали к нестройной группе одно- и двухэтажных деревянных построек, выстроенных вдоль грязных немощенных узких улиц и дорожек.

Нас поселили в маленькую дачу рядом с прудом (пообещав более просторное жилье, как только оно будет построено). Затем состоялось мое первое знакомство с техническим районом, куда меня отвел Джек.

Когда мы вошли в кабинет, я к своему удивлению увидел там Джонни, который был поглощен беседой с мужчиной среднего роста с косматыми бровями и напряженным выражением лица. Он немного прихрамывал, расхаживая взад и вперед перед доской. Джонни представил меня ему. Это был Эдвард Теллер.

Вещи, о которых они вели разговор, я почти не понимал. На доске были написаны длиннющие формулы, которые внушали мне ужас. Увидев всю эту сложность анализа, я был опарашен и боялся, что никогда не смогу сделать хоть какой-то собственный вклад. Но когда я увидел, что эти уравнения изо дня в день оставались теми же, а не менялись ежечасно, как я предполагал вначале, ко мне вернулась и моя уверенность и надежда на то, что и я со своей стороны смогу сделать что-то в теоретической работе.

Я кое-что понял из некоторых моментов их разговора, а еще через час Джонни отвел меня в сторону и объяснил мне кратко и ясно суть проекта и его статус на данный момент. Работой в Лос-Аламосе начали заниматься вплотную лишь двумя или тремя месяцами раньше. Фон Нейман, похоже, был убежден в ее важности и излучал уверенность в конечном успехе этого предприятия, целью которого было создание атомной бомбы. Он рассказал мне о всех рассматриваемых возможностях, о проблемах, связанных с соединением способных к расщеплению элементов, о плутонии (которого в Лос-Аламосе еще не было даже в самых микроско-

пических количествах). Я очень хорошо помню, как пару месяцев спустя я увидел Роберта Оппенгеймера, который в волнении бежал по коридору, зажав в руке маленький пузырек, и еле поспевающего за ним Виктора Вайскопфа. На дне пробирки виднелись какие-то загадочные капли. Захлопали двери, собрались люди, слышались перешептывания — чувствовалось огромное волнение. В лабораторию только что поступил первый плутоний.

Нет надобности говорить, что совсем скоро я встретил почти всех висконсинцев, так загадочно исчезнувших из Мэдисона раньше нас. В первый же день меня познакомили с Гансом Бете. О нем мне было известно больше, чем о Теллере. Со временем я познакомился со всеми членами группы физиков-теоретиков и физиков-экспериментаторов. Вообще я знал много математиков из Европы и из этой страны, но не так много физиков.

Хоть я и пошутил, сказав Джонни, что не понимаю автокаталитического эффекта, присутствующего в действии сливного бачка, я все же разбирался в некоторых вещах из теоретической физики. Астрономия, конечно, была моим первейшим увлечением, и только затем физика и математика. В Гарварде я даже преподавал курс классической механики, но одно дело — знать о физике абстрактно, и совсем иное — столкнуться с практическими задачами, напрямую связанными с экспериментальными данными и имеющими отношение к новейшим технологиям, создание которых и было конечной целью работы в Лос-Аламосе.

Как я обнаружил, главная необходимая здесь способность заключалась в умении воспринимать визуально и почти тактильно сами физические ситуации, а не просто представлять одну лишь логическую картину задач.

Обдумывание физических задач совершенно отлично от чисто теоретического математического мышления. Охарактеризовать то воображение, что позволяет предугадать или дать оценку ходу физического явления, довольно трудно. Кажется, что очень немногие математики обладают таким воображением хоть в сколько-нибудь приличной мере. К примеру, Джонни вообще не был присущ интуитивный здравый смысл, или чутье, или склонность угадывать то, что должно произойти в той или иной физической ситуации. Он отличался не зрительной, а слуховой памятью.

Еще одной вещью, которая также представляется необходимой, является знание хотя бы дюжины физических постоянных, причем знание не только численных их значений, но истинное понимание относительных порядков их величин и взаимосвязей, а также истинная способность «оценивать».

Я, конечно, знал несколько значений постоянных величин, в том числе скорость света и еще три-четыре других фундаментальных констант — постоянную Планка h , газовую постоянную R ,

и т. д. Очень скоро я узнал, что если «понять» не более чем дюжину других постоянных из области излучения и ядерной физики, можно почти осязаемо представить себе весь микромир и осуществлять над этой картинкой как количественные, так и качественные операции перед тем, как вычислить наиболее точные соотношения.

Большую часть той физики, которой занимались в Лос-Аламосе, можно было свести к изучению групп частиц, взаимодействующих друг с другом, сталкивающихся друг с другом, рассеивающихся, иногда создающих новые частицы. Как ни странно, действительно практические задачи требовали не столько математического аппарата квантовой теории, хотя именно он лежит в основе этих явлений, сколько динамики более классического рода — кинематики, статистической механики, гидродинамики, теории излучения и тому подобных исследований. Фактически, работа над этим проектом отличалась от исследования квантовой теории так же, как прикладная математика отличается от абстрактной. Если хорошо решаешь дифференциальные уравнения или умеешь применять асимптотические ряды, то тебе совсем необязательно знать основы «языка» функциональных пространств. Однако для фундаментального понимания знать их, безусловно, необходимо. Точно так же во многих случаях квантовая теория необходима, чтобы, например, объяснить данные или значения поперечных сечений. Но она не имеет решающего значения, как только приходит понимание идей, а затем и реальных процессов, связанных с нейтронами, взаимодействующими с другими ядрами.

В первый же день Теллер, в группе которого я должен был работать рассказал мне об одной задаче в математической физике, которая являлась частью необходимой теоретической работы по подготовке к развитию идеи «супербомбы», как тогда называли проектируемую термоядерную водородную бомбу. Сама идея о термоядерных реакциях, при которых высвобождались бы огромные количества энергии, была отнюдь не новой. В тридцатых годах роль этих реакций в процессах, протекающих внутри звезд, исследовалась в теоретических работах Джеффри С. Аткинсона и Фридриха Хоутерманса. Сама идея использования взрыва, возникавшего при делении ядер урана, для запуска термоядерной реакции является, я считаю, заслугой Теллера, Бете, Конопинского и, возможно, еще нескольких ученых.

Задача Теллера касалась взаимодействия электронного газа с излучением, и была связана скорее с возможностями термоядерной физики, чем с созданием атомной бомбы, что было главной задачей и сущностью работы в Лос-Аламосе. Он угадал формулу для передачи энергии, связанную с так называемым эффектом

Комптона, который касается скорости передачи энергии. Формула эта, имевшая под собой принцип размерности и являющаяся исключительно плодом его интуиции, была очень простой; он попросил меня попытаться вывести ее в более точном виде. Когда мне показали ее, я обратил внимание, что впереди не было никакого числового коэффициента. Мне это показалось удивительным. Через день-два я подробно расспросил его об этом, и он сказал: «О, коэффициент здесь должен равняться единице».

Это была первая в моей жизни техническая проблема из области теоретической физики, и я подошел к ней, руководствуясь весьма элементарными соображениями. Прочитав работы по статистической механике и свойствам полей излучения, я приступил к работе, исходя из весьма наивных и обыденных представлений о кинематике. Пустив в ход кой-какую арифметику, я получил формулу, очень похожую на формулу Теллера, однако стоящий впереди коэффициент, характеризующий скорость переноса, был приблизительно равен четырем. Это была никчемная, ничего не стоившая работа. Мои достаточно элементарные преобразования не удовлетворили Эдварда.

Вскоре после того, как я обсудил эту работу с Теллером, к его группе присоединился Генри Гурвиц-младший — молодой и более профессиональный физик-математик, который более искусно владел математическими приемами и уже работал со специальными функциями, применяемыми в этой задаче, благодаря чему он смог получить формулу, которая была намного грамотней моей и включала функции Бесселя. Точный численный коэффициент в ней на самом деле не слишком отличался от четверки. Если не ошибаюсь, это был корень из какой-то функции Бесселя.

Идея состояла в том, чтобы получить термоядерное вещество — дейтерий — для атомной бомбы и позволить последней воспламениться после взрыва помещенной в нее урановой бомбы. Большую проблему представляла детальная реализация этого процесса, ведь понять, как такое устройство может воспламениться, а не включиться в какой-нибудь бессвязный процесс, было отнюдь не просто. Кроме того, существовал, во всяком случае теоретически, риск получения более мощного взрыва по сравнению с планируемым и воспламенения всей земной атмосферы! Известный физик Грегори Брейт занялся подсчетом вероятности воспламенения атмосферы. И перед тем, как допустить даже мысль о том, чтобы заняться термоядерными реакциями, нужно было, конечно, свести эту возможность к нулю.

Кажется, именно Бете вместе с Эмилем Конопинским, известным физиком-теоретиком, предложил использовать место дейтерия тритий, так как он гораздо легче воспламенялся при определенной температуре в атомной бомбе. Такое техническое решение,

принятое в ходе теоретической работы, объяснялось его превосходным знанием теоретической ядерной физики.

Бете был руководителем так называемого отдела теоретиков. Работы именно его и Роберта Ф.Бэгера из «Reviews of Modern Physics» стали «библией» для ученых, работавших в Лос-Аламосе, поскольку они содержали большую часть известных в то время теоретических понятий и экспериментальных фактов. Бете, который, кстати говоря, получил Нобелевскую премию за более раннее свое открытие механизма образования энергии в Солнце и других звездах (так называемый углеродно-азотный цикл), кроме всего прочего, виртуозно владел приемами математической физики. Как однажды выразился Фейнман в своей работе в Лос-Аламосе, исполненной строгости и решительности, он был подобен невозмутимо плывущему вперед линкору, окруженному флотилией более мелких судов — более молодых теоретиков лаборатории. Это один из немногих людей, к которым я, вначале питая уважение и только, а с годами стал испытывать неизменное восхищение и симпатию.

Когда я встретил Теллера впервые, он показался мне молодым, всегда сосредоточенным, явно честолюбивым, вынашивающим тайную страсть к физическим открытиям. Он был приветливым человеком и был явно не прочь установить дружеские отношения с другими физиками. Помимо свойственной его уму критичности, он обладал сообразительностью, здравым смыслом, потрясающей решимостью и упорством. Но в то же время он, на мой взгляд, в меньшей степени владел пониманием той истинной простоты, что заложена в более фундаментальные уровни теоретической физики. Думаю, что я лишь немного преувеличу, если скажу, что его таланты лежали скорее в направлении проектирования, конструирования и исследования существующих методов. Однако он, бесспорно, обладал огромной изобретательностью.

Теллер был хорошо известен своей работой по молекулярной физике, но, похоже, он считал второстепенной эту область деятельности. Определенную роль сыграла, я думаю, та легкость, с которой Гамов изобретал новые идеи, не располагая при этом каким-либо техническим арсеналом, и которая подстрекнула Теллера на соревнование с ним и попытку проделать еще более фундаментальную работу.

После того, как у Гамова возникли личные разногласия с Теллером в связи с организационными моментами в работе над водородной бомбой, он сказал мне, что до войны Теллер был, на его взгляд, другим человеком — готовым оказать содействие, старательным, способным работать на идеи других и не приписывать все заслуги себе. После того как он включился в работу над проектом в Лос-Аламосе, что-то в нем, если верить Гамову, изменилось.

Конечно же, у многих физиков, которые от рождения были несколько оторваны от жизни, голова шла кругом от внезапного осознания не только практического, но и исторического значения их работы, не говоря уже о более тривиальной, но и очевидной стороне дела, связанной с огромными денежными суммами и сумасшедшими материальными благами, с которыми не шло ни в какое сравнение все то, что они имели раньше. Это, вероятно, сыграло свою роль в переменах личностного характера, произошедших в некоторых участниках проекта; можно предположить, что в случае с Оппенгеймером, директором, это отразилось на его последующей деятельности, карьере, идеях и избранной им роли вселенского мудреца. Возможно, Оппенгеймер подобно Теллеру испытывал чувство несамодостаточности, сравнивая себя с создателями новых великих физических теорий. Он был не менее, а, может быть, даже более блестящим и остроумным, нежели Теллер, но ему не хватало столь важной для результата творческой жилки, оригинальности. Обладая потрясающим умом, он, верно, и сам это понимал. По быстроте понимания и критичности он превосходил, наверное, и Бете, и Ферми.

Теллеру хотелось наложить свой отпечаток на большую часть из самой существенной работы в Лос-Аламосе, и в первую очередь, через его собственные подходы к разработке атомной бомбы. Он продвигал свои идеи в связи с использованием менее мощных взрывчатых веществ, разжижением материала и т. п. Несмотря на вычисления, проведенные Конопинским и другими, которые говорили не в пользу некоторых его предложений, он пытался любой ценой добиться их принятия. Его сотрудничество с Бете, который возглавлял отдел теоретиков, становилось все более затруднительным.

Поскольку разногласия между Теллером и Бете участились и стали острее, Теллер грозился уйти. Тогда Оппенгеймер, не желавший терять такого блестящего ученого, позволил ему и его группе работать в более перспективной области, независимой от главной темы проекта. Так Теллер начал сосредоточивать и организовывать теоретическую работу над «супер». Конопинский, Вайскопф, Ричард Фейнман, Уильям Рарита и многие другие — каждый из них вносил свой вклад, но именно Теллер контролировал работу и развивал ее во время войны.

Когда к работе присоединился Ферми, группа Теллера стала частью его отдела. Ферми проявлял огромный интерес к теоретической работе над термоядерными реакциями и к возможностям водородной бомбы; в конце войны он прочитал целую серию лекций, искусно обобщив в них всю проделанную к тому времени работу — главным образом, благодаря исследованиям группы Теллера и его собственной группы.

Но даже тогда, еще до успешного завершения работы над самой атомной бомбой, некоторые из действий Теллера послужили причиной немалых неприятностей и пустой траты времени на споры вокруг бомбы.

Коллектив Теллера состоял из множества очень интересных молодых физиков, моложе Теллера, Конопинского или меня самого. К ним относились грекоамериканец Ник Метрополис, замечательная личность; Гарольд и Мэри Арго, команда двух супругов, талантливых и энергичных; Джейн Робертс, молодая женщина, производившая впечатление компетентного специалиста, и некоторые другие, чьих имен я уже не помню.

Конечно же, имело место активное общение с другими группами физиков, работавших над вопросами, смежными с проблемами, касавшимися возможностей «супер»; дискуссии с ними были частыми, приятными и затрагивали множество различных разделов физики. К примеру, во многих кабинетах можно было услышать горячие дебаты по поводу «за» и «против» идеи взрыва. Дискуссии эти были совершенно открытыми.

Более официальным мероприятием, позволяющим держать людей в курсе происходящего, были еженедельные коллоквиумы, проводимые в большом ангаре, который служил также кинотеатром. На них обсуждалось, как продвигается работа всей лаборатории, а также конкретные проблемы, возникающие в проекте. Проводил эти коллоквиумы сам Ошнгеймер.

Что касается меня, то после первой своей работы над задачей Эдварда я переключил свои интересы на другие смежные вопросы, одним из которых была задача статистики нейтронного размножения. С чисто математической точки зрения она казалась мне более реальной. Задачи ветвящихся моделей я обсуждал Дэвидом Хокинсом. Отчет по вопросу ветвящихся процессов, который мы написали, нашел практическое применение и оказался весьма кстати в проблеме начального детонирования бомбы несколькими нейтронами. Эту проблему изучали также Стэн Френкель и Фейнман, однако их подходы были более техническими и классическими. Нашу же работу можно было рассматривать как начало появившейся в скором времени теории, известной в математике под названием теории ветвящихся процессов, составившей подраздел теории вероятностей.

С фон Нейманом и Колкином мы много обсуждали задачи гидродинамики, в особенности те, что имели отношение к процессу взрыва. К своему удивлению, я обнаружил, что мой чисто абстрактный образ мыслей непосредственно полезен в исследовании этих более практических, специальных и осязаемых проблем. Я никогда не ощущал той «пропасти» между чисто математическим и физическим складом мышления, на который дела-

ют такой большой акцент многие математики. Мне было близко все, что можно было подвергнуть умственному анализу. Нет, я не веду речь о различии между строгим мышлением и менее конкретными «вымышленными образами»; ведь даже в математике не все определяется исключительно строгостью, более того, в самом начале здесь важен скорее вопрос интуиции и воображения, способность выдвинуть различные предположения. В конечном счете мышление это, по большей части, синтез или сопоставление перемещений по линии силлогизмов; причем можно предположить, что движение это непрерывное и неизменно «поступательное» и, имея поиск в качестве своих направляющих, может осуществляться в направлениях, которые заведомо могут быть неизвестны, отчего я называю это «высылкой разведпатруля» и прочесыванием альтернативных маршрутов. Явление это «многоцветное» и описать его доступными для восприятия читателей средствами нелегко. Тем не менее, я надеюсь, что подобная попытка анализа мышления в науке составляет один из тех моментов, которыми может быть интересна эта книга.

Я помню одну дискуссию с участием фон Неймана в начале 1944 года, в ходе которой несколько часов подряд обсуждались пути расчета хода взрыва, расчета более реалистичного по сравнению с теми пробными выкладками, что он и его сотрудники наметили в начале. Сформулировать эту гидродинамическую задачу не составляло труда, куда сложнее было произвести сами расчеты — не только детали этих расчетов, но даже порядок величины, которая должна была получиться в результате.

В частности, вопросы касались конкретных величин, связанных со сжатием как функцией давления и прочими параметрами. Величины эти должны были быть рассчитаны с точностью, скажем, в плюс-минус десять процентов или еще точнее, однако при подготовительных расчетах были допущены такие упрощения, что они не могли гарантировать точность значений даже со множителем 2 или 3. Мне казались неуместными все те хитроумные сокращения и упрощения, которые были предложены фон Нейманом и другими физиками-математиками, и которые он пытался осуществить с помощью Колкина. Во время обсуждения я делал упор на чистый прагматизм и необходимость использования эвристического метода в исследовании общей проблемы, прибегая к помощи нехитрой грубой силы, то есть выполнению более ощутимых, громоздких вычислений. При имевшихся в то время вычислительных средствах точность требуемых вычислений не могла быть удовлетворительной. Это послужило одной из первопричин, по которым разработка первых компьютеров осуществлялась с такой поспешностью.

Одной из привлекательных сторон и тех прелестей, что составляли жизнь в Лос-Аламосе в те дни, были обеды в столовой в окружении друзей. К немалому удивлению, там я встретил и постепенно познакомился со множеством знаменитых личностей, о которых раньше знал только понаслышке.

Лос-Аламос был очень «молодежным» местом. В свои тридцать четыре я был там одним из самых старших. Что впечатляло меня больше всего, так это высочайшая компетентность молодых и разнообразие областей, в которых они специализировались. Казалось, что перед вами раскрыта энциклопедия, в которую можно заглянуть, чем я, кстати говоря, обожал заниматься. То же чувство возникало у меня, когда я разговаривал с молодыми учеными из лаборатории. Это, возможно, звучит не очень грамотно, но они, грубо говоря, были образованы скорее вглубь, чем вширь. Представители старший поколений, многие из которых родились в Европе, обладали более общими познаниями. Однако наука стала такой разветвленной, а специализация так далеко ушла в своем внутреннем развитии, что было очень сложно держать в голове знания о всех подробностях и в то же время общую картину.

Более молодые физики проявляли немалый здравый смысл в своих областях, но, как правило, огромное нежелание размышлять о чем-то, выходящем за рамки их деятельности. Возможно, причиной тому был страх не оказаться «совершенно правым». Во многих жил некий антифилософский дух — не антиинтеллектуальный, но именно антифилософский. Быть может, это объяснялось прагматическим складом ума американцев.

Меня также впечатлил известный талант американцев к кооперированию, дух команды и то, как это разнилось с тем, что я видел в континентальной Европе. Я помню, как Жюль Верн предвосхитил это качество, описав коллективные усилия, которые понадобились для организации его «Путешествия на Луну». Ради содействия общему делу люди здесь с готовностью соглашались на самые маленькие роли. Очевидно, что это ощущение общего дела и духа работы в команде определяло образ жизни в девятнадцатом веке, и именно оно сделало возможным существование огромных промышленных империй. В Лос-Аламосе юмористическая сторона этого явления выражалась в любви к организационным схемам. Выступления по теоретическим вопросам на собраниях, конечно, представляли для слушателей определенный интерес, однако всякий раз, когда выставляли какую-нибудь организационную схему, я чувствовал, как все присутствующие оживлялись в предвкушении чего-то определенного, конкретного (вопросов вроде «кто за кого отвечает» и т. п.). Организация была и, наверное, остается величайшим американским талантом, хоть эта книга и пишется в период так называемого энергетического кризиса, который

мне, честно говоря, кажется кризисом скорее движущей силы, чем энергии (кризисом инициативы, солидарности, чувства единства, решимости и кооперирования во имя общей пользы).

Довольно трудно описать неподготовленному читателю ощущение научной «атмосферы» и излучаемые ею интеллектуальные флюиды. Я не нахожу в английском языке ни одного подходящего слова для этого выражения. Слово «запах» (odor, smell) имеет некоторые не очень приятные дополнительные значения; «аромат» (perfume) — слишком искусственно; «аура» (aura) ассоциируется с волшебством и сверхъестественным. Но молодые физики вряд ли обладали какой-то магией — они были талантливыми молодыми людьми, но не гениями. Возможно, из всех них только Фейнман обладал некой особой аурой.

Будучи моложе меня на шесть или семь лет, он был блестящим, остроумным, эксцентричным, оригинальным. Я помню, как однажды по коридору пронесся оглушительный смех Бете, заставивший меня выбежать из своего кабинета и посмотреть, что могло так развеселить его. Через три двери, в кабинете Бете, стоял Фейнман, говоря и жестикулируя. Он рассказывал о своем провале на медосмотре перед призывом в армию, воспроизводя свой, теперь уже знаменитый жест: когда врач попросил его показать руки, он вытянул их перед ним, обратив одну ладонь кверху, а другую книзу. Когда же доктор сказал ему: «Не эту сторону!», он перевернул обе руки. Этот и другие случаи, произошедшие с ним на медосмотре, накрыли волной смеха весь этаж. Я познакомился с Фейнманом в свой первый или второй день в Лос-Аламосе, и тогда же поделился с ним своим удивлением по поводу того, что формула $E = mc^2$ — в справедливость которой я, конечно, верил теоретически, но не очень-то «чувствовал ее на самом себе» — действительно являлась всеобъемлющей основой, на которой создавалась бомба. Ведь то, над чем была сосредоточена работа всего проекта, зависело от этих нескольких маленьких значков на бумаге. Сам Эйнштейн, когда еще до войны ему в первый раз сообщили о радиоактивных явлениях, характеризуемых эквивалентностью массы и энергии, как говорят, ответил: «Ist das wirklich so? Ist das wirklich so?» (Так ли это на самом деле?)

Однажды я в шутку заметил Фейнману: «Когда-нибудь люди обнаружат, что один кубический сантиметр вакуума в действительности стоит 10000 долларов — ведь именно такому количеству энергии он эквивалентен». Он тут же согласился и добавил: «Верно, но это, безусловно, должен быть чистый вакуум!» И в самом деле, людям сейчас уже известно о поляризации вакуума. Существующая между двумя электронами и двумя протонами сила равна не e^2/r^2 , а бесконечному ряду, первым членом которого является это отношение. Она работает «сама на себя», как два

почти-параллельных зеркала, показывающих «уходящие в бесконечность» отражения отражений.

Написав эти строки, я вспомнил еще об одном ощущении, которое я испытал, когда в Чикаго я вместе с Ферми посетил циклотрон. Он показал мне лабораторию и заставил пройти чрез невероятно тяжелую дверь, которая, сказал он, «превратит вас в бумажный лист, если вы под нее угодите». Когда мы проходили между полюсами магнитов, я потянулся в карман за лежавшим там перочинным ножичком, который я любил иногда повертеть в руках. Но только я коснулся его, как кто-то словно выдернул его у меня из руки. Сила вакуума! Она заставила меня физически ощутить реальность «пустого» пространства.

Фейнман также был равнодушен к чисто математическим, не связанным с физикой занятиям. Я помню, как однажды он выступил с весьма занимательным сообщением по треугольным числам и умудрился всех позабавить своим юмором. Занимаясь математикой, он в то же время обнаруживал неразумие, происходящее от «избыточного» ума и нерациональность, следующую из столь странных интересов.

Вот что он как-то продекламировал мне:

Мне интересно, почему мне интересно,
Мне интересно, почему мне интересно, почему мне интересно,
Мне интересно, почему мне интересно, почему мне интересно,
Мне интересно, почему мне интересно, почему мне интересно, почему ...

И так далее.

Все зависит от того, в каком месте вы ставите ударение, придающее всякий раз новый смысл. Совершенно неподобным образом он прочитал это раз пять или шесть, каждый раз с разным ударением, но одинаково забавно.

Внешне Лос-Аламос представлял собой группу двух- и четырехквартирных домов – временных армейских построек, которые оказались весьма прочными, простояв еще много лет после окончания войны. Опенгеймер настоял на том (и это его вечная заслуга), чтобы их построили вдоль самых границ территории, не трогая, по мере возможности, деревья, вместо того, чтобы копировать надоевшую всем прямоугольную форму армейских лагерей и городков. И все же эти постройки были довольно примитивными, с угольными печами и плитами на кухнях. Мужчины были недовольны неважными жилищными условиями, а их жены постоянно на что-нибудь жаловались. Я же нашел Лос-Аламос в целом вполне уютным. А климат Нью-Мексико – и в особенности Лос-Аламаса, находившегося на высоте в 7200 футов – был лучшим из всех, в каких мне доводилось жить.

Плачек, физик, присоединившийся к проекту после войны, считал восток американских Скалистых гор климатически неприемлемым для жилья, «unbewohnbar». Это действительно так, особенно для европейцев, которые непривычны к жаркому и влажному лету и пронзительным зимним холодам. В Кембридже я часто говаривал своим товарищам, что Соединенные Штаты — это словно дитя из сказки, к которому, когда тот появился на свет, пришли с подарками все добрые феи, и только одна фея не смогла прийти — фея, приносящая погоду.

Вскоре по прибытию в Лос-Аламос я познакомился с Дэвидом Хокинсом, молодым философом из Беркли, которого Опенгеймер среди прочих привез с собой, чтобы обеспечить персоналом администрацию лаборатории. Мы сразу же нашли общий язык. Хокинс, потомок первых ньюмексиканских переселенцев, — довольно высокий голубоглазый блондин. Его отец, Джадж Хокинс, был знаменитой фигурой рубежа веков. Он был юристом и должностным лицом в местечке Территори, игравшем важную роль в работе железной дороги Санта-Фе. Дэвида воспитали в маленькой общине Ла Луз в южной части штата. Я упоминаю об этом, потому что позже, когда в одной пустыне был произведен взрыв бомбы, Дэвид переживал, что слепящие вспышки или следствия взрывной волны могут быть опасны для людей, живущих в Ла Луз, который находился в тридцати-сорока милях, и где жила его сестра.

Хокинс — человек широких интересов, с обширнейшими познаниями, прекрасным образованием и крайне логическим умом. К научным проблемам он подходит с общей эпистемологической и философской точки зрения, а не как узкий специалист. В довершение ко всему, он один из самых талантливых математиков-любителей из всех мне известных. Он сказал мне, что в Стенфордском университете он прослушал несколько курсов Успенского, русского эмигранта, специалиста по теории вероятностей и теории чисел, однако никакой существенной практической подготовки в математике у него не было. Он обладал лишь потрясающим природным пониманием и талантом к манипулированию. Из всех непрофессиональных математиков и физиков, что я когда-либо встречал, он производит на меня самое сильное впечатление.

Мы обсуждали задачи цепных реакций на нейтронах и связанные с теорией вероятностей задачи ветвящихся процессов, или множачихся процессов, как мы их называли в 1944 году.

Меня интересовала чисто типовая задача дерева разветвлений, в котором число «потомков» одного нейтрона, способного вызвать деление, может равняться нулю (нейтрон вследствие поглощения погибает), одному (нейтрон является продолжателем самого себя) или же двум, трем или четырем (то есть нейтрон вызывает возник-

новение новых нейтронов), при этом для каждой такой возможности характерна своя вероятность. Задача заключается в том, чтобы проследить дальнейшее развитие процесса и цепочку возможностей через множество «поколений».

Очень скоро Хокинс и я обнаружили фундаментальный прием, который позволял изучить математически такие ветвящиеся цепочки. Так называемая характеристическая функция, средство, придуманное Лапласом и применяемое при нормальном «суммировании» случайных переменных, оказалось именно тем инструментом, который был необходим для изучения процессов «размножения». Позже мы узнали, что еще раньше те же соображения и в этой же связи высказывал статистик Лотка. Однако реальная теория таких процессов, основанная на операции итерации функции или сопряженных функции операторов (более общий процесс), была заложена в Лос-Аламосе, в нашем небольшом отчете. После войны, в 1947 году, когда в Лос-Аламосе ко мне присоединился Эверетт, мы в значительной степени обобщили и развили эту работу. Еще через некоторое время Юджин Вигнер поднял в этой связи вопрос о первенстве. Он с радостью отметил, что мы проделали эту работу раньше, чем знаменитый математик Андрей Н. Колмогоров и другие русские, а также кто-то из чехов заявили о получении аналогичных результатов.

Я уважал общую любознательность Хокинса, его почти что уникальные познания фундаментальных положений научных теорий — не только концептуальных вопросов физики, но и биологии, и даже экономики. Я отдавал должное его интересу и по-настоящему оригинальной работе в области, которая после того, как Винер и особенно Клод Шеннон формализовали ее, получила название «теории информации». Дэвид также сумел применить к экономике математические идеи фон Неймана и идеи Моргенштерна из теории игр.

С тех пор Хокинс написал несколько интересных работ и прекрасную книгу по философии науки или, скорее, по философии рационального мышления под названием «Язык природы» («The Language of Nature»).

Поначалу Хокинс находился в Лос-Аламосе на положении «связиста» между кабинетом Оппенгеймера и военными. Спустя несколько лет он написал двухтомник об организации и научной истории Лос-Аламоса с самого начала и до конца войны, с которого теперь уже снят гриф секретности. В то время я не знал (в наших беседах это никак не проявлялось), что в тридцатые годы он попал в прокоммунистическую партию на Западном побережье. Это навлекло на него большие неприятности до и после правления Маккарти, а слухи дошли даже до Вашингтона. Однако из всей этой истории он вышел полностью оправданным.

Его жена Френсис, необыкновенно интересный человек, по-дружилась с Франсуазой, и все мы проводили вместе очень много времени. Во время моей болезни в Калифорнии в 1946 году Хокинсы очень помогли нам, позаботившись о нашей дочке Клер, которая тогда была полуторогодовалой малышкой.

В конце войны Хокинс уехал из Лос-Аламоса, чтобы занять должность профессора философии в Колорадском университете в Боулдере, где он работает до сих пор.

Коллектив в Лос-Аламосе совершенно отличался от любого другого, в котором я когда-либо жил и работал. Даже в густонаселенном Львове, где математики и другие университетские преподаватели ежедневно встречались друг с другом и проводили много времени в кафе и ресторанах, степень общения была не так велика, как в Лос-Аламосе. Еще сильнее это ощущалось из-за изоляции и малых размеров городка, а также близкого расположения домов. В любой час после работы люди навещали друг друга. В новинку для меня было то, что это были не математики (за исключением фон Неймана и еще двух-трех молодых людей), а физики, химики и инженеры — люди, которые в психологическом плане очень отличались от моих более замкнутых коллег-математиков. Было интересно и приятно наблюдать яркое множество физиков. В целом же, теоретики и практики отличались по своим темпераментам.

Говорили, что в обеденный перерыв в столовой можно было увидеть аж восемь или десять лауреатов Нобелевской премии, одновременно занятых процессом поглощения пищи (Раби, Лоуренса, Ферми, Блоха, Бора, Чедвика и других). Их интересы были весьма обширными, поскольку физика имеет дело с более определенными и очевидными центральными задачами, в отличие от математики, разбитой на множество независимых разделов, требующих независимых походов. Они рассматривали не только главную задачу — разработку атомной бомбы и примыкающие к ней физические вопросы о тех явлениях, что будут сопровождать взрыв — строго проектная работа — но и общие вопросы о самой сущности физики, о будущем физики, о влиянии экспериментов в физике атомного ядра на технологию будущего и влияние технологии на будущее развитие теории. Помимо всего этого мне запомнилось множество послеобеденных дискуссий о философии науки и, конечно, об обстановке в мире, начиная с ежедневного развития событий на фронте и заканчивая планами на победу в самых ближайших месяцах.

Интеллект такого множества интересных людей, постоянно находящихся рядом друг с другом, был просто уникален. Никогда за всю историю науки не наблюдалось ничего, что хотя бы отдаленно приближалось к такой «концентрации» умов. Разрабатываемый в то же время в Кембридже (в Массачусетсе) проект

радиолокатора обладал некоторыми из этих характеристик, но без столь интенсивного проявления. Возможно, он был более технологическим, и в нем не затрагивалось так много фундаментальных вопросов физики.

Так что же за светила входили в это фантастическое созвездие? Фон Нейман, Ферми, Бете, Бор, Фейнман, Теллер, Оппенгеймер, О. Р. Фриш, Вайскопф, Сегре и еще многие другие. Я уже попытался зарисовать портреты некоторых из них и попробую описать еще нескольких.

Ферми я впервые встретил, когда он приехал в Лос-Аламос, несколькими месяцами позже нас, после успешного завершения работы над ядерным реактором в Чикаго. Мне запомнилось, как еще до его приезда я обедал в столовой в компании шести или семи человек, в том числе фон Неймана и Теллера. Теллер сказал: «Можно уже с уверенностью говорить о том, что Энрико будет уже на следующей неделе». Мне было известно, что Энрико называли «римским папой» из-за непогрешимости всех его решений. Поэтому я тут же произнес нараспев: «*Annuncio vobis gaudium maximum, pacem habemus*» — классическая фраза, которой кардиналы, стоя на балконе, обращенном на площадь св. Петра, объявляют о состоявшемся избрании Папы, едва заведя белый дым, идущий из трубы в Ватикане. Джонни, который понял меня, объяснил это иносказание другим, и оно было вознаграждено аплодисментами всех присутствующих за столом.

Ферми был невысоким, крепко сложенным и довольно подвижным. Когда он размышлял над каким-то вопросом, его глаза, временами беспокойные, были, как правило, задумчиво неподвижны. Нервничая, он беспрестанно вертел в руках карандаш или линейку. Обычно он пребывал в хорошем настроении, и почти всегда на его губах играла улыбка.

На человека, задавшего ему вопрос, он обычно сам смотрел вопрошающим взглядом. В беседе он больше спрашивал, чем выражал свое мнение. Но вопросы формулировались им так, что сразу становилось ясно, куда он склоняется в своих убеждениях и предположениях. Он пытался пролить свет на мысли других, задавая вопросы в манере Сократа, в которых, однако, было больше конкретики, чем в диалогах Платона.

Как-то мы говорили о другом физике, и он охарактеризовал его как «большого любителя систематизации». Но он также добавил, что и сам любил работать систематично, придерживаясь некоего распорядка, чтобы все держать под контролем. Однако еще в молодости он принял решение посвящать хотя бы час в день несистематическому мышлению. Мне очень понравился парадокс систематической привычки несистематически мыслить. У Ферми был целый арсенал мысленных рисунков и иллюстраций, так ска-

зять, важных законов или выводов, а также потрясающая математическая техника, которую он использовал только в случаях крайней необходимости. То было даже больше, чем просто техника, это был метод разбиения задачи на части с последующим «штурмом» каждой из этих частей по очереди. Сегодня, с нашим ограниченным знанием самоанализа, этого явления не объяснить. Это все еще скорее «искусство», чем «наука». Ферми, сказал бы я, был рациональным до мозга костей. Я поясню это на следующем примере: известно, что специальная теория относительности — теория странная, иррациональная, идущая вразрез с известными ранее положениями. Так случилось потому, что не было ни одного простого способа развить эту теорию через аналогии с уже существовавшими идеями. И Ферми, наверное, не стал бы и пытаться совершить такой переворот.

Я считаю, что чувство важного было развито в нем в высшей степени. Нет, он не считал ниже своего достоинства работу над так называемыми мелкими задачами, но в то же время он не забывал и о порядке важности проблем в физике. Это качество намного важнее в физике, чем в математике, которая не так однозначно привязана к «реальности». Как ни странно, он начинал именно математиком. Некоторые из первых его работ с очень изящными результатами были посвящены задаче эргодического движения. Когда он хотел, то мог заниматься любыми вопросами математики. Однажды во время прогулки он, к моему удивлению, стал обсуждать математическую задачу из статистической механики, которую в 1941 году решили Джон Окстоби и я.

Сила воли Ферми была очевидна настолько, что она выражалась даже в контроле импульсивных движений. По-моему, он умышленно избегал крылатых латинских выражений и, руководствуясь сознательным решением, сдерживал свою жестикляцию и восклицания. Однако улыбался и смеялся Энрико с большой охотой.

В любой деятельности, будь то наука или какое другое занятие, он демонстрировал своеобразную смесь юмора — не совсем логичного и какого-то чудного — в отношении общепринятых позиций. К примеру, если мы играли в теннис и он проигрывал четыре игры из шести, то он обыкновенно говорил: «Это не в счет, потому что данная разность меньше квадратного корня из суммарного количества партий» (мера чисто случайных флуктуаций в статистике).

Ему нравилось участвовать в политических дискуссиях и делать несерьезные попытки предсказания будущего. Бывало, он просил членов группы написать о том, что, по их мнению, должно произойти, и запечатывал записки в конверт с тем, чтобы вскрыть его пару месяцев спустя. В целом же он был настроен весьма оптимистично в отношении отдаленных перспектив в политике, при-

дя к выводу, что человечество все еще не поумнело и когда-нибудь уничтожит себя собственными руками.

Он также мог быть большим задирой. До сих пор у меня на памяти итальянские флексии, которые он употреблял, когда подтрунивал над Теллером, выдавая что-нибудь вроде: «Эдвард-а-а, а как так случилось-а, что венгры еще ничего не-а-а изобрели?» Однажды Сегре, который обожал порыбачить по выходным в ручьях Лос-Аламосских гор, пустился в рассуждения о тонкостях искусства рыболовства и сказал, что поймать форель не так-то легко. Энрико, который не был рыболовом, ответил ему с улыбкой: «О, Эмилио, я понимаю, это настоящий интеллектуальный поединок».

Беседуя с друзьями о личных качествах других, он стремился быть совершенно беспристрастным и объективным, лишь изредка позволяя себе открыто выразить личные или субъективные мнения или дать выход своим чувствам. В отношении же самого себя он проявлял потрясающую самонадеянность. Он знал о дарованном ему величайшем природном уме, которым он мог пользоваться, причем очень удачно, о своей невероятной математической технике и знании физики.

Энрико обожал ходить пешком, несколько раз мы проходили весь путь от Лос-Аламаса до памятника Бандельера, двигаясь вдоль стен каньона и реки. Это была прогулка длиной в семь или восемь миль, во время которой нам приходилось переправляться через реку больше тридцати раз. Она продолжалась несколько часов, и мы успевали поговорить на множество тем.

Стоит упомянуть здесь об одной из свойственных мне особенностей: я терпеть не могу подниматься в гору. И я действительно не знаю, почему. Некоторые говорят мне, что из-за своего нетерпения я склонен к быстрой ходьбе и по этой причине начинаю испытывать одышку. Вообще-то, я не против того, чтобы идти по ровной поверхности, и получаю истинное удовольствие, когда иду под гору. Несколько лет назад я купил немецкий путеводитель под названием «Сто прогулок под гору в Альпах». Трудно придумать более забавное название.

Во время одной из таких «прогулок под гору» в каньоне Фриджолес, уже после войны, я рассказал Ферми, как в последнем классе средней школы я увлекался чтением популярных статей о работе Гейзенберга, Шредингера и де Бройля по новой квантовой теории. Я узнал, что решение уравнения Шредингера обеспечивает точность до шести знаков при определении энергетических уровней атома водорода. Мне стало интересно, как такое искусственно абстрактное уравнение может давать результаты с точностью выше одной миллионной. Дифференциальное уравнение в частных производных имело сомнительное происхождение, как

мне казалось, несмотря на появление примеров аналогичного дифференцирования. Я рассказал об этом Ферми, и он тут же ответил мне: «Знаешь, Стэн, вообще-то нет никаких оснований считать его [уравнение Шредингера] состоятельным».

Затем он сказал о том, что собирается дать логичное представление и вывод квантовой теории в своем собственном курсе лекций осенью в Чикагском университете. И он, судя по всему, работал над этим, однако летом, вернувшись в Лос-Аламос, он сказал мне: «Нет, мне не удалось осуществить действительно рациональное представление квантовой теории, такое, что удовлетворило бы меня». Ведь это не просто вопрос аксиом, как могли бы подумать наивные пуристы. Вопрос в том, почему эта аксиома, а не другая? Аксиоматизировать можно любой рабочий алгоритм. Задача состоит в том, чтобы ввести, обосновать, связать или упростить аксиомы, исторически или концептуально, и экспериментально установить их фундаментальность.

Как личности, фон Нейман и Ферми в действительности были очень разными. Джонни, скорее всего, обладал более широкими интересами, чем Энрико и, конечно, он имел более специфически выраженные интересы в других областях, например, в античной истории. Ферми не проявлял большого интереса или же любви к искусствам. Я не припоминаю, чтобы когда-нибудь он обсуждал музыку, живопись или литературу. Последние события, политику — да, историю — нет. Фон Нейман интересовался и тем, и другим. Ферми не увлекался цитатами или аллегориями, латинскими или какими-то другими, хотя иногда любил выражаться эпитаграммами. Для него не был характерен тип лицейского или гимназического образования или простекающий из него склад ума. В нем доминировала латинская лаконичность. Что касается фон Неймана, то сознательно он не стремился к простоте; напротив, при случае он любил вставить умную и сложную фразу.

Читая лекции студентам или выступая на научном собрании, они также демонстрировали различные подходы. Джонни был не прочь блеснуть, проявить свое остроумие; Ферми, в противоположность ему, всегда стремился к предельной простоте, и во время его докладов все представлялось в самом естественном, прямом, ясном и понятном смысле. Однако после того, как он отпускал своих студентов домой, последние часто были не в состоянии воспроизвести поразительно простое объяснение Ферми какого-то явления или его обманчиво простую идею математического подхода к физической задаче. Фон Нейман, напротив, выказывал следствия обучения в немецких университетах. В нем не было ни грамма помпезности, однако он мог выражаться весьма сложным языком, хотя присущая ему идеальная логика обеспечивала однозначную интерпретацию его слов.

Они были высокого мнения друг о друге. Я помню одну дискуссию о какой-то гидродинамической задаче, над которой тогда размышлял Ферми. Фон Нейман, применив формальный математический прием, показал, как подойти к ней. Позже Ферми сказал мне с восхищением: «Он действительно профессионал!» Что до фон Неймана, то он всегда серьезно относился к внешним свидетельствам успеха, и его весьма впечатляла Нобелевская премия, полученная Ферми. Также, не без некоторой грусти, он восхищался его способностью достигать результатов, благодаря интуиции или кажущейся чистой удаче, а особенно той видимой легкостью, с которой Ферми совершил свои фундаментальные открытия в физике. В конце концов, Ферми, возможно, был последним всесторонне просвещенным физиком в том смысле, что он был знатоком теории, занимался оригинальной работой во многих отраслях и знал, какие опыты предложить и даже поставить самому; он был последним ученым, великим в теории и практике одновременно.

Нильс Бор, открывший квантованные электронные орбиты в атоме, великий первопроходец квантовой теории, пробыл в Лос-Аламосе несколько месяцев. Он был еще не так стар. Правда мне, в мои тридцать пять, Бор казался старцем, несмотря на то, что он был очень деятельным и энергичным и физически, и умственно. В Лос-Аламосе он гулял, катался на лыжах, лазил по горам. Не знаю почему, но он казался воплощением мудрости (не воплощением гения, как Ньютон или Эйнштейн, но именно мудрости). Он мог судить о том, что не стоит даже попытки и сколько можно сделать, не прибегая к математике, которую он оставлял другим. Именно эту непостижимую мудрость я в нем ценил.

Однажды Ферми, отступив от своей обычной сдержанности в суждениях других, заметил, что когда Бор говорил, то иногда производил впечатление католического священника, служащего мессу. Это было довольно богохульное изречение, поскольку многие физики до сих пор очарованы Бором.

В нем была своя, уникальная гениальность, которая и сделала его великим физиком, но, по-моему, некоторые из его студентов были почти что невежественными из-за его философских дополнений вроде «можно сказать так, но с другой стороны можно ...» или «нельзя с точностью сказать, что это значит». Это вводило в заблуждение людей, не обладавших его огромным здравым смыслом и интуитивным разумом, и оттого они, по моему мнению, утрачивали точность и изобретательность в своих интеллектуальных и научных подходах. Однако у него все еще много почитателей. Одним из них был Виктор Ф. Вайскопф.

Мне кажется, что дополнение¹ как философское направление

¹ Имеется ввиду принцип дополнительности. — *Прим. ред.*

мыслей играет, в сущности, отрицательную роль. Оно может разве что утешить. Но может ли оно быть положительным в чем-нибудь еще кроме философских утешений — вот вопрос, который меня волнует.

Было очень сложно разобрать речь Бора, вследствие чего о нем ходило множество анекдотов. По большей части было просто невозможно понять, какие именно слова он произносит. Однажды через громкоговоритель вызвали молодого физика Руби Шерра. Дело в том, что каждый день в коридорах лаборатории периодически оглашали объявления и просьбы, причем чаще других высказывалась просьба вызвать Дж. Дж. Гутьереза, который был мастером на все руки, искусным в любом ремесле. Другие просили вернуть тот или иной инструмент или каталог. Один раз среди прочих объявлений поступила просьба зайти в кабинет Николаса Бейкера, адресованная Шерру (имя Николас Бейкер (Nicholas Baker) было псевдонимом Бора, который он носил в целях безопасности; Ферми звали Фармером (Farmer). Как рассказывал сам Руби Шерр, он вошел в кабинет и увидел несколько физиков, которые явно слушали речь Бора. Бор остановился, пробормотал несколько неразборчивых фраз Шерру и неожиданно закончил двумя идеально четко произнесенными словами: «Угадайте, сколько?» Шерр, который не понял ни слова, покраснел от смущения, в замешательстве покачал головой и не сказал в ответ ни слова. Еще через мгновение Бор опять сказал четким голосом: « 10^{41} ». В этом месте все засмеялись. Шерр до сих пор не знает, что же все это значило.

Другая история о Боре наглядно свидетельствует о рассеянности, свойственной многим ученым: весь Лос-Аламос знал, что Николас Бейкер в действительности был Нильсом Бором; и тем не менее, никто не должен был упоминать его настоящее имя на публике. На одном коллоквиуме Вайскопф сослался на «известный всем принцип Бора». «О, прошу прощения», — тут же пробормотал он, — «принцип Николаса Бейкера!» Это нарушение безопасности было встречено общим смехом.

Конечно, не все мы ощущали на себе такие повышенные меры безопасности. Каждый ученый, и старый, и молодой, имел у себя в кабинете сейф, в котором необходимо было хранить секретные документы. Вероятно, в Лос-Аламосе сейфов было больше, чем во всех банках Нью-Йорка. Однажды в кабинете Бора я наблюдал, как тот силится открыть свой сейф. Вообще-то сейфы открывались посредством довольно простой комбинации трех двузначных чисел. Прошло немало времени, прежде чем он, совершив ряд попыток, смог это сделать. Выдвинув ящик, он довольно воскликнул: «Думаю, на сегодня я уже достаточно поработал!» Правдой было и то, что Дик Фейнман мог открывать сейфы, владельцы которых забывали коды. По-видимому, он различал щелкающие звуки тум-

блеров и иногда угадывал, какие комбинации цифр в числах типа π и e в математике или c , скорости света, или h , постоянной Планка, выбрали себе владельцы.

Повторяющееся изо дня в день чередование работы, интеллектуальных дискуссий, вечерних собраний, светских семейных визитов и обедов разнообразила игра в покер, которую наша группа устраивала примерно раз в неделю. В число участников входили Метрополис, Девис, Колкин, Фландерс, Лангер, Лонг, Конопинский, фон Нейман (когда бывал в городе), иногда Кистяковский, Теллер и другие. Мы играли, делая маленькие ставки; простота самой игры и пустая, ни к чему не обязывающая болтовня, приправленная не вполне пристойными восклицаниями и грубоватыми выражениями, наполняли нас беспечностью, восстанавливающей те силы, что мы вкладывали в серьезное, важное дело — *raison d'être* Los-Alamos¹.

Играя в такую игру, не добьешься успеха, если не будешь проявлять большого интереса к самой игре, а сосредоточишься исключительно на расслабляющем ее действии. Фон Нейман, Теллер и я, делая ставки или заключая пари, думали о совершенно посторонних вещах и, вследствие этого, мы почти всегда оставались в проигрыше. Как-то Метрополис рассказал нам о том, каким триумфом было для него выиграть десять долларов у фон Неймана, автора знаменитого трактата по теории игр. Он тогда купил эту книгу за пять долларов, а другие пять наклеил на обложку в знак своей победы. Возможно, люди, которые не занимаются математикой или наукой профессионально, не представляют себе, как это возможно — в мыслях заниматься теоретической работой, и заниматься весьма интенсивно, и при этом не упускать какие-то более прозаические занятия.

Испытание «Тринити», Хиросима, день победы над Японией и легенда о Лос-Аламосе — все это прогремело по всему миру почти одновременно с атомной бомбой. Информация о секретном военном проекте заполонила газеты и все его административные руководители оказались в центре внимания. В одном из многих опубликованных в день после Хиросимы газетных интервью Э.О. Лоуренс «скромно признался», по словам журналиста, «что он был более чем кто-либо еще ответственен за атомную бомбу». Подобные заявления, сделанные другими и о других, заполнили средства массовой информации. Сообщалось, к примеру, что Оппенгеймер выразил свои чувства при виде неземного света от первой вспышки во время испытания «Тринити» цитатой из «Бхагавад Гиты», произведения эпоса Хинди: «Меня вдруг осенила мысль о том, что я стал Князем Тьмы, разрушителем Вселенной».

¹Причину нашего пребывания в Лос-Аламосе (франц.) — *Прим. ред.*

Дело в том, что когда я читал это сообщение, меня вдруг осенило кое-что еще — мне пришла на ум одна история о «пансионе», которая произошла в Берлине до войны. Я тут же поделился ею с Джонни, который как раз обедал у нас дома. Пансионеры сидели за обеденным столом, и блюда передавались каждому, чтобы он мог положить себе порцию. Один мужчина переложил в свою тарелку почти всю спаржу, что была на блюде. Тогда другой нерешительно поднялся и сказал: «Прошу прощения, мистер Гольдберг, но мы тоже любим спаржу!» Слово это — спаржа — стало кодовым в наших личных разговорах и обозначало попытку присвоить себе львиную долю заслуг в научной работе или большую часть успехов, достигнутых благодаря совместной или коллективной работе. Джонни настолько полюбилась эта история, что во время наших шуточных диалогов мы попытались развить эту тему. Нашим намерением было написать двадцатитомный трактат на тему: «Спаржисты во все времена» («Asparagetics through the Ages»). Джонни написал бы «Спаржисты в древности» («Die Asparagetics im Altertum»), а я последний том «Ретроспективный взгляд и перспектива» («Rückblick und Ausblick») в стиле скучной немецкой эрудиции. Позже свою руку к этому приложил и Марк Карсон, сочинив песенку «Как же я люблю спаржу» на мотив популярной в то время мелодии.

Однако подобные легкомысленные забавы вряд ли могли затмить предчувствие вступления в новую историческую эпоху, которую назовут Атомным Веком. Война закончилась. Америке, как и всему миру, нужно было как-то переустраиваться. Жизнь уже не могла остаться прежней.

Южная Калифорния

1945–1946

Война закончилась, и мир потихоньку восставал из пепла. Многие уехали из Лос-Аламоса, чтобы вернуться к прежней жизни в своих университетах, как, например, Ганс Бете, или же занять новые научные посты, как Вайскопф, получивший место в МТИ или Теллер — в Чикаго. Правительство еще ничего не решило по поводу судьбы лаборатории.

Чикагский университет намеревался создать новый грандиозный центр атомной физики с Ферми, Теллером и еще несколькими участниками. И фон Нейман, как, по-моему, никто другой, утверждал, что в результате той роли, что наука сыграла в победе в этой войне, послевоенный научный мир изменится до неузнаваемости по сравнению с тем, что он представлял собой до 1939 года.

Лично я не находил никаких свидетельств тому, что кто-то из моих родных уцелел (лишь много лет спустя нашлись две мои двоюродные сестры: одна во Франции, другая в Израиле). Мать Франсуазы умерла в концлагере в Аушвице. Теперь мы оба были американскими гражданами, Соединенные Штаты были нашей страной, и мысль о возвращении в Европу никогда не приходила нам в голову. Куда больше наши умы занимал вопрос о том, чем нам заняться после этой военной работы.

Я написал Лангеру, который был тогда деканом, по поводу вопроса о моем возвращении в Мэдисон. Он был очень честен и открыт со мной и, когда я поинтересовался о своих шансах на повышение и занятие новой должности, сказал мне с достойной восхищения откровенностью: «Зачем ходить вокруг да около? Ясно, что если бы вы не были иностранцем, все было бы намного проще, и ваша карьера пошла бы быстрее». Итак, мои шансы в университете Висконсина были, по всей видимости, не очень высоки, и я решил поискать работу в другом месте. Другое место пришло с письмом от моего старого мэдисонского друга Дональда Хайерса,

получившего должность профессора в университете Южной Калифорнии в Лос-Анджелесе. Хайерс занимал там довольно прочное положение и спрашивал, не хочу ли я занять должность доцента на их факультете, предложив мне зарплату несколько выше, чем в Мэдисоне. Университет был маленьким, не очень сильным в плане науки и, конечно, не слишком престижным, но его профессора, сказал он, предпринимают энергичные попытки в направлении повышения академического статуса учреждения. Он пригласил меня приехать, и в августе 1945 года я полетел в Лос-Анджелес.

Тогда я впервые увидел этот город, и он произвел на меня странное впечатление. Это был другой, доселе совершенно незнакомый мне мир — климатически, архитектурно, да и в других отношениях. О своей возможной работе здесь я упомянул Джонни, и, хотя его весьма удивил мой интерес к этой довольно скромной должности, он отнесся к этому без отрицательных эмоций. Он сам всегда стремился идти вперед. Я же не видел особого смысла в том, чтобы оставаться в Лос-Аламосе и после войны, и потому принял приглашение университета Южной Калифорнии.

В начале сентября 1945 года я поехал в Лос-Анджелес, чтобы подыскать жилье и подготовиться к нашему переезду из Лос-Аламоса. Война только закончилась, и ситуация вокруг жилья была критической. Поскольку у нас не было своей машины, то наши возможности ограничивались отысканием какого-нибудь дома недалеко от университета. У меня вошло в привычку говорить, что две любые точки Лос-Анджелеса находились по меньшей мере в часе езды друг от друга — так сказать, «дискретное» топологическое пространство. Мне удалось снять на один семестр типичный для Лос-Анджелеса маленький домик на неприметной улице, вдоль которой строгими линиями тянулись пальмы. Мне он показался вполне приемлемым, но Франсуаза сочла его весьма жалким. И все же, за неимением лучшего, мы поселились на время в нем. Я обратил внимание на то, что во время наших многочисленных переездов с одного места жительства на другое наше материальное имущество, одежда, книги и домашние принадлежности «таяли» в пути, как я временами говорил, уменьшались как $1/e$ по аналогии с потерями энергии частиц при их свободном пробеге.

В следующем семестре того же академического года (1945–46) Хэл и Хэтти фон Бретон, близкие друзья Хокинсов, пригласили нас пожить в их загородном доме на острове Балбоа на другом конце Ньюпорт Бич. Это был красивый и уютный плавающий домик — замечательная перемена по сравнению с соседством с университетом — расположенный, правда, слишком далеко, чтобы я мог ездить туда-сюда каждый день, поэтому в будни я жил в гостинице неподалеку от кампуса и возвращался на остров по выходным.

А Франсуаза оставалась на Балбоа вместе с нашей дочкой Клер, которая появилась на свет в Лос-Аламосе годом раньше.

Академическую обстановку в Университете Ю. Калифорнии я нашел довольно сдержанной и, после интенсивной работы и высокого уровня науки в Лос-Аламосе, весьма вялой. Каждый здесь был преисполнен большого рвения, если не сказать ужасно заинтересован в «исследовании». «Преподавательская нагрузка», к которой я возвращался с большим нежеланием, была не слишком тяжелой. В общем, все бы ничего, если бы не тяжелая болезнь, совершенно внезапно поразившая меня. Я возвращался в Лос-Анджелес с математического собрания в Чикаго, страдая от изматывающей простуды. День стоял ветреный; шагая от автобусной остановки к дому на Балбоа, я чуть не задохнулся от неистового ветра. В ту же ночь у меня началась безумная головная боль. Еще никогда в своей жизни я не чувствовал головной боли; ощущение это было совершенно незнакомым — боль самая жестокая, какую мне когда-либо приходилось терпеть, вездесущая и родственная ощущению онемения, ползущего от грудной клетки к подбородку. Мне вдруг вспомнилось, как Платон описывал состояние Сократа после того, как в тюрьме ему дали яд болиголова; тюремщик заставил его ходить и сказал, что когда чувство онемения, начинающегося с ног, достигнет его головы, он умрет.

Франсуазе было трудно отыскать доктора, который приехал бы на остров посреди ночи; тот же, что в конце концов появился, не обнаружил никаких явных дурных симптомов и впрыснул мне дозу морфия, чтобы облегчить мучительную боль. На следующий день я чувствовал себя почти нормально, но у меня оставалось чувство усталости и неспособности выражаться ясно, которое то приходило, то отступало. Но я все же вернулся в Лос-Анджелес и прочитал в университете свои лекции. Ночью та же жестокая боль появилась вновь. Когда я позвонил Франсуазе из своего номера, то заметил, что моя речь стала бессвязной, и я едва мог полностью произносить слова. Я пытался заменить выражения, которые не мог произнести, другими, близкими по смыслу, но выходило лишь сплошное, почти бессмысленное лепетание, заставившее меня пережить ужаснейшие ощущения. Франсуаза, безумно встревоженная моим бессвязным разговором по телефону (не знаю, как я еще вспомнил наш домашний номер), позвонила фон Бретонам и попросила их прислать ко мне доктора. Пришли даже два доктора. Сбитые с толку моими симптомами, которые то появлялись, то исчезали, они отвезли меня в больницу. У меня начался сильнейший приступ головной боли, ставший одним из самых ужасных ощущений, какие я только испытывал в своей жизни. Кстати говоря, многие мои воспоминания о том, что предшествовало операции, смутные. Только

благодаря тому, что позже рассказала мне Франсуаза, я смог связать их.

В течение нескольких дней врачи проводили всестороннее обследование, делали мне энцефалограммы, прокалывали позвоночник и т. п. В энцефалограмме что-то было не в порядке. Врачи подозревали опухоль, которая могла оказаться как доброкачественной, так и злокачественной. Вызвали доктора Рэйни, нейрохирурга, ученика Кушинга¹, и на следующий день была запланирована операция. Я, конечно, ничего об этом не знал. Помню только, как я попытался отвлечь внимание сестры, попросив ее выглянуть для чего-то из окна, чтобы тем временем я смог прочесть что-нибудь из своей медкарты. Мне удалось разглядеть в ней одно напугавшее меня обозначение — С-3 — которое, посчитал я, обозначало третью извилину мозга. Все это наполнило меня сильнейшим страхом, заставило думать, что я умираю. Я считал, что у меня не было и шанса выжить. Афазия все еще была налицо; когда я пытался говорить, то, по большей части, издавал бессмысленный шум. Не знаю, почему никто не подумал выяснить, могу ли я писать, не умея говорить.

Фон Бретоны забили тревогу, и Франсуаза примчалась из Балбоа на такси как раз к тому моменту, чтобы увидеть, как меня начало рвать желчью, и как, становясь зеленым, я начал терять сознание. Испугавшись того, что я умираю, она в истерике позвонила хирургу, который принял решение о немедленной операции. Возможно, это спасло мне жизнь; срочная операция сняла то сильнейшее давление на мозг, которое вызвало мое плачевное состояние. Помню, как меня, в полусознательном состоянии, брил парикмахер (который оказался поляком), обронивший несколько слов по-польски, на которые я попытался ответить. Еще помню, как ненадолго пришел в сознание в предоперационной, и в моей голове возник вопрос о том, а не в морге ли я. Я также помню, что слышал шум сверла. И, как оказалось, я не ошибался, так как врачи сверлили дыру в моем черепе, чтобы сделать рентген. Хирург произвел трепанацию, не зная толком, где и что нужно искать. Опухоли он не обнаружил, зато констатировал острое воспаление мозга. Мозг мой, сказал он Франсуазе, был ярко-розового цвета, вместо обычного сероватого. В то время только начали применять инъекции пенициллина, его-то они и вводили мне щедрыми дозами. Над мозгом было оставлено «окошко», чтобы уменьшить давление, вызвавшее столь тревожные симптомы.

Несколько дней я пробыл в послеоперационной коме. Когда я, наконец, очнулся, то почувствовал себя не просто лучше — я был

¹ Кушинг Харви Уильямс (1869–1939) — американский врач, один из основоположников нейрохирургии. — *Прим. ред.*

на седьмом небе. Врачи объяснили, что я вне опасности, хотя и наказали Франсуазе наблюдать за мной, отмечая малейшие признаки перемены в личности или повторения тревожных сигналов, которые говорили бы о нарушениях работы мозга или наличия скрытой опухоли. Я опять прошел ряд тестов и осмотров, после чего врачи вынесли предварительный диагноз — род вирусного энцефалита. Однако я еще долго переживал по поводу своих умственных способностей, несмотря на то, что моя речь полностью восстановилась.

Однажды утром хирург спросил меня, сколько будет тринадцать плюс восемь. То, что он задал мне такой вопрос, привело меня в такое замешательство, что я только покачал головой. Тогда он спросил меня, чему равен корень квадратный из двадцати, и я ответил: «Приблизительно 4,4». Он продолжал молчать, и я спросил его: «Разве нет?» И доктор Рэйни, я помню, засмеялся, явно с облегчением, сказав: «Я не знаю». В другой раз, когда я ощупывал свою плотно перебинтованную голову, он проворчал, что в надрез могут проникнуть возбудители инфекции. Я показал ему, что трогаю другое место. Но тут я вспомнил о понятии свободного пробега нейтронов и спросил его, не слышал ли он о свободном пробеге возбудителей инфекции. Вместо ответа он рассказал мне непристойный анекдот о мужчине, сидящем в деревенском туалете и бактериях, выпрыгивающих из брызгов воды. Медсестрам я, похоже, пришлось по душе, и они делали мне разнообразные массажи и растирания спины, а также придумывали специальные диеты, что способствовало улучшению скорее моего душевного, чем физического состояния, которое было, на удивление, хорошим.

Многие мои друзья приезжали провести меня. Несколько раз в больнице появлялся Джек Колкин, который тогда проводил свой отпуск на острове Каталина. Приезжали и мои коллеги из университета. Мне особенно запомнился математик Аристотель Димитриос Майкл. Он говорил с такой горячностью, что заслушавшись, я как-то свалился с кровати. Это его очень напугало. Но мне удалось забраться назад, несмотря на то, что одна сторона у меня все еще была онемелой. Прodelав весь путь от Лос-Аламоса, ко мне приехал Ник Метрополис. Его приезд очень меня обрадовал. Я узнал, что лица, ведающие безопасностью Лос-Аламосского проекта, были обеспокоены тем, что, находясь в бессознательном или полусознательном состоянии, я мог выдать какую-нибудь секретную информацию об атомной бомбе. Был еще вопрос о том, могла ли моя болезнь (точный диагноз которой так никогда и не поставили) быть вызвана атомной радиацией. Но в моем случае это была более чем неправдоподобная версия, поскольку я никогда не имел дела с радиоактивным материалом, работая исключительно с карандашом и бумагой. Навестили меня и служащие из университе-

та. По всей видимости, они были очень озабочены тем, смогу ли я после выздоровления вновь выполнять свои преподавательские обязанности. Люди сильно беспокоились о моих умственных способностях, о том, вернутся ли они ко мне в полной мере. Я и сам тревожился об этом; восстановится ли полностью моя способность мыслить или же из-за болезни я останусь умственно неполноценным? Ясно, что в моей профессии первостепенное значение имело совершенное восстановление памяти. Я был очень напуган, однако в процессе самоанализа обнаружил, что могу ввергнуть себя даже в более глубокое состояние паники. Логические мысленные процессы очень чувствительны к страху. Возможно, здесь присутствует естественный способ блокирования этих процессов в моменты опасности, позволяющий возобладать инстинктам. Мне однако кажется, что для того, чтобы справиться со сложными ситуациями, с которыми сталкивается современный человек, одних лишь инстинктов, постоянно участвующих в нейромускульном «программировании», не достаточно; перед лицом самых опасных ситуаций все же необходимо проявлять рассудительность.

Постепенно силы и способности возвращались ко мне, и через несколько недель меня выписали из больницы. В университете мне дали отпуск.

Я помню, как меня выписывали. Когда я стоял в коридоре, в первый раз за все это время полностью одетый и уже готовый к отъезду, в конце коридора появился Эрдеш. Он не ожидал увидеть меня на ногах и воскликнул: «Стэн, как же я рад видеть тебя живым! Я думал, что ты умираешь и мне придется писать некролог и самому издавать наши совместные работы». Мне было очень приятно видеть его радость от того, что я невредим, но я так же очень испугался при мысли о том, что мои друзья почти что похоронили меня.

Эрдеш был с чемоданом и собирался уехать после посещения Южной Калифорнии. У него не было запланировано никаких обязательных встреч, и он спросил нас: «Вы сейчас домой? Что ж, я могу поехать с вами». Тогда мы пригласили его пожить некоторое время у нас в Балбоа. Эта возможность пообщаться с ним привела меня в восторг. Только Франсуаза испытывала некоторые сомнения, опасаясь, что на первых порах выздоровления это меня слишком утомит.

Мой коллега, математик из Университета Ю. Калифорнии, отвез всех нас в Балбоа в дом фон Бретонов. Я был все еще очень слаб физически, а голова все еще не зажила. Пока у меня не отросли свои волосы, я носил тубетейку, чтобы защитить место надреза. Первые несколько дней я с трудом мог обойти квартал, но постепенно силы ко мне возвращались, и вскоре я каждый день проходил по пляжу около мили.

В машине, на пути из больницы домой, Эрдеш ударился вдруг в математическую беседу. Я сделал несколько замечаний и что-то ответил, когда он спросил меня о какой-то задаче. «Стэн, ты ничуть не изменился», — сказал он мне тогда. Это были слова ободрения, так как я все еще копался в себе, пытаюсь выяснить, что могло ускользнуть из моей памяти. Парадоксально, но человек может понять, что он забыл. Едва мы приехали, как Эрдеш предложил мне сыграть партию в шахматы. Я вновь испытал смешанные чувства: с одной стороны, хотелось попробовать, с другой, — я боялся, что забыл правила игры и ходов фигур. Я много играл в шахматы в Польше и имел больше практики, чем он, и мне удалось выиграть. Но пришедшее ко мне с победой приподнятое настроение тут же омрачила мысль о том, что Поль намеренно позволил мне выиграть. Он предложил сыграть еще раз. Я согласился, хоть уже и подустал, и выиграл опять. Теперь уже Эрдеш сказал: «Давай остановимся, я устал». По тому, как он сказал это, я понял, что он играл честно.

В последующие дни наши математические дискуссии случались все чаще и чаще, а прогулки по пляжу становились все длиннее и длиннее. Как-то он остановился, чтобы приласкать одного хорошенького малыша и сказал на своем особом языке: «Какой чудесный эпсилон!» Неподалеку сидела восхитительная молодая женщина, без сомнения, мама малыша, и я сказал: «Ты лучше посмотри на заглавного эпсилона!» Это заставило его покраснеть от смущения. В те дни ему очень нравилось употреблять такие выражения, как ВФ (Высший Фашист) для Бога, Джо (Сталин) для России, Сэм (дядюшка Сэм) для США. Темы эти иногда становились объектами его насмешек.

Со временем вернулась и моя уверенность в себе, но все же всякий раз, когда возникала новая ситуация, в которой я мог испытать возвращающиеся ко мне мыслительные способности, меня охватывали сомнения и переживания. Например, я получил письмо из Математического общества с просьбой написать для «Bulletin» некролог на смерть Банаха, который умер осенью 1945 года. У меня появился новый повод для раздумий. Мне показалось жутковатым писать о чьей-то кончине после того, как я сам едва избежал смерти. Я сделал это по памяти, без всякой литературы и послал свою статью, с опасением думая, не было ли то, что я написал, никчемным или даже нелепым. От редакторов я получил ответ, что статья появится в следующем номере. Но мое удовлетворение и облегчение вновь сменились сомнениями, поскольку я знал, что статьи печатаются самые разные, и о многих из них я сам вовсе не был высокого мнения. Я по-прежнему не был уверен в том, что мой мыслительный процесс остался таким, каким был раньше.

Обычно примитивные или «элементарные» мысли представляют собой реакции, или следствия, внешних раздражителей. Когда же начинаешь последовательно раздумывать о мыслях, то, я полагаю, мозг играет в некую игру — одни его части обеспечивают раздражители, другие отвечают за реакции и так далее. По сути это командная игра, но в нашем сознании она представлена как одномерная, чисто временная последовательность. Человек лишь на уровне сознания знает о том, что что-то происходит в его мозге, который действует как сумматор или тотализатор протекающего процесса и, возможно, состоит из множества одновременно действующих друг на друга частей. Очевидно, что только одномерную цепочку силлогизмов, которые и составляют процесс мышления, можно передать вербально или письменно. Пуанкаре (а позднее и Пойа) пытался анализировать мыслительный процесс. Когда я вспоминаю математическое доказательство, мне кажется, что я вспоминаю только ключевые его моменты, так сказать, признаки приятного или трудного. А простые вещи можно спокойно пропускать, поскольку так же спокойно их можно восстановить логически. С другой стороны, если мне хочется сделать что-то новое или оригинальное, то вопрос силлогических цепочек отпадает. Мальчиком я думал, что роль стихотворной рифмы заключается в том, чтобы (вследствие необходимости найти слово, которое сочеталось бы рифмой) подвинуть поэта на отыскание неявного. Это вызывает появление новых ассоциаций и почти что гарантирует отклонения от определенной цепочки хода мыслей. Как ни парадоксально, получается некий автоматический механизм оригинальности. Я уверен, что эта «привычка» к оригинальности присутствует и в математическом исследовании, и я могу назвать тех, кто ею обладает. Конечно, в настоящее время творческий процесс еще недостаточно понят и недостаточно описан. То, что люди считают вдохновением или озарением, на самом деле есть результат большой подсознательной работы и ассоциации, происходящей через каналы мозга, о которых мы вообще ничего не знаем.

Мне кажется, что хорошая память — во всяком случае для физиков и математиков — является существенной составляющей их таланта. И то, что мы называем талантом или гением, в значительной степени зависит от умения искусно пользоваться своей памятью, с тем чтобы найти аналогии — в прошлом, настоящем и будущем — которые, как говорил Банах, необходимы для развития новых теорий.

Итак, я продолжаю размышлять о природе памяти, о ее строении и организации. Хотя сегодня мы мало знаем о физиологической и анатомической основе памяти, вопрос о том, как человек пытается вспомнить то, что временно было им забыто, можно отчасти считать зацепкой. Существует несколько теорий, рассмат-

ривающих физические аспекты памяти. Некоторые неврологи или биологи говорят, что память, возможно, состоит из постоянно обновляющихся токов в мозгу, почти так же, как память в первых компьютерах была основана на звуковых волнах, возникающих в баке со ртутью. Другие утверждают, что память реализуется через химические превращения молекул РНК. Однако каков бы ни был механизм нашей памяти, важно понять, как же осуществляется сам доступ к ней.

Похоже, уже удалось установить экспериментально, что память является полной в том смысле, что в ней хранится все, о чем мы думаем и что переживаем. Что является частичным и зависит от каждого отдельного человека, так это только наш сознательный доступ к ней. Некоторые эксперименты показали, что если допустить до определенной зоны мозга, его «владелец» вспомнит и даже «почувствует» ситуацию из своего прошлого — например, присутствие на концерте и непосредственное восприятие слухом конкретной мелодии.

Каким же образом на протяжении нашей сознательной и даже несознательной жизни и мышления постепенно «строится» наша память? Я предполагаю, что все, что мы переживаем, классифицируется и заносится во множество параллельных каналов в разные места, в основном в форме визуальных впечатлений, которые являются результатом множества импульсов, воспринимаемых колбочками и палочками. Все эти образы передаются вместе со связными впечатлениями других органов чувств. Каждая такая группа хранится независимо, возможно, в огромном количестве мест под «заголовками», соответствующими различным категориям, так что в мозговом отделе зрительных впечатлений возникает картинка, а вместе с ней и информация о времени или источнике или слове или звуке — в виде ветвистого дерева, которое по всей вероятности, имеет еще и множество дополнительных связующих петель. В противном случае нельзя было бы сознательно пытаться вспомнить забытое имя и иногда действительно вспоминать его. Так, в вычислительной машине, как только теряется адрес положения в памяти какого-нибудь элемента, добраться до него уже никак нельзя. Тот факт, что нам удается вспомнить, пусть и случайно, означает, что хотя бы один из членов «поисковой команды» нашел место, в котором хранится элемент группы. Поэтому, как только мы вспоминаем имя, тут же на память приходит и фамилия.

Тогда я подумал о запахе. Как насчет него? Запах — это нечто, что мы чувствуем. Он не связан ни со звуком, ни с образом. Мы не знаем, как его вызвать. Он не оказывает никакого визуального воздействия. Противоречит ли это моим предположениям об одновременном хранении и связях? На ум приходит описанный Прустом известный эпизод о запахе и вкусе «madeleine» (маленького

пирожного). В литературе описано множество случаев, когда уже знакомый, ощущаемый ранее запах внезапно возвращает в памяти давно забытую жизненную ситуацию, в которой много лет назад этот запах впервые ассоциировался с неким местом или человеком. Так что, возможно, все как раз наоборот, и запах является еще одним подтверждением моих рассуждений.

Чувствовать аналогию или ассоциацию необходимо для того чтобы группы впечатлений правильно размещались на конечных точках в последовательности ветвей дерева. Этим, вероятно, и объясняется то, что память у людей разная. У некоторых большая часть этих аналогий прочувствована, хранится в памяти и имеет лучшую связность. Такие аналогии могут иметь очень абстрактную природу. Я могу себе представить, что конкретная картинка, скажем, визуальная последовательность точек и тире, может вызвать из памяти абстрактную мысль, которая связана с ней каким-то загадочным кодом. Может быть, и математический талант отчасти зависит от способности находить такие аналогии.

Говорят, что у семидесяти пяти процентов людей преобладает зрительная память, у двадцати пяти процентов — слуховая. Моя память явно визуального характера. Когда я размышляю над математическими идеями, абстрактные понятия представляются мне в виде символьных рисунков. Это визуальные комплексные картинки как, например, схематичный рисунок, изображающий множество точек на плоскости. Если я читаю фразу типа «бесконечность сфер или бесконечность множеств», я представляю себе рисунок с этими почти реальными объектами, которые становятся все меньше и меньше, исчезая за неким горизонтом.

Возможно, что информация кодируется человеческой мыслью не в виде слов, силлогизмов или знаков, так как большинство людей мыслит не вербально, а скорее графически. Существует способ «записи» абстрактных идей сродни стенографическому, который очень отличается от привычных способов общения посредством произносимого или написанного слова. Его можно назвать «визуальным алгоритмом».

Сам логический процесс, который происходит в мозге, может быть в большей степени похожим на последовательность операций с символьными рисунками, вроде абстрактного аналога ки тайского алфавита или способа описания событий, которым пользовались майя, — с той разницей, что его элементы — не столько слова, сколько своеобразные предложения или целые истории с взаимными связями, образующими некую мета- или суперлогику со своими собственными правилами.

Я считаю, что интереснее других о связях между проблемой времени как проблемой в изучении феномена памяти и физическим или даже математическим ее смыслом, как в классическом

так и в релятивистском отношении, написали не физики, не неврологи и не профессиональные психологи, а Владимир Набоков в своей книге «Ада». И даже сам Эйнштейн, великий гений, в своих высказываниях, которые можно найти в его биографиях, стремился понять, что значит жить во времени, когда все мы ощущаем только настоящее. Ведь в реальности мы состоим из постоянных, неизменных мировых линий в четырехмерном пространстве.

С такими мыслями и тревогами о процессе мышления я набирался физических сил во время своего выздоровления. Самым утешительным образом на меня подействовало приглашение присутствовать на секретной конференции в Лос-Аламосе. Я считал это верным знаком уверенности в моем полном умственном выздоровлении. Ни по телефону, ни письменно мне не могли сообщить о теме конференции. Секретность в то время была самая строжайшая, но я верно угадал, что конференция будет посвящена проблемам, связанным с термоядерной бомбой.

Конференция продолжалась несколько дней. Я встретился на ней с многими друзьями. Некоторые, как Френкель, Метрополис, Теллер и я, были непосредственными участниками; другие, как фон Нейман, были консультантами. Ферми не было. Дискуссии были оживленными и познавательными. Для начала Френкель представил расчеты, связанные с работой, которую Теллер начал еще во время войны. Расчеты эти не были подробными и законченными и требовали работы на компьютерах (не на MANIAC, а на других вычислительных машинах, которые работали на испытательном полигоне в Абердине). Это были первые задачи, для решения которых была привлечена вычислительная техника.

Были отмечены и утверждены некоторые перспективные детали плана, однако оставались важнейшие вопросы о начале процесса и последующем успешном его продолжении.

(Все это оказалось очень важным во время случившегося позже судебного разбирательства между кампанией «Ханиуэлл» и Сперри Раной по поводу действительности патентов на компьютеры. Претензия состояла в том, что компьютеры уже считались государственной собственностью, поскольку их использовало правительство Соединенных Штатов, и, следовательно, заявленные на них патентные права были недействительны. Я был одним из многих, дававших по этому делу свидетельские показания в 1971 году.)

Я принимал участие во всех собраниях в Лос-Аламосе. Они продолжались часами, могли длиться целое утро и целый день, и я с удовлетворением отмечал, что не испытывал чрезмерной усталости.

Помню, как я рассказал Джонни о своей болезни. «Меня считали обреченным», — сказал я, — «я сам думал, что уже умер, оставив после себя одно нульмерное множество». Эта чисто ма-

тематическая шутка его позабавила, он засмеялся и переспросил: «Какое, говоришь, множество?»

Эдвард Теллер и Джонни часто проводили вместе время, и я присоединялся к ним, участвуя в их частных беседах.

Однажды они обсуждали возможность влияния на погоду. Они имели ввиду глобальные изменения, я же строил предположения о воздействиях более локального характера. Например, я спросил Джонни, возможно ли отводить ураганы, ослаблять их и рассеивать с помощью ядерных взрывов. Я тогда думал не о точечном источнике, который является симметричным, а о серии взрывов, произведенных на одной линии. Я думал, что вся сила и огромная энергия урагана сосредоточена на вершине воздушной массы (шторма), которая сама движется медленно и спокойно. Меня интересовало, нельзя ли, пусть даже в незначительной мере, изменить курс урагана во времени, воздействуя на траекторию этой медленно движущейся общей массы и таким образом заставляя его обходить населенные пункты. Конечно же, по поводу этой версии существует много вопросов и возражений. Одним из необходимых условий было бы проведение дополнительных расчетов направления движения воздушных масс, расчетов, которых нет даже сейчас. Многие годы мы с Джонни при случае обсуждали этот вопрос с экспертами по гидродинамике и метеорологии.

Конференция закончилась, и я вернулся в Лос-Анджелес. Когда я сошел с самолета, ко мне подошли два агента ФБР и, показав свои удостоверения, попросили разрешения осмотреть мой багаж. Как выяснилось, пропал секретный отчет Метрополиса и Френкеля, и они хотели проверить, не увез ли я его по ошибке. Мы все посмотрели, но у меня его не оказалось. Позже я узнал, что контакт был установлен со всеми, кто побывал на той конференции. Начальство выражало сильную озабоченность, так как все это могло принять весьма серьезный оборот. Многим позже пропавший документ всплыл среди прочих бумаг Теллера в его сейфе в Лос-Аламосе.

Быстро подходило время, когда я мог вернуться к преподаванию, однако у меня сложилось твердое отрицательное отношение к Лос-Анджелесу. Проезжая мимо тех самых улиц, по которым меня везли в машине скорой помощи, я вспоминал о своей недавней болезни. Она наложила свой отпечаток и на мое отношение к университету, и я не испытывал никакого удовлетворения. При моей нетерпеливости я не мог не видеть, что он не слишком спешил превратиться из славной средней школы в действительно высшее учебное заведение. У меня были разногласия с деканом в вопросах об установлении академического уровня и увеличении персонала. Он, как мне рассказывали, говорил, что всякий раз, когда он видел меня даже на расстоянии, у него едва не случался сердечный при-

ступ, — так он боялся, что я иду к нему с новыми предложениями о расширении штата.

Лучшим местом в университете была библиотека Хэнкока. Она размещалась во внушительного вида здании и имела кое-какие хорошие книги — хотя само здание все же было лучше хранящихся в нем книг. Кроме того, в ведение университета перешла старая муниципальная библиотека из Бостона, но когда я узнал, какой литературой она располагала, то сравнил ее с бесценным собранием каталогов «Sears Roebuck» столетней давности. Это едкое замечание, скорее всего, не добавило мне популярности.

Несмотря на то, что у меня были друзья и новые знакомые среди математиков, физиков и химиков, во мне росло чувство разочарования, и я хотел уехать. Лос-Анджелес оказался неудачным опытом.

Именно тогда я получил телеграмму из Лос-Аламоса, приглашающую меня вернуться и занять более высокую должность с более высокой зарплатой. Она была подписана Бобом Рихтмайером и Ником Метрополисом. Рихтмайер стал руководителем теоретического отдела.

Это предложение вернуться в Лос-Аламос, работать среди физиков и снова жить в живительном климате Нью-Мексико стало для меня огромным облегчением. Я тут же ответил, что «в принципе» я заинтересован. Когда телеграмма пришла в лабораторию, в ней было написано, что я заинтересован в начальстве¹.

¹Здесь игра слов: «In principle» — «в принципе», «In principal» — «в начальстве». Однако оба выражения звучат по-английски совершенно одинаково, так что на слух их отличить невозможно. — *Прим. ред.*

Назад в Лос-Аламос

1946–1949

Лос-Аламос переживал не лучшие времена. Тем не менее, по возвращении я обнаружил, что многие решили остаться здесь, и что в правительстве хотели, чтобы лаборатория продолжала свою работу и добилась процветания. Задачей ее было дальнейшее исследование и разработка атомных бомб.

Естественно, что после войны возник вопрос о возможности новых войн и об оружии будущего. Я выступал за продолжение твердой политики наращивания вооружений во избежание риска оказаться позади других наций. Джонни и другие подозревали о способности России получить или создать ядерную бомбу и о ее намерениях в отношении западной Европы. В те дни он был настроен «по-ястребиному» (хотя слова «ястребы» и «голуби» были еще не в ходу¹). Он мыслил древними историческими примерами борьбы держав и коалиций и выступал за сильную Америку даже активнее, чем некоторые наши друзья-физики. Он также довольно рано предугадал, что важные военные проблемы, касающиеся бомбы как таковой, ее размеров и формы, уступят место проблемам, связанным с их доставкой, то есть, можно сказать, с ракетной техникой.

Моя собственная позиция была промежуточной между его позицией и позицией физиков, которые надеялись интернационализировать ядерное оружие. На мой взгляд было наивным ожидать, что волки вдруг подружатся с овечками, и я считал, что подписание важных международных соглашений затянется на годы. Не стоило надеяться на быструю перемену занимаемых позиций, да и самой человеческой натуры. Я не слишком доверял и предложенной тогда идее Атлантического Союза, полагая что ее пропаганда была излишне откровенной. Гегемония, кроющаяся за неубедительной

¹ «Ястреб» — сторонник жесткого политического курса, «Голубь» — сторонник мирной политики. — *Прим. ред.*

маской общей организации, породила бы лишь страхи и еще одну истеричную реакцию другой стороны. Но я тогда еще не осознал огромного значения ядерного вооружения и того влияния, что оно окажет на ход событий в мире. Одна бомба, рассуждал я, это все равно, что налет тысячи самолетов. Я еще не понимал, что мощность каждой такой бомбы можно было увеличить, и что можно было изготовить тысячи таких бомб. Осознание этого пришло уже позже. Я не испытывал ни малейших колебаний по поводу возвращения в лабораторию с тем, чтобы продолжить участвовать в исследованиях, связанных с разработкой атомных бомб. Я сказал бы, что занимал тогда среднюю позицию между наивнейшим идеализмом и крайним ура-патриотизмом. Движимый своими инстинктами (а, возможно, отсутствием таковых), я больше всего был заинтересован в научных аспектах работы. Проблемы ядерной физики были очень интересными и приводили к возникновению новых областей физики и астрофизики. Быть может, я чувствовал и то, что за научными открытиями неизбежно последует их технологическое развитие. И, наконец, я верил в конечное торжество здравого смысла человечества. Принятый в конце концов акт об атомной энергии был гораздо более приемлемым в сравнении с начальными предложениями, согласно которым работа по изучению атомной энергии оставалась под исключительным контролем военных. Франсуаза выражала большие сомнения насчет нравственной стороны дела, скорее всего, из эмоциональных, инстинктивных побуждений. Вообще, я всегда считал необдуманным со стороны ученых пренебрегать проблемами технологии. Это могло толкнуть ее в руки опасных фанатиков-реакционеров. С другой стороны, идея одного лишь увеличения количества бомб до бесконечности не имела никакого смысла, поскольку даже малой доли из всего арсенала хватило бы, чтобы уничтожить все населенные пункты земного шара, даже если принять, что большинство снарядов не достигнет своей цели. Я также сомневался, что русские доберутся до Западной Европы. Это была одна из дутых причин супервооружения. На мой взгляд, русские сами не находили в этом возможного преимущества; видя, что даже в Польше они с трудом поддерживают свой режим, я не усматривал никакой выгоды для них в том, чтобы сделать Западную Германию коммунистической. Как раз наоборот, если бы Германия воссоединилась при коммунизме, она представила бы для России огромную угрозу. Объединенная коммунистическая Германия непременно постаралась бы занять место «босса» в коммунистическом мире.

Когда мы вернулись в Лос-Аламос, нам предоставили другую квартиру, в доме, построенном в военные годы, однако прожили мы там лишь несколько месяцев. Джек Калкин, все еще работавший в лаборатории, жил через улицу от нас. Рядом были и Хокин-

сы, которые, впрочем, собирались в скором времени уехать. Наше возвращение к более естественному, скорее даже к спартанскому образу жизни, стало освежающей переменной после не очень естественной обстановки в Лос-Анджелесе.

Как оказалось, я еще не вполне восстановил свои силы после тяжелой болезни. Первые несколько недель после возвращения я страшно уставал уже после двух–трех часов работы в кабинете. К счастью, со временем эта усталость прошла, и я опять смог чувствовать себя нормально. Помимо всего прочего, эта болезнь стала для меня настоящей финансовой катастрофой. Несмотря на мой медицинский страховой полис, я задолжал сумму примерно в пять тысяч долларов. Когда стало ясно, что я могу умереть или навсегда остаться инвалидом или ущербным человеком, некоторые наши друзья из Лос-Аламоса и даже просто знакомые нам люди одолжили Франсуазе денег. Это глубоко нас растрогало. Я вернул им деньги сразу, как только смог.

Тем временем Адам, мой брат, который с блеском заканчивал учебу в Гарварде, приехал в Лос-Аламос повидать нас. Испытав на себе довоенный кризис занятости, я с пессимизмом думал о его шансах устроиться на работу. Когда я спросил, какие у него планы, он ответил: «Получу должность преподавателя». Я в этом сомневался. Очевидно, по выражению моего лица он догадался о моем скептицизме, поскольку его взгляд говорил мне о том, что он считает меня старым, пессимистично настроенным ископаемым. Но правда была его, так как он сразу же получил должность преподавателя в Гарварде, и с той поры уже не покидал университет. Адам стал выдающимся профессором по искусству управления, а сейчас он возглавляет центр русскоязычного обучения. Кроме того, он популярный автор множества книг по истории коммунизма, среди которых самыми известными являются биографии Ленина и Сталина.

В начале 1948 года у нас появилась возможность занять освободившееся крыло в доме, стоявшем в «ванном ряду». Там мы жили, пока не уехали из Лос-Аламоса двадцать лет спустя. «Ванный ряд» представлял собой группу из пяти–шести домов, которые стояли еще со времен Лос-Аламосской сельской школы. Это были единственные дома с ваннами — во всех других был только душ. Во время войны эти привилегированные квартиры предназначались для директора и других высоких должностных лиц. Что касается Ферми, Бете, Вайскопфа и других именитых ученых, то они жили в скромных постройках, сооруженных в войну для временного проживания.

Наш дом располагался прямо напротив отреставрированного дома, служившего городским отелем для VIP-персон¹ и лиц, при-

¹Very Important Person — очень важная персона (англ.) — *Прим. ред.*

езжающих с официальными визитами. Мы были в большом выигрыше от такой близости. Все наши друзья и знакомые, приезжая в Лос-Аламос, находились лишь в нескольких шагах от нас. Им ничего не стоило заглянуть к нам: пропустить рюмочку, перекусить или провести часок на нашей террасе. Франсуаза звала наш дом гостиничной пристройкой. Во время своих частых приездов в Лос-Аламос Джонни и Клари особенно любили останавливаться в маленьком домике, примыкающем к нашему двору. Непринужденная обстановка всех этих встреч вносила в нашу жизнь в Лос-Аламосе великое множество приятных моментов. Научным, политическим и личным беседам не было конца. О них можно было написать целую книгу.

Вместо Бете руководителем теоретического отдела был теперь Боб Рихтмайер. Он сменил Плачека, который занимал эту должность в течение нескольких месяцев после окончания войны. Я познакомился с Рихтмайером еще в военное время, когда он периодически навещался в Лос-Аламос из Вашингтона, где у него была работа в патентном бюро. Высокий, худощавый, энергичный и очень дружелюбный, он демонстрировал необыкновенно широкий ум. Его интересовали многие области математики и математической физики. Позже мы узнали о его живом интересе к музыке, выдающихся лингвистических способностях и других особых его дарованиях. Он, например, искусно владел мастерством криптографии. Однако он был настолько сдержанным человеком, что мне не удалось узнать его поближе, хотя мы были, и до сих пор находимся, в самых дружеских отношениях.

Норрис Брэдбери сменил Оппенгеймера на должности директора лаборатории. Во время войны я лишь мельком видел его. Он был приятным, открытым и деловым молодым человеком, полным готовности принять на себя ответственность за продолжение чрезвычайно важной работы, но понимавшим при этом, что стать достойным преемником Роберта Оппенгеймера, который в то время был на пути к становлению человеком-легендой, было отнюдь нелегко.

Спасение проекта от «медленной смерти» и превращение его почти что в «баллистическую» лабораторию — всецело заслуга Норриса. Лабораторию тогда могли с легкостью превратить в узкоспециализированный оружейный арсенал, вроде тех, что остались в Калифорнийской пустыне. Медленно, но верно под его руководством начал повышаться интеллектуальный и технологический уровень лаборатории. Она приобрела прочное, солидное положение учреждения, в котором работают замечательные ученые, и постоянно расширяется круг интересных научных проблем и фантастических перспектив создания технологии атомного века. (Сей-

час, под руководством Харольда Эгню, все это проявляется еще ярче.)

Норрис не торопился возвращать ученых, которые ушли из лаборатории. Он считал, что они сами должны осознать, насколько важным для страны и всего мира было их возвращение. Потому он не любил, хоть ему и хотелось, просить приехать людей вроде Ферми, Бете или Теллера. Фактически, обязанность писать такие приглашения была возложена на меня, а также Карсона Марка и Рихтмайера. Так я в какой-то мере поспособствовал возвращению Теллера в Лос-Аламос.

Лаборатория опять начала расширяться. Осознание государственного значения использования ядерной энергии в мирных целях и ядерного оружия в целях обороны вновь поставило ее на самое видное и важное место в делах государства. Высокие правительственные чиновники вновь стали частыми гостями в Лос-Аламосе. Одним из них был мой друг Джим Фиск, бывший младший член Ученого общества Гарварда, который также занимался работой, связанной с атомной энергией и занимал высокое положение в лаборатории телефонной компании Белла.

Когда приезжали фон Нейманы, мы устраивали поездки в Санта-Фе и его окрестности, частенько обедая в маленьких местных латиноамериканских ресторанах.

Каждый раз, когда на пути к Санта-Фе мы проезжали мимо местечка Тотави (от которого, фактически, осталось одно лишь название), я стремительно переходил на латынь и начинал перечислять: «Тото, тотаре, тотави, тотатит», а он обыкновенно добавлял какую-нибудь форму из будущего времени. Это была одна из наших несерьезных словесных игр. Другой ребяческой забавой было читать наоборот дорожные знаки. В Мехико Джонни всегда читал «rots» вместо «stop» или «otla» вместо «alto» в Мексике.

Еще одной игрой, в которую любили играть в дороге Джонни и Клари, была игра «Блэк Меза». Блэк Меза — индейский межевой знак в долине Рио Гранде, который при спуске с Лос-Анджелесской возвышенности то появляется, то исчезает из вида. Тот, кто замечал его первым, привлекал внимание другого восклицанием: «Блэк Меза!» и зарабатывал очко. Игра эта продолжалась во время каждой поездки, и счет очкам велся так же, как в теннисных играх и сетах. Казалось, они никогда не забывали, каков текущий счет. Джонни всегда нравились эти небольшие словесные отвлечения от серьезного сосредоточенного размышления.

В первые послевоенные годы КАЭ (Комиссия по атомной энергии), еще не успев завершить строительство новых и более комфортабельных жилых домов, начала строить постоянное здание под свои кабинеты и кабинеты для представителей служб безопасности. Джонни заметил, что во все времена это было целиком

и полностью в духе традиций всех правительственных администраций, и решил назвать здание «El Palacio de Securita». Это была весьма «горючая» смесь испанского, итальянского и латыни. Я, не отставая от него, тут же придумал название новой церкви: «San Giovanni delle Bombe».

Примерно в то же время мы придумали «nebech-индекс». От Джонни я услышал один классический анекдот о маленьком мальчике, который вернулся домой и сообщил своему отцу, что провалился на выпускных экзаменах. Дело было в Будапеште во времена, предшествующие Первой мировой войне. Отец спросил его: «Почему? Что случилось?» Мальчик ответил: «Нам нужно было написать эссе. Учитель дал тему: настоящее, прошлое и будущее Австро-Венгерской империи». «Ну и что ты написал?» — спросил отец. Мальчик ответил: «Я написал: «Nebech, nebech, nebech»». «Все правильно, — сказал ему отец, — почему же тебе поставили двойку?» «Я написал «nebech» с двумя b», — последовал ответ.

Тогда у меня родилась идея ввести nebech-индекс предложения, обозначающий сколько раз слово «nebech» можно было бы ввести в данное предложение так, чтобы оно не нарушило его стройности, и в то же время придало значению предложения разные оттенки в зависимости от того, к какому слову оно относится. Например, можно утверждать, что самым совершенным предложением с nebech-индексом, равным трем, является утверждение Декарта: «Cogito, ergo sum»¹. Можно сказать: «Cogito nebech, ergo sum». Или: «Cogito, ergo nebech sum». Или: «Cogito, ergo sum nebech». К сожалению, этот оригинальный пример пришел мне в голову уже после смерти Джонни. Очень часто мы использовали этот индекс во время математических дискуссий, собраний по физике и разговоров о политике. Обычно мы легонько подталкивали друг друга и произносили шепотом: «Nebech-два» для какого-нибудь утверждения, получая от этого большое удовольствие.

Теперь, если читатель уже достаточно заинтригован, я поясню, что «nebech» — это непере译имое с идиш выражение, сочетание соболезнования, драмы, презрения и насмешки.

Чтобы почувствовать аромат этого слова, попытайтесь представить рассказ о Вильгельме Телле, поставленный в еврейской школе на идиш. В той сцене, где Вильгельм Телль поджидает в засаде Гесслера, которого он хочет застрелить, актер говорит на идиш: «По этой улице должен пройти Nebech». Очевидно, что Гесслер это и есть Nebech, поскольку он станет жертвой Вильгельма Телля. Но если бы слово «nebech» стояло перед словом «улица», ударение падало бы на него, указывая на то, что это была плохая

¹Мыслию, следовательно, существую. (лат.) — *Прим. ред.*

улица. Чтобы должным образом оценить это, необходим не один год подобной практики.

Спустя несколько месяцев после моего возвращения в Лос-Аламос я пригласил Эверетта, моего старого друга и соратника из Мэдисона, присоединиться ко мне в работе в лаборатории. Он пробыв в Мэдисоне всю войну; из нашей переписки я знал, что он начал уставать от преподавания, и потому я предложил ему приехать и возобновить наше сотрудничество. Эверетт был первым и единственным, кто приехал в Лос-Аламос для официального собеседования на автобусе. Руководители проекта всегда оплачивали купе поезда или стоимость авиабилета, и его скромность вызвала настоящую сенсацию. Вскоре после прохождения собеседования, он вместе с женой и сыном переехал в Лос-Аламос, где продолжилось наше сотрудничество в области теории вероятностей и других разделах математики, а затем началась наша совместная работа над водородной бомбой.

Эверетт уже в Мэдисоне был довольно застенчивым и скромным человеком, однако со временем он все больше и больше становился отшельником. Хотя он всегда охотно общался с людьми, в Лос-Аламосе его по первости приходилось уговаривать прийти к нам домой, на что он соглашался только в том случае, если ему было дано торжественное обещание того, что в то же самое время там больше никого не будет. Позже он и вовсе перестал к нам приходить, и теперь единственное место, где его можно увидеть — это его маленький кабинет, в котором нет даже окна, отдельная кабинка замечательной библиотеки лаборатории.

Одним из установившихся в лаборатории правил была подготовка ежемесячного отчета о проделанной работе. Каждый работник должен был в краткой форме сообщить о своей работе и исследовательской деятельности. Как я уже говорил, Эверетт обладал отличным чувством юмора, и в один из месяцев, когда мы были сильно заняты своей работой, он предоставил отчет, в котором были только следующие слова: «Огромная работа была проделана по теме из отчета о проделанной работе за прошлый месяц».

Два семинарских доклада, с которыми я выступил вскоре после своего возвращения, оказались не лишены хороших, лучше даже сказать удачных идей, которые впоследствии получили успешное развитие. Первый был по теме, которая позже получила название метода Монте-Карло, второй — о нескольких новых возможных методах гидродинамических расчетов. Оба эти доклада послужили основой для очень важной работы в области теории вероятностей и механики сплошных сред.

Гидродинамические расчеты использовались в таких задачах, где не приходилось рассчитывать на какую-то точную формулу или четкое решение в традициях классического анализа. Их можно

было бы охарактеризовать как расчеты «грубой силы», оперирующие фиктивными «частицами», которые в действительности были не элементами жидкости, а абстрактными точками. Вместо того чтобы рассматривать конкретные материальные точки жидкости, для общего описания жидкости было целесообразно использовать коэффициенты бесконечных рядов, описывающих движение среды в виде абстрактных точек. Само движение описывается в целом несколькими бесконечными рядами, в которых каждый последующий член менее существенен, чем предыдущий. Рассмотрев только несколько самых первых членов, уже можно было заменить дифференциальные уравнения в частных производных с несколькими переменными (или интегральные уравнения с несколькими переменными) на обыкновенные или какие-либо другие совершенно отличные уравнения для конечного числа абстрактных «частиц». Через несколько лет Фрэнсис Харлоу углубил, развил и расширил возможности применения этого подхода к расчету движений жидкостей или сжимаемых газов благодаря своей работе в Лос-Аламосе. Сейчас такие расчеты широко используются. Возможности этих методов еще не исчерпали себя; они могли бы сыграть немаловажную роль при расчетах движения воздуха, прогнозах погоды, в проблемах астрофизики, физики плазмы и других областей.

Второе сообщение касалось вероятностных расчетов для класса физических проблем. Идея, названная впоследствии методом Монте-Карло, возникла у меня, когда во время своей болезни я играл в пасьянс. Как я заметил, получить представление о вероятности успешного исхода в пасьянс (к примеру, в игре «Канфилд» или какой-нибудь другой игре, в которой мастерство игрока не играет роли) можно гораздо более практичным способом, если, раскладывая карты или экспериментируя с процессом, отмечать долю успешных результатов, а не пытаться просчитывать все комбинаторные варианты, число которых возрастает экспоненциально и которых бывает такое несметное множество, что оценить их всех просто не представляется возможным за исключением самых простых случаев. Последнее вызывает неприятное удивление, в каком-то смысле даже унижает умственные способности человека, заставляя почувствовать, насколько узки границы рационального и традиционного мышления. Как бы то ни было, в достаточно сложных задачах фактическая выборка оказывается эффективнее, чем рассмотрение всех цепочек возможностей.

Я подумал, что все это может быть одинаково справедливо для всех процессов с ветвящейся схемой событий, в том числе в получении и последующем размножении нейтронов в некоторых материалах, содержащих уран или какие-либо другие расщепляемые элементы. На каждой стадии процесса существует множе-

ство возможностей, определяющих судьбу нейтрона. Он может расщепиться под каким-нибудь углом, изменить свою скорость, поглотиться, породить другие нейтроны, вызвав деление намеченных ядер, и так далее. Сами по себе элементарные вероятности каждой из таких возможностей известны, отчасти благодаря знанию поперечных сечений. Проблема состоит в том, что необходимо знать, какая последовательность, какая ветвь из сотен тысяч или сотен миллионов будет в действительности иметь место. Можно написать дифференциальные уравнения или интегрально-дифференциальные уравнения для «ожидаемых величин», однако решить их или получить хотя бы приближенные представления о свойствах решения — совершенно иное дело.

Идея заключалась в том, чтобы испытать тысячи таких возможностей и на каждом этапе выбрать с помощью «случайного числа» с приемлемой вероятностью судьбу, или своего рода исход, и проследить, так сказать, ее линию вместо того, чтобы рассматривать абсолютно все ветви. Рассмотрев возможные «судьбы» для всего лишь нескольких тысяч возможных исходов, можно получить хорошую выборку и, следовательно, приближенное решение задачи. Все, что для этого необходимо — располагать средствами для получения таких выборочных испытаний. Кое-где здесь требовались машинные расчеты, и, так случилось, что как раз тогда в нашу жизнь начали входить вычислительные машины.

Вычислительные машины появились благодаря интеграции научного и технологического развития. С одной стороны, велась работа в области математической логики, в основах математики, подробное изучение формальных систем, в котором фон Нейман сыграл такую важную роль; с другой стороны, стремительно совершались открытия в электронике, что позволило создать электронные вычислительные машины. Они, в свою очередь, обеспечили такое количественное увеличение скорости выполнения операций по сравнению с машинами на механических реле, что оно повлекло за собой и качественные перемены, значительно усовершенствовав и расширив использование этих инструментов. Сегодня результаты известны каждому: вычислительные машины обусловили зарождение новой эпохи эвристического исследования новой связи, сделали возможным космический век.

Число их применений в точных и естественных науках, а также в нашей повседневной жизни настолько велико, что можно говорить о начале «эры компьютеров и автоматов».

Но в то время компьютеры были еще только *in statu nascendi*¹. В шутку я предложил нанять для проведения расчетов по методу Монте-Карло несколько сотен китайцев из Тайваня, посадить

¹В состоянии зарождения (лат.) — *Прим. ред.*

их на корабль, вооружить каждого счетами или даже просто ручкой и бумагой и, дав им задание, предполагающее некий реальный физический процесс, бросание костей, к примеру, заставить тем самым получать случайные числа. Затем кто-нибудь собрал бы результаты и обобщил эти статистические данные в виде конкретных ответов.

Фон Нейману принадлежала ведущая роль в зарождении ЭВМ. Благодаря уникальному сочетанию своих талантов, интересов и особенностей характера, он прекрасно подходил для этой роли. Я думаю в этой связи о его способности и склонности доводить до конца каждую скучную деталь при программировании, учитывать любую мелочь, связанную с представлением очень больших задач в «удобоваримой» для компьютеров форме. Именно понимание и знание деталей систем математической логики и теоретической структуры формальных систем позволило ему придумать гибкое программирование. Это было великим его достижением. Благодаря составлению соответствующих блок-схем и программ, стало возможным рассчитывать на одной машине огромное разнообразие задач, ничего не меняя при этом в соединениях. До его изобретения каждый раз, когда задача менялась, приходилось выдергивать провода и заново соединять платы.

В конкретную форму со всеми сопутствующими зачатками теории метод Монте-Карло был приведен после того, как я обсудил возможности таких вероятностных схем с Джонни во время одной из наших бесед в 1946 году. Это была особенно длинная дискуссия в служебной машине, на которой мы ехали из Лос-Аламоса в Лэми. Мы проговорили всю нашу поездку, и я до сих пор помню, что именно я говорил на каждом повороте дороги и у каждой скалы, мимо которой мы проезжали. (Я упомянул об этом как о возможном примере работы «многоотсекового» хранилища памяти в мозгу, так же, как в случае, когда мы часто запоминаем место на странице, где находятся конкретные уже прочитанные нами абзацы — на правой или левой странице, вверху или внизу и т. п.) После этого разговора мы вместе разработали математические основы этого метода. На мой взгляд само название — Монте-Карло — весьма способствовало популяризации этой процедуры. А названа она была так из-за присутствия в ней своеобразного элемента везения — получения случайных чисел, с которыми играют в соответствующие игры.

Джонни сразу же понял, каким огромным может быть масштаб применения этого метода, хотя в первый час нашей дискуссии и высказывал определенный скептицизм. Однако, когда я начал приводить все более убедительные доводы, упомянув о статистических данных, говорящих о том, как часто возникает потребность в расчетах для получения приблизительных результатов

с той или иной вероятностью, он согласился со мной и, призвав свою изобретательность, принялся отыскивать оригинальные технические приемы, которые позволили бы сделать эти методы более простыми и эффективными.

Фактом является то, что «Монте-Карло» никогда не дает точного ответа; правильнее сказать, что он позволяет сделать выводы о том, каков ответ, каковы его погрешность и вероятность (то есть на какую малую величину вероятность отличается от единицы). Иначе говоря, он производит оценку значениям чисел, искомым в данной задаче.

С «пропагандистскими» докладами по этому методу я выступал много и по всем Соединенным Штатам. Очень скоро появился интерес к этой теории и предложения по ее усовершенствованию. Вот простой пример этой процедуры, которым я частенько ее иллюстрировал: возьмем расчет объема области, определяемой рядом уравнений или неравенств в пространствах с большим количеством измерений. Вместо использования классического метода приближения чего бы то ни было с помощью сетки, состоящей из точек или «ячеек», которые заключали бы в себе миллиарды отдельных элементов, здесь можно просто выбрать наугад несколько тысяч точек и, произведя выборку, получить представление об искомой величине объема.

Самые первые вопросы были связаны с получением случайных или псевдослучайных чисел. Быстро были придуманы приемы, позволившие получать их с помощью самого компьютера независимо от какого бы то ни было внешнего «физического» механизма. (Прекрасно подошли бы и излучение от радиоактивного источника или космическое излучение, не будь эти процессы слишком медленными.) Отдельно от создания точной, или «правдивой», имитации физического процесса на ЭВМ началась разработка целого подхода к изучению математических уравнений, которые, казалось бы, на первый взгляд не имеют никакого отношения к вероятностным процессам, диффузии частиц или лавинообразным процессам. Вопрос состоял в том, как привести такие операторные или дифференциальные уравнения к виду, допускающему возможность вероятностного толкования. Это одно из главных применений метода Монте-Карло, и возможности его еще не исчерпаны. Я перефразировал бы одно из утверждений Лапласа. Он утверждает, что теория вероятностей — это ни что иное, как приложение математического анализа к здравому смыслу. Тогда метод Монте-Карло — это приложение здравого смысла к математическим формулировкам физических законов и процессов.

В гораздо более общем смысле компьютерам было суждено изменить само лицо технологии. Мы без конца обсуждали множество возможностей. Но даже фон Нейман не мог предвидеть

их коренного экономического или технологического воздействия. В 1957 году, когда он умер, эти аспекты все еще находились в зародышевом состоянии, если говорить о возможностях их применения в промышленности. А в 1946 году мы вряд ли могли даже догадываться о том, что к 1970 году ежегодный оборот компьютерного рынка будет составлять пятьдесят миллиардов долларов.

Почти сразу после войны Джонни и я начали обсуждать возможности использования компьютеров в эвристических методах для постижения святой святых вопросов чистой математики. С помощью примеров и наблюдения свойств специальных математических объектов можно было рассчитывать на отыскание ключей к пониманию поведения общих утверждений, которые были проверены на примерах. Помню, в 1946 году я предложил вычислить огромное количество первообразных корней из целых чисел, с тем чтобы, изучив распределение и получив достаточно статистических сведений об их появлении и комбинаторном поведении, можно было представить себе, как сформулировать и доказать какие-нибудь возможные общие закономерности. Не думаю, правда, что до сегодняшнего дня эта специальная программа получила какое-нибудь развитие. (В математической исследовательской работе с компьютерами я особенно тесно сотрудничал с Майроном Стейном и Робертом Шрандтом. В последующие годы во многих своих напечатанных работах я предложил — и в некоторых случаях решил — множество задач из чистой математики с применением подобного экспериментирования или даже просто «наблюдения». Возможны и очень часто применимы в «чистейших» областях математики Gedanken-эксперименты, иначе говоря, мыслительные эксперименты Эйнштейна. Одна из моих работ с обзором области исследования «нелинейных задач» была написана совместно с Полем Стейном. К настоящему моменту по этой области можно привести целый список литературы.

Весьма своевременно, всего через несколько месяцев после появления в Лос-Аламосе компьютера под названием MANIAC, я и ряд моих коллег (Поль Стейн, Марк Уэллс, Джемс Кистер и Уильям Уолден попытались запрограммировать компьютер на игру в шахматы. Написать для него программу, позволяющую играть строго по правилам, было не таким уж сложным делом. Настоящая проблема существующая и сегодня, состоит в том, как заложить в его память опыт предыдущих игр и способность к общему узнаванию качества примеров и позиций в игре. Тем не менее его можно заставить играть так, что он сможет обыграть даже искушенного любителя. Мы увидели, что различия между плохой игрой и хорошей игрой человека здесь гораздо более значимы по сравнению с обучением компьютера совершать правильные ходы, реагировать на очевидные угрозы и т. п. Такая игра проводилась на доске

с клетками 6×6 без слонов (чтобы уменьшить время между ходами). Мы написали статью, которая появилась в «U. S. Chess Review» и вскоре была перепечатана каким-то русским шахматным журналом. Стейн — физик, «обращенный» в математическую веру — стал одним из самых близких моих соратников.

Забавно, но схемы расположения фигур в игре в шахматы напоминают мне восточные ковры и также кое-что еще, чего не понять любителю, — очень сложные неизмеримые множества. Думаю, что сам я недурной игрок в шахматы. Когда я в первый раз приехал в эту страну, то играл в шахматы с математиками ради развлечения. Я много играл и в Лос-Аламосе, где мои друзья и младшие товарищи организовали в послевоенные годы шахматный клуб. Наша Лос-Аламосская шахматная команда, в которой я играл под первым номером, не раз побеждала команды из Санта-Фе и даже Альбукерки — городов, население которых превышает население Лос-Аламоса в 3 и 15 раз соответственно.

В 1949 году, уже после возвращения Теллера, в Лос-Аламос с продолжительным визитом приехал Георгий Гамов, с которым еще до войны я изредка встречался в Принстоне. Он взял годичный отпуск в университете Джорджа Вашингтона в Вашингтоне. Внешне это был весьма внушительной наружности мужчина, высокий — шести футов и трех дюймов, худощавый в 1937 году (и уже довольно тучный к 1949 году), светловолосый и голубоглазый, моложавый, и обычно пребывающий в хорошем настроении. Он имел очень характерную семенящую походку с подшаркиванием. Гамову был совершенно чужд популярный образ всезнающего специалиста-ученого — он никак не вязался со стереотипом ученого человека. В нем не было ничего от бездушного сухаря. Воистину «трехмерный» человек, он источал энергию, был полон жизни и очень неравнодушен к обильной пище, любил анекдоты и коварные шутки, которым мог отдаваться, не зная меры.

Почти сразу же мы подружились и пустились в нескончаемые дискуссии. Наши темпераменты в чем-то подходили друг другу. Он обнаружил нечто родственное в моей манере размышления (или неразмышления) над физическими задачами в стандартных направлениях. Ему нравилось подходить к различным проблемам, требуя множества различных направлений и демонстрируя неприязнательность, непосредственность и оригинальность. Он безумно много говорил о себе. По сути, это был один из самых эгоцентричных людей, каких я встречал, но, как это ни парадоксально (поскольку подобное сочетание редко), он в то же время был абсолютно лишен злобы на других.

Именно он (и независимо и почти одновременно с ним Эдвард Кондон) положил начало теоретической ядерной физике, объяснив в своей работе, написанной в 1928 году, явление радиоактив-

ности с точки зрения квантовой теории. В научных исследованиях он имел обыкновение сосредоточивать свое внимание на нескольких обозначенных проблемах в течение нескольких лет и возвращаться к одним и тем же вопросам снова и снова.

Банах как-то сказал мне: «Хорошие математики видят аналогии между теоремами или теориями, а лучшие математики видят аналогии между аналогиями». У Гамова эта способность усматривать аналогии между моделями, описывающими физические теории, проявлялась с поразительным размахом. Было удивительно наблюдать, как при тех невиданно сложных и крайне труднодостижимых уровнях, на которых применялась нами математика, он мог заходить так далеко в использовании интуитивных образов и аналогий, черпая их из исторических и даже художественных сопоставлений. Еще одна особенность его работы касалась природы рассматриваемых им вопросов. Он никогда не позволял своему дару отвлечь себя от сути исследуемого им предмета ради погони за незначительными деталями или изысканиями. Именно благодаря этому следованию «глобальным» направлениям в основах физики, космологии и недавних биологических открытиях, его идеи сыграли столь важную роль. За его работой первопроходца, объясняющей радиоактивный распад атомов, последовала его теория о том, что вселенная появилась в результате взрыва, — теория «Большого Взрыва» (кстати, это название ему не нравилось), и последующего образования галактик. Сделанное им в 1948 году предсказание, касающееся остаточной радиации после большого взрыва, который произошел десяти миллиардов лет назад, похоже, нашло подтверждение в недавнем открытии радиации, пронизывающей вселенную и соответствующей температуре около трех градусов по абсолютной шкале. Открытие это было совершено уже после его смерти в 1968 году.

Будучи стопроцентным дилетантом в области биологии (некоторые его завистники сказали бы, что даже шарлатаном), Гамов, следуя своим поразительно непогрешимым инстинктам, предложил несколько идей о том, как на самом деле работает генетический код. Думаю, именно он первым предположил, что последовательность четырех веществ ДНК, обозначаемых буквами А, С, Т, Г, выражает слова, а также то, как из этих четырех букв можно составить двадцать или двадцать три аминокислоты, которые, в свою очередь, тоже можно рассматривать как слова, объединенные в фразы, определяющие структуры протеинов. Эта идея возникла у него раньше всех остальных. Более того, он почти нашел верный способ (который позже определил Крик¹) выраже-

¹Крик Фрэнсис Харри Комптон (р. 1916) — англ. биофизик и генетик. — *Прим. ред.*

ния образования протеинов через триплеты. Сперва он думал, что понадобится квинтет. С самого начала он двигался в почти правильном направлении.

В его деятельности, помимо всех других выдающихся его достоинств, можно усмотреть, возможно, последний пример дилетантизма в науке, представленного в столь грандиозном масштабе.

Неиссякаемый интерес к устройству природы — как в самых малых, так и самых огромных ее проявлениях — направил его работу в ядерную физику и космологию.

Последние годы его жизни его воображение и помыслы занимали вопросы о значении, происхождении и изменчивости во времени фундаментальных физических постоянных, таких, как c (скорость света), h (постоянная Планка), G (гравитационная постоянная).

Великими неразрешимыми вопросами остаются вопросы о соотношениях между массами элементарных частиц, а также огромными числами, которые являют собой отношения между ядерными, электрическими и гравитационными силами. Гамов полагал, что эти числа не могли возникнуть в результате какого-то случая, и что их можно было получать, руководствуясь соображениями топологии или теории чисел. Он верил в конечную простоту теории, которая когда-нибудь объяснит эти числа.

Детектив Арсен Люпен, вымышленный французский персонаж и хитроумный конкурент Шерлока Холмса, сказал: «Il faut commencer à raisonner par le bon bout» (Вы должны начинать думать с правильного конца.) У Гамова к этому был особый дар. Он использовал модели или сравнения; говоря математическим языком, им двигали изоморфизмы или гомоморфизмы. Он сумел трансформировать или видоизменить глубокие понятия квантовой теории и более осязаемые связи, существующие между структурами классической физики не только благодаря неоднократному возвращению к ним, но, вновь выражаясь техническими математическими терминами благодаря переходу к переменным высшего порядка.

Случилось так, что в 1954 году Гамов и я одновременно оказались в Кембридже (Массачусетс). Я поделился с ним некоторыми своими размышлениями над проблемами эволюции и возможностями расчета темпа эволюции жизни. Однажды он приехал повидать меня и сказал: «Давайте съездим в Главную массачусетскую больницу — там проходит интересный семинар по биологии». И мы поехали туда на его мерседесе. По пути я спросил его, кто собирается выступить там. «Вы!» — ответил он мне. По-видимому, он уже известил профессоров, проводивших семинар, что мы оба расскажем о тех высказанных мною идеях. И мы действительно выступили. По дороге домой я заметил: «Это надо же, Георгий,

ты и я — и пытаемся рассуждать о биологии! Все эти люди — эти доктора в белых халатах — они были готовы облачить нас в смиренные рубашки».

В последние месяцы своей жизни он часто возвращался в разговорах к рассмотрению возможных схем, которые могли бы пролить свет на тайну элементарных частиц и физических постоянных. Незадолго до своей смерти он рассказал своей жене Барбаре об увиденном им сне, в котором он, так же, как Ньютон и Эйнштейн, открыл исключительную простоту привычных научных истин и пережил мучительное ощущение своей близости к этим великим людям.

С самого нашего знакомства и до последних встреч, когда мы оба уже были профессорами в одном кампусе в Боулдере, я помню, как он постоянно собирал и раскладывал по порядку всевозможные снимки и фотографии, увековечивающие различные моменты его жизни, словно это были отпечатки самого научного прогресса, его дискуссий с друзьями и путешествий во время отдыха. Он также увлекался фотомонтажом, соединяя свои собственные фотографии с фотографиями-вырезками. Такие композиции служили иллюстрациями или карикатурами научных открытий.

Всем его письменным трудам присущ естественный поток идей, простое, лишенное витиеватости представление, легкий, ни в коем случае не громоздкий, занимательный, но никогда не фризовольный стиль. Он писал легко, быстро, наверняка не возвращаясь к уже написанному, исписывая бессчетное число страниц, на каждую из которых помещалось лишь по несколько строк, состоящих из громадных букв.

Из его книг об истории физики и новых идеях в естественных науках, сейчас ставших классикой, видно, что он не питал злобы к своим коллегам-физикам и не порицал их. Он не расточал похвал, оставляя их лишь для великих достижений, однако никогда не критиковал и даже не указывал на посредственность.

Его популярные книги о науке встретили самое бурное одобрение. Среди выдающихся достоинств этих трудов — простота подхода и отсутствие ненужных технических деталей, что отличает также и его исследовательскую работу.

Честность заставляла его писать именно то, что он думал, воплотив заповедь Декарта — упорядочить свои мысли, чтобы проанализировать сложное, разбив его на простые составляющие.

Одной из особенностей Гамова, которая, возможно, не бросалась в глаза, но о которой можно было легко догадаться по его творческой деятельности или в разговоре с ним, была его превосходная память. После обеда или вечера он любил читать для своих друзей славянского происхождения длинные отрывки из русской

поэзии; он мог целый час декламировать Пушкина или Лермонтова. Нравились ему и русские пословицы.

Гамов был остроловом и создал множество *bon mots*¹. Он, к примеру, сказал мне, что в тот день, когда он в первый раз ехал в Лос-Аламос, он заметил, что «когда минуешь Рио-Гранде, но еще не доезжаешь до Валле Гранде [Валле Гранде — огромных размеров недействующий вулкан в горах за Лос-Аламосом], то попадаешь в городок под названием Бомба Гранде».

Поворотным пунктом в моей жизни грозило стать мое сорокалетие, приближающееся в 1949 году. Незаметное наступление среднего возраста всегда казалось мне зловещим знаком. Конечно, со временем меняется и собственное отношение к возрасту, однако математики известны ранним спадом в своей деятельности, и многие из них, включая и меня, восхищаются молодостью. Эта эллинская страсть к молодости — одна из навязчивых идей, которыми одержима Америка. Книги, которые я прочитал в юности, внушили мне восхищение Абелем — норвежским гением, умершем в возрасте двадцати семи лет, и Галуа — создателем новых идей в алгебре и теории групп, погибшем в двадцать один год на дуэли. Величайшие достижения людей среднего возраста кажутся мне уже не такими волнительными. Вся трагедия, безусловно, в том, что с приходом старости начинаешь использовать в новых ситуациях старые приемы; своеобразное самоотравление парализует творческие способности. Мой друг Рота, однако, говорил, что пропадают тут не творческие способности, а интерес. Его замечание вызвало у меня ощущение «дежа вю». Отчасти я согласился с ним. Возможно, это похоже на бокс: дело не в том, что замедляется реакция или кто-то из игроков быстрее устает; когда боксеры начинают думать о том, что они делают, они терпят поражение, потому что реакция должна быть инстинктивной, так сказать, быстрой автоматической подпрограммой.

Джонни имел обыкновение говорить, что математик, перешагнув отметку в двадцать шесть лет, начинает угасать. Когда я познакомился с ним, он уже перешел эту отметку. С течением времени он расширял этот предел, однако всегда устанавливал его немного меньшим своего собственного возраста (например, когда ему было около сорока, он повысил его до отметки в тридцать пять лет). Это очень ярко характеризовало его стремление оставаться в тени. Он хотел показать, что не включает себя в число «действующих математиков». Он знал, что хвала в свой собственный адрес выглядит нелепо в глазах других, и чтобы казаться скромным, старалсяшний раз не попадаться на глаза. Я же, напротив, всегда был рад похвастаться, особенно когда дело касалось моих

¹*Bon mot* (франц.) — меткое словцо. — *Прим. ред.*

собственных тривиальных достижений вроде успехов в атлетическом спорте и победы в игре. У детей хвастаться получается довольно естественно. В античной литературе, особенно у Гомера, герои открыто хвастали своим атлетическим удальством. Хвастовство ученых иногда проявляется в том, что они критикуют или преуменьшают достижения других.

И все же, приближаясь к сорока годам и думая о том, чего я успел достичь к этому моменту, я очень надеялся на то, что впереди у меня еще довольно много работы. Возможно, потому, что многое из того, что я сделал и о чем думал, еще не существовало в письменном виде, я полагал, что у меня еще есть кое-что в запасе. При своей оптимистической натуре я думаю так же даже сейчас, когда мне уже за шестьдесят.

«Супер»

1949–1952

В тот момент, когда наша система текущего контроля обнаружила взрыв русской атомной бомбы, я был на пути к Лос-Аламосу, возвращаясь из одной из своих частых поездок на восток. Об этой новости сказали еще не всем. Как только я приехал, несколько моих товарищей, встретивших меня в маленьком аэропорту, — Метрополис, Колкин и другие — поприветствовали меня предложением выбрать одну из новостей, обозначенных такими пунктами: (а) Джек прошлым вечером выиграл 80 долларов в покер (сумма при наших ставках просто сумасшедшая) и (б) русские взорвали атомную бомбу. Я подумал с минуту и сказал, что, разумеется, выбираю (а). Правдой оказалось (б).

Джонни был в Лос-Аламосе и вместе с Теллером обсуждал эту зловещую новость. Я присоединился к ним в его комнате в гостинице. «Что теперь?» — вот каким вопросом задавались все мы. Я сразу сказал, что все силы нужно бросить на создание «супер». Теллер кивком головы выразил свое согласие. Стоит ли говорить, что он и сам думал об этом. Они сказали мне, что как раз обсуждают, как взяться за это предприятие. На следующий день Теллер уехал в Вашингтон, возможно, чтобы встретиться с адмиралом Штраусом, который был членом Комиссии по Атомной Энергии, и посмотреть, что можно предпринять в данной ситуации.

Штраус был одним из первых членов КАЭ (Комиссии по атомной энергии). Он был евреем. Разговаривая с ним, я обратил внимание, что у него была довольно распространенная среди евреев и, на мой взгляд, приятная склонность восхищаться замечательными учеными. Но, возможно оттого, что сам он не был ученым, к его высокому отношению к науке примешивалась толика некой печали. Еще в начале своей работы в Комиссии он настоял на разработке системы текущего контроля для обнаружения фактов проведения ядерных работ в любой точке мира. Это можно было сделать с помощью изучения образцов воздуха из атмосферы

на наличие в них определенных газов — продуктов распада урана. Такую идею подал Тони Туркевич, физик-химик из Чикаго. Я помню, как в Лос-Аламосе во время войны он упоминал об этом плане в моем присутствии.

Однако какую роль в решении президента Трумэна отдать распоряжение о проведении интенсивной работы над созданием водородной бомбы играл совет Штрауса, за которым стояли Эдвард Теллер и фон Нейман, я не знаю.

В этом месте не помешает повториться и еще раз сказать, что работа над «супер» уже шла, причем эффективно и систематически. Норрис Брэдбери руководил ходом работы теоретического отдела. Где-то за полгода до появления этих новостей из России я поделился с ним впечатлением о том, что некоторые люди из Вашингтона не хотят продолжения этой работы, и Норрис сказал: «Будь я проклят, если позволю кому-то в Вашингтоне или какому другому политику указывать мне, чего я не должен делать!» Я помню, что на лице у него в тот момент играла улыбка. Но этот порыв не был чертой «ястреба», как сейчас говорят, и не диктовался политическими или военными соображениями; он касался лишь чисто научного и технологического исследования.

Как я уже сказал, теоретическая работа над «супер» продолжалась все время после конференции по «супер», однако я не думаю, что Теллер хотел, чтобы о ней знало слишком много людей, поскольку, я так полагаю, он либо считал себя, либо хотел прослыть не только главным, но и единственным организатором, «двигателем» и защитником этой работы. Возможно, он чувствовал, что Брэдбери как директор лаборатории стяжает себе все лавры от создания будущей термоядерной бомбы, как в свое время Оппенгеймер при создании атомной бомбы, затмив других ученых, проделавших техническую работу. Но и при Оппенгеймере, и при Брэдбери Теллер действительно был истинным защитником интенсивной работы над термоядерными взрывами в Соединенных Штатах.

Это, конечно, мое собственное объяснение причин последующего развития событий. Доказательства в его пользу можно найти и в имеющейся на сегодня литературе, в том числе в знаменитом очерке Шепли и Блэра в журнале «Life», столь способствовавшем возвышению Теллера до звания «отца водородной бомбы». Вышедшая вслед затем их книга была дискредитирована вследствие приводимой в ней неверной информации.

Вскоре после того, как президент Трумэн объявил о своем решении, предписывающем КАЭ продолжить работу над водородной бомбой, из Беркли в Лос-Аламос приехали Э.О. Лоуренс и Луис Альварес, чтобы начать обсуждение возможности конструирования «супер» с Брэдбери, а позже с Теллером, Гамовым и со мной.

Этот приезд сыграл свою роль в дальнейшей политике данного предприятия.

Одним из первых предпринятых Теллером шагов было приглашение молодого физика Фредерика де Хофмана на место ассистента. Уроженец Вены, Фредди приехал в Соединенные Штаты до войны еще мальчишкой. Он был молод, умен, смышлен и сообразителен, но все же он не был тем, кого можно было бы назвать действительно оригинальным ученым. Он стал кем-то вроде доверенного лица, идеального человека для работы, предполагающей общение, для контактов с чиновниками и других обязанностей. Он ездил в Вашингтон и обратно, отвозя послания Эдварда, а также занимался какой-то технической работой. Он был идеальным компаньоном для Эдварда, который впоследствии мог позволить себе быть великодушным и отдать дань заслугам Фредди, поскольку это не отняло бы от его собственного образа практически единственного инициатора, защитника и исполнителя проекта. Для организации работы над «супер» и изучения всех возможных схем ее конструирования был учрежден первый в Лос-Аламосе комитет. Работу комитета направляли Теллер как его председатель, а также Гамов и я.

Было предложено несколько идей в связи с тем, как, используя атомную бомбу в качестве пускового элемента, запустить термоядерную реакцию. Идея Гамова называлась «кошкин хвост». У Эдварда также было свое первоначальное предложение. Гамов нарисовал забавную карикатуру, символически представив на ней эти отличные друг от друга замыслы. На ней он держит за хвост кошку, я плюю в плавательницу, а у Теллера на шее висит индийское ожерелье изобилия, которое, по мнению Гамова, является символом матки. Слово это он произносил как «маттка». Эта карикатура появилась среди других иллюстраций в его автобиографии «Линия моей жизни» («My world line»), изданной домом «The Viking Press» в 1970 году.

И Гамов, и я демонстрировали изрядную независимость в своих суждениях во время наших собраний, и Теллеру это не слишком нравилось. Потому не было ничего удивительного в том, что комитет, руководивший работой над «супер» вскоре прекратил существование в первоначальном своем виде. Во время нашего с Гамовым отсутствия Теллер уговорил Брэдбери упразднить его, заменив другим организационным комитетом. Гамова это привело в немалое раздражение. Я не придавал этому значения, а только написал ему — и строки моего письма, по всей видимости, оказались пророческими — о том, что упрямство Эдварда и его непомерное честолюбие повлекут за собой большие неприятности. Письмо это, как любое другое сообщение о работе в Лос-Аламосе, было засекречено. Думаю, оно по сей день хранится в какой-нибудь ар-

живной папке и когда-нибудь, быть может, попадет в коллекцию документов о том периоде. В еще одном «неосторожном» письме, которое я написал фон Нейману, я посмеялся над отношением Эдварда. Этому письму случилось попасть на страницы второго тома официальной истории КАЗ «Атомный щит» («The Atomic Shield»). В нем я написал о том, как у меня возникла одна идея, которой я поделился с Эдвардом. В шутку я добавил, что раз Теллеру она очень понравилась, это, скорее всего, означало, что она не пройдет.

Как-то я представил план возможного детального расчета, ставшего базовым в работе над недавно появившимися электронными вычислительными машинами, проводимой фон Нейманом с помощью Клари, выполнявшей работу программиста, и Керды и Фостера Эванс — супружеской команды физиков, примкнувших к проекту после войны.

Расчет, проведенный Метрополисом и Френкелем во время войны, а точнее сразу по ее окончании, был очень схематичным по сравнению с расчетом, который задумал я. Поскольку компьютеры стали более совершенными в отношении как скорости, так и объема памяти, появилась возможность выполнять весьма претенциозные расчеты. Намеченные в них этапы предусматривали фантастическое количество арифметических операций. Джонни как-то сказал мне: «В этом расчете будет столько умножений, сколько не было сделано человечеством за всю его историю». Но когда я грубо прикинул, сколько операций умножения выполнили все школьники мира за последние пятьдесят лет, то увидел, что полученное мною число было в десять раз больше!

Задача наша была огромнейшей, куда объемнее любого из астрономических расчетов, проделанных к тому времени на калькуляторах, и требовала самого современного из имевшегося электронного оборудования. К тому времени уже работал принстонский MANIAC — детище фон Неймана, а в Лос-Аламосе под руководством Метрополиса строился его двойник.

Несмотря на все это, Теллер продолжал намекать на то, что по его оригинальному замыслу воспламенения «супер» делалось недостаточно работы. Он продолжал настаивать на своих собственных специальных подходах. Должен признать, что эта его настойчивость начала меня раздражать. Однажды со своим другом Эвереттом я решил провести схематический пробный расчет, который дал бы порядок величины или, во всяком случае, приближенную оценку перспективности его идеи.

Прежде чем начать этот расчет протекания термоядерной реакции (слияния ядер дейтерия или дейтерия и трития при высокой температуре), Эверетт и я проделали большую работу над вопросами теории вероятностей, связанными с активными соединениями

урана и размножениями нейтрона. Мы разработали теорию множущихся процессов, как мы ее назвали (сейчас более популярно название «ветвящиеся процессы»). Эта работа стала продолжением тех идей, что мы с Дэвидом Хокинсом изложили в отчете по ветвящимся процессам во время войны. Однако она в значительной степени дополнила, углубила и расширила эти идеи. Отчет, написанный вместе с Хокинсом, был всего лишь на несколько страниц. Результаты работы, проделанной вместе с Эвереттом за несколько месяцев, уместились в трех объемистых отчетах на ста, а то и более, страницах. Они составили основу для последующей большой работы, а к некоторым из них впоследствии независимо пришли русские и чешские ученые.

Как член формальной организации лаборатории, я был руководителем Группы Т-8, единственным членом которой был Эверетт. Каждый день в его кабинете, соседствующим со моим, мы делали очень много математической работы, связанной не только с текущими программными вопросами Лос-Аламосского проекта, и еще обсуждали «вселенную» (выражение Джонни) — и математическую, и всю остальную.

Итак, мы приступили к работе, просиживая каждый день четыре–шесть часов, вооружившись счетной линейкой, карандашом и бумагой и, производя частые количественные приблизительные оценки, смогли получить приблизительные результаты гораздо быстрее, чем их могло дать медленно продвигающееся решение гигантской задачи на компьютере. По большей части наша работа осуществлялась путем оценки геометрических величин, предположений о сечениях твердых тел, оценки объемов и шансов вылета точек. Все это мы проделывали неоднократно целыми часами, великодушно дополняя каждую догадку неизменными расчетами с помощью счетной линейки. Это была трудная и тяжелая работа, результаты которой предстали перед нами в виде малообнаделяющей картины, которая получилась бы при использовании исходного проекта «супер». Наш расчет показал огромные практические трудности в его осуществлении и породил серьезные сомнения насчет перспектив оригинального подхода Эдвада к начальным условиям воспламенения «супер».

Вот как проходила наша работа: каждое утро я подкидывал несколько предположений о величинах определенных коэффициентов, связанных с чисто геометрическими свойствами движущегося соединения, учитывающих судьбу нейтронов и других частиц, проходящих через него и вызывающих в свою очередь другие реакции. Эти оценки перемежались с проведением пошаговых расчетов поведения действительных движений. Важно, чтобы мой читатель понял, что реальное время для отдельного шага вычислений

было небольшим, в каждом случае меньше «мгновения», а пространственные составляющие соединения материала в своих линейных размерах очень малы. Каждый шаг занимал лишь долю «мгновения». «Мгновением» в Лос-Аламосе в военное время прозвали временной интервал в 10^{-8} секунд. Другой единицей измерения была единица измерения сечения, называемая «барн»; она равнялась 10^{-24} квадратных сантиметров — потрясающе малая площадь. В итоге получалось огромное число отдельных вычислительных этапов. Мы исписывали страницу за страницей этими вычислениями, большую часть которых выполнил Эверетт. За это время его счетная линейка почти истерлась, и когда спустя несколько месяцев мы все же получили результаты, он в шутку сказал, что в благодарность «правительство могло хотя бы предложить купить ему новую линейку». Сколько человеко-часов ушло на эту задачу, я не знаю даже сам.

Для написания отчетов мы заручились помощью профессиональных вычислителей, в том числе Жозефин Эллиот. К делу подключили даже Франсуазу, поручив ей пересчитывать несметное число арифметических операций на настольных калькуляторах.

Но как ни долог был весь этот процесс, работа была закончена на несколько месяцев раньше появления первых результатов, полученных с помощью принстонского компьютера. Об этой, так сказать, «доморощенной» части работы над водородной бомбой писали во многих официальных и популярных докладах. Наверное, она обратила на себя внимание благодаря определенной привлекательности присутствовавшего в ней элемента «человек против машины».

По мере своего продвижения, наш расчет, конечно, привлекал немалое внимание со стороны физиков — и тех, кого Теллер пытался привлечь к проекту «супер», и тех, кого Брэдбери уже включил в команду, работающую над ним. Время от времени, чтобы посмотреть, как продвигаются вычисления, заглядывали и знаменитые гости. Первые посещения Лос-Аламоса Джоном Уилером начались примерно в это же время.

Однажды к нам в кабинет зашли Ферми и Раби, и мы показали им результаты, которые указывали на вялый ход реакции. Их можно было считать только «указывающими» и ни в коем случае не конкретными из-за тех грубых приближений и предположений, которые использовались нами вместо выполнения больших объемов численных операций.

В тот момент, когда стало ясно, что технические проблемы в оригинальных идеях Теллера могли стать обоснованиями для научных и политических возражений некоторых физиков и, возможно, даже для недовольства Главного консультативного комитета, в Лос-Аламос все чаще стал приезжать Ганс Бете, что явно свиде-

тельствоvalo о его вновь разгоревшемся интересе ко всему проекту. Благодаря своей замечательной виртуозности в математической физике и умению решать задачи ядерной физики, он оказал значительную помощь. В конце концов, именно Бете первым предположил (независимо от него в Германии пришел к тому же выводу и Вайцзеккер), что ядерные реакции, протекающие в недрах Солнца, могут быть источниками выделения энергии солнечной системы и объяснил таким образом радиацию, излучаемую Солнцем и другими звездами. Тогда стало ясно, что их первоначальный «механизм углеродной реакции» не несет такой исключительной ответственности за образование энергии во всех звездах, как предполагалось сначала.

Теллеру было нелегко примириться с нашими результатами. Я слышал, что плохие вести вызвали у него слезы осознания крушения всех его надежд, и он переживал огромное разочарование. Сам я никогда не видел его в таком состоянии, но он, без сомнения, был очень мрачен в те дни, как, впрочем, и все другие энтузиасты проекта водородной бомбы. Удрученный и подавленный, он иногда заглядывал в наши кабинеты и пытался доказать нашу неправоту, стараясь отыскать ошибки. Как-то он сказал: «Здесь ошибка на коэффициент 10^4 ». Это особенно разозлило Эверетта, который, не будучи особо уверен в себе как физике, никогда не делал ошибок как математик. Он так и говорил: «Я никогда не делаю ошибок», и это было действительно так в том смысле, что он никогда не путал знаки и не ошибался в простых вычислениях, что часто случается с математиками. И Эдварду, с каждой новой своей попыткой, оставалось только признавать, что это у него проблемы с арифметикой.

Результаты расчета фон Неймана – Эванса, которые потихоньку начала выдавать огромная принстонская электронная машина, в общем подтвердили то, что получили мы. Из постепенно реализуемого расчета стало ясно, что несмотря на начальную обнадеживающую вспышку вся смесь начинала медленно охлаждаться. Каждые несколько дней Джонни получал по несколько новых результатов. «Начинают расти сосульки», — обыкновенно добавлял он с удрученным видом.

В то время это были лучшие теоретические расчеты, какие только можно было сделать. Поскольку экспериментальные величины постоянных, которые пришлось использовать в вычислениях поперечных сечений, не были точно известны, над проектом все еще работали, однако необходимость поиска альтернативных подходов воспламенения была налицо.

Все это время Джонни эмоционально был настроен на успех в создании водородной бомбы. Он надеялся на то, что так или иначе будет найден хороший вариант и не падал духом, даже когда

математические результаты для первоначального подхода оказались неудачными.

Во время этого критического периода неопределенности я приехал к нему в Принстон. Случилось, что туда ненадолго приехал и Ферми. За обсуждением различных перспектив мы втроем провели весь день, за обедом в доме Джонни, и весь вечер. На следующий день мы разговаривали с Оппенгеймером. Ему было известно о наших с Эвереттом результатах. И он, похоже, был весьма рад узнать о возникших трудностях, в то время как фон Нейман все еще искал спасительные выходы. Он коротко рассказал нам о кое-каких гидродинамических расчетах. Ферми согласился с ним. Они сумели оценить конкретную скорость расширения, которую я посчитал слишком медленной. Имея за плечами определенный опыт от проделанной за прошедшие несколько месяцев работы, я сказал, что они не правы, принимая плотность жидкого дейтерия за 1, тогда как она составляет лишь малую долю от 1. Из-за этой ошибки на единицу массы вместо единицы объема скорость казалась меньше и Джонни, поняв это, воскликнул: «Чтоб я! Да она и в самом деле куда больше, чем у поезда!» Оппенгеймер подмигнул мне. Он любил, когда появлялись трудности и ему доставило удовольствие поймать фон Неймана и Ферми на маленькой и тривиальной арифметической ошибке.

Наши с Эвереттом вычисления относились к первой фазе взрыва — проблеме начального воспламенения. Важная часть этой истории, которая прошла мимо официальных отчетов, касается весьма фундаментальной работы, проделанной мной и Ферми и ставшей продолжением первого расчета хода реакции, ее распространения и взрыва. Во время наших многочисленных дискуссий мы в общих чертах обозначили возможности распространения, приняв, что так или иначе (возможно, ценой расхода больших количеств трития) начальное воспламенение можно обеспечить. Вновь нам пришлось исходить из предположений, заменяя ими безумно сложные детальные расчеты, для которых потребовались бы компьютеры, причем более быстрые, чем те, что существовали тогда. Как и в первый раз мы выполняли расчет по временным этапам с интуитивными оценками и убогими упрощениями Ферми.

Вычисления проводились на настольных компьютерах с помощью многих программистов в вычислительной группе лаборатории, которой руководил благодущный нью-йоркец, Макс Гольдштейн. Ферми, к немалой досаде Макса, хотел подвинуть девушек на использование счетных линеек; точность при использовании машин не обеспечивалась из-за наших упрощений. Макс, однако, настаивал на обычных программах, которые предполагают использование настольных калькуляторов. Снятие результатов со

счетной линейки и использование логарифмов, как делал Ферми, было намного менее точным, однако он, при своем удивительном здравом смысле, умел сделать вывод о точности в разумных пределах. Девушки же, которые всего-то выполняли вычисления, ничего не зная о стоящей за ними физике или общей математике, конечно, не смогли бы сделать этого, так что до некоторой степени Макс был прав, настаивая на стандартных программах.

Мне в особенности запомнилась одна программистка — настоящая красавица, щедро одаренная природой. Обычно она приносила ко мне в кабинет результаты расчета за прошедший день. Большие листы бумаги были испещрены числами. Она разворачивала эти листы перед своей испанской блузкой с глубоким вырезом и спрашивала: «Ну, как вы их находите?», а я восклицал: «Я нахожу их потрясающими!», что очень веселило Ферми и других, кто бывал в такие моменты у меня в кабинете.

Совместный отчет написали Ферми и я. Энрико проявил очень большую осторожность в его выводах. Так, вывод, согласно которому реакция, в том виде, в каком она планировалась, была неперспективной, фактически был представлен им в следующих предложениях: «Если бы поперечные сечения для ядерных реакций были примерно в два или три раза больше тех, что были измерены и приняты, реакция могла бы пройти более успешно».

Я считаю, что эта работа с Ферми была даже важнее, чем наши с Эверетом расчеты. Ей было суждено стать основой в технологии термоядерных взрывов. Ферми был удовлетворен как ее исполнением, так и тем, что она позволила ограничить размер подобых взрывов. «Нельзя заставить деревья бесконечно тянуться к небу», — сказал он.

Теллер тем временем продолжал проявлять высокую политическую и организационную активность, даже в тот момент, когда все обстояло как нельзя хуже для его исходного, военной поры, проекта «супер», несмотря на те модификации и улучшения, что были намечены им и его сотрудниками за все это время.

Возможно, положение вещей изменилось благодаря внесенному мной предложению. Я думал о том, чтобы модифицировать весь подход, вводя повторение определенных сочетаний. К сожалению, эта идея, вернее целый их комплекс, все еще засекречена, и я не могу рассказать здесь о ней.

Вероятно, психологически возникновение этой идеи ускорила докладная записка Дэрола Фромана, заместителя директора лаборатории, который интересовался мнением разных людей о том, что следует делать со всей программой «супер». Сомневаясь в состоятельности настойчивой позиции Теллера в пользу его собственного особого проекта, я написал Фроману, что нужно любой це-

ной продолжать теоретическую работу и найти способ добыть ту огромную энергию, что дают термоядерные реакции.

Вскоре после данного мной ответа я подумал об итерационной схеме. Приведя свои мысли в порядок и набросав примерный план, я отправился обсудить его к Марку Карсону. Но Марк, ставший к тому времени руководителем теоретического отдела, уже возглавлял очень обширную теоретическую работу специальных групп Теллера и Уилера. Тогда я в тот же день пришел к Норрису Брэдбери и рассказал ему об этой схеме. Он быстро понял ее возможности и сразу же обнаружил большую заинтересованность в ее принятии. На утро я поговорил с Теллером. Не думаю, что он относился ко мне с настоящей враждебностью из-за отрицательных результатов нашей с Эвереттом работы, нанесших такой удар по его планам, но наши отношения были явно натянутыми. Эдвард сразу принял мои предложения, поначалу с сомнением и уже через несколько часов с энтузиазмом. Он не только усмотрел в них новые элементы, но также увидел параллельные версии, альтернативные тому, о чем говорил я, возможно, более удобные и обобщенные. С того момента пессимизм уступил место надежде. В последующие дни я встречался с Эдвардом несколько раз, во время каждой нашей встречи мы по полчаса обсуждали эту задачу. Я написал первую заметку по своему предложению. Теллер внес некоторые изменения и дополнения, и мы быстро написали совместный отчет. В нем были приведены первые инженерные схемы, отображающие новые возможности запуска термоядерного взрыва. Мы представили две независимые схемы, основанные на этих принципах. Отчету этому было суждено стать фундаментальным толчком к проведению первых успешных термоядерных реакций и испытанию в Тихом океане, которое назвали «Майк». Дела пошли полным ходом. Теллер немедленно представил эти идеи, по-моему, с большим упором на вторую часть нашей работы, в Принстоне, на собрании Главного консультативного комитета, ставшем знаменательным, так как именно тогда обозначился поворотный момент в работе по созданию водородной бомбы. Тут же последовал более детальный отчет Теллера и Хофмана. В Лос-Аламос направили новых физиков, и началась серьезная работа, целью которой было получение экспериментального подтверждения.

Джон Уилер приехал в Нью-Мексико, чтобы помогать Теллеру. Вместе с ним приехали и несколько самых талантливых его студентов. Среди них был Кен Форд, с которым я позднее стал заниматься уже другой работой. Еще был Джон Толл, ныне ректор Государственного Университета Нью-Йорка в Стони Брук, а тогда многообещающий молодой физик, Маршалл Розенблют, который во время войны был в Лос-Аламосе солдатом СНО (Специального Ин-

женерного Отдела); Тед Тэйлор, вложивший так много идей в работу над атомными бомбами; блестящий физик-математик Конрад Лонгмайэр и другие талантливые молодые люди. Интенсивная, быстрая работа продолжалась, и программа «Майк» была готова уже через несколько месяцев после нашего судьбоносного разговора.

Все время пребывания в Лос-Аламосе Уилеры жили в доме по соседству с нашим, и мы часто виделись с ними. Как физик Уилер представлял большой интерес. На мой взгляд, он испытывал всепоглощающую тягу к новизне в теоретических идеях, не слишком связывая себя предвзятыми понятиями и существующими схемами. Иногда у него рождались диковинные замыслы в области физики или космологии, диковинные настолько, что некоторые из таких идей поражали меня всяким отсутствием в них элемента здравого смысла или связи с возможными экспериментами. Или, в противном случае, они были просто «не совсем еще безумными», как сказал однажды Паули о некоторых идеях Гейзенберга. Великий вклад Уилера — его работа по общей теории относительности, посвященная чрезвычайным ситуациям, например, черным дырам и тому, что находится за ними; также он обладал большими дедуктивными способностями. Из его студентов самый лучший, я думаю, Фейнман. Задолго до всех этих событий они написали прекрасную работу по обобщению принципа Маха.

Несмотря на множество удачных экспериментов и даже сам термоядерный взрыв, Теллер продолжал выражать неудовлетворение и всеми своими многочисленными действиями старался взять под свой контроль еще большую часть проводимых работ. Огромную досаду вызывал у него стиль руководства разработками в Лос-Аламосе, хотя никакого другого разумного способа не видели ни Брэдбери, ни другие люди, занимающие в лаборатории высокое положение. В конце концов трещина раздора выросла настолько, что Теллер направил все свое политическое давление, какое только у него было, на то, чтобы основать конкурентную лабораторию. Во многом благодаря своему влиянию на Льюиса Штрауса и Комиссию в Вашингтоне он получил необходимые средства и разрешение основать и обеспечить персоналом другую лабораторию в Ливерморе, в Калифорнии, примерно в то время, когда с большим успехом прошло испытание «Майк», более чем подтвердившее рассматриваемые возможности. А потому Лос-Аламос продолжал строить первую водородную бомбу и в отсутствие Теллера, в то время как первые проекты Ливермора были довольно неудачными. Джонни знал, какие отношения сложились между двумя лабораториями. После первой неуспешной попытки Ливермора осуществить взрыв на полигоне Тихого океана, он засмеялся и сказал мне: «Сегодня вечером на улицах Лос-Аламоса устроят танцы».

В отличие от тех, кто выступает категорически против бомбы по политическим, нравственным или социологическим соображениям, у меня никогда не возникало даже вопросов о том, заниматься ли мне моей чисто теоретической работой. Я не считал аморальным пытаться вычислить физические явления. Имело ли это стратегическое значение — уже совершенно иной аспект и, по сути, тушик в этой важнейшей проблеме — исторической, политической или социологической, и он мало как связан с физической или технологической проблемой как таковой. Даже самые простые вычисления в самой чистой математике могут вызывать ужасные последствия. Не будь изобретено исчисление бесконечно малых величин, оказалась бы неосуществимой большая часть из технологии, которую мы имеем сегодня. Так значит, мы теперь должны винить исчисление?

Я считаю, что не нужно начинать проекты, ведущие к возможным ужасным последствиям. Но раз такие возможности существуют, не лучше ли посмотреть, реальны ли они или нет? Еще более огромное тщеславие нужно иметь, чтобы предполагать, что если вы сами этим не займетесь, то это вообще нельзя будет сделать. Я искренне полагал, что гораздо безопаснее держать такие дела под контролем ученых и людей, привычных к объективным суждениям, чем в ведении демагогов, шовинистов или даже благонамеренных, но не сведущих в технических вопросах политиков. Когда же я задумывался над конечными результатами, то не находил в них большого качественного отличия от возможных конечных результатов, к которым могли привести существующие атомные бомбы. После войны стала очевидной возможность создания атомных бомб огромных размеров. Но и термоядерные схемы уже не были этойкой новинкой или диковинкой. Рано или поздно русские или кто-то другой исследовали и создали бы их. Политический подтекст, несмотря на громкие слова и шумиху с обеих сторон, был совершенно неясен. Тот факт, что несколько термоядерных бомб способны уничтожить крупнейшие города, мог снизить вероятность возникновения мировых войн по сравнению с той ситуацией, когда существовали только атомные бомбы с их страшной разрушительной силой.

Покончив с этой теоретической работой, я посчитал свое дело сделанным и решил на время сменить обстановку. Я принял приглашение провести один семестр в Гарварде в качестве приглашенного профессора. Дело было летом 1951 года. Вторую половину нашего крыла занимали супруги Ферми. Мы частенько с ними виделись. Вышло так, что в сентябре я, занимаясь приготовлениями к отъезду — разбирая и складывая письма, книги и документы — совсем забыл о важном вечернем собрании в кабинете Брэдбери, на котором должны были обсуждаться планы

дальнейшей работы и экспериментов. На следующее утро я узнал о случившейся на нем перепалке между Теллером и Брэдбери и о некоторых едких замечаниях, высказанных другими присутствующими учеными в ответ на довольно сумасбродные обвинения Теллера. Когда я заговорил об этом с Ферми, он ответил с присущим ему безмятежным спокойствием: «К чему тебе эти заботы, ты послезавтра уезжаешь». Это проявление олимпийского спокойствия весьма впечатлило многих моих друзей. Раби особенно восхищался логически невозможным отношением Энрико.

Дело Оппенгеймера, выросшее на почве бурных дебатов по водородной бомбе — хотя изначально вражда между Штраусом и Оппенгеймером возникла по личным и, возможно, пустяковым причинам — оказало огромное влияние на психологическое и эмоциональное состояние ученых.

Однажды я спросил Джонни, думает ли он, что Эйнштейн стал бы активно защищать Оппенгеймера во время неприятностей последнего. Джонни ответил мне, что ему так не кажется; он полагал, что в действительности Эйнштейн неоднозначно относится к некоторым поступкам Оппенгеймера и его делу.

Весьма трудно понять мотивы другого человека. Они могут быть продиктованы укоренившимися в нем убеждениями, политической ориентацией или даже приверженностью к научным или философским идеям. Так, я считаю, что некоторые из причин, по которым Оппенгеймер выступал против разработки водородной бомбы, не имели под собой исключительно моральные, философские или гуманные основания. Я мог бы цинично заметить, что он поразил меня до глубины как человек, который, однажды уже поспособствовав началу революции (а открытие ядерной энергии действительно заслуживает таких слов), не находит удовольствия в созерцании наступления еще более великой революции.

Анатолий Франс рассказывает где-то, как однажды в парижском парке он увидел старичка, сидящего на скамейке и читающего газету. Вдруг появилась группа молодых студентов, марширующих и выкрикивающих революционные лозунги. Старик разволновался и закричал, размахивая своей тростью: «Порядок! Полиция! Полиция! Прекратите!» Франс узнал его; в прошлом этот человек был знаменитым революционером.

У Оппенгеймера было немало сильных, интересных качеств; но в каком-то смысле он был глубоко несчастным человеком. Одним из его великих вкладов в теоретическую физику стала высказанная в теоретической дискуссии идея о так называемых нейтронных звездах, однако ее подтверждение вместе с открытием пульсаров — быстро вращающихся нейтронных звезд — состоялось через многие годы после его смерти.

Мне кажется, это и было трагедией Оппенгеймера. Ему были присущи скорее ум, восприимчивость и блестящий критицизм, чем глубокая оригинальность. Он угодил в свою собственную сеть — не политическую, но словесную. Он, скорее всего, преувеличивал свою роль, когда видел себя «Князем Тьмы, разрушителем Вселенных». Джонни нередко говорил: «Некоторые люди открыто признают свою вину, чтобы снискать славу за свой грех».

Об этих событиях написано немало очерков. В некоторых они извращены или преувеличены; другие, как официальная история КАЭ, довольно объективны. Но ни один из них не может быть полным, и, конечно, события, какими их видели их участники, представлены в них в различном свете. Это мое собственное изложение истории водородной бомбы, такой истории, какую пережил я сам и к которой, до определенной степени, имел самое прямое отношение.

Смерть двух первопроходцев

1952–1957

После одержимой, в какой-то мере, работы над «супер», сначала с Эвереттом, а затем с Ферми, и возвращения из семестрового отпуска, который я провел в Гарварде и который позволил мне возобновить отношения со своими старыми друзьями математиками, я переключил свое внимание на другие, «исключительно» научные проблемы.

Компьютеры еще были в новинку; лос-аламосский MANIAC был только закончен. Благодаря мастерству Джеймса Ричардсона, инженера из группы Метрополиса, эта модель была более удачной по сравнению с принстонской машиной фон Неймана, завершение которой затянулось из-за возникновения некоторых технических и инженерных проблем.

Как только машины были доделаны, Ферми, с присущей ему интуицией и огромным здравым смыслом, сразу же осознал все их значение в исследовании проблем теоретической физики, астрофизики и классической физики. Мы обсуждали этот вопрос самым подробным образом и решили попытаться сформулировать какую-нибудь задачу, которая была бы проста в своей постановке, но имела бы решение, требующее очень длинных вычислений, невыполнимых с помощью ручки и бумаги или существующих механических вычислительных устройств. Обсудив ряд возможных задач, мы остановились на одной типовой задаче, связанной с долговременным поведением динамической системы и требующей долгосрочного предсказания. В ней рассматривалась эластичная струна с двумя закрепленными концами, на которую действует не только обычная упругая сила деформации, пропорциональная деформации, но и малая по величине физическая нелинейная сила. Необходимо было выяснить, как после очень большого числа периодов колебаний эта нелинейность будет постепенно влиять на известное периодическое поведение колебаний в одной тональности, каким образом другие тональности струны приобретут свои

амплитуды и как, рассуждали мы, будет происходить термализация движение, имитируя, быть может, поведение жидкостей, которые, будучи вначале ламинарными, становятся все более и более турбулентными, пока, наконец, их макроскопическое движение не преобразовывается в тепло.

Джон Паста, недавно приехавший в Лос-Аламос физик, помогал нам в составлении блок-схем, программировании и обработке задачи на MANIAC. Ферми решил сам научиться программировать машину. В те дни сделать это было труднее, чем сейчас, когда уже существуют готовые программы и установленные правила, а сама эта процедура автоматизирована. Тогда же необходимо было учиться различным хитрым приемам. Ферми очень быстро овладел ими, а кое-чему научил и меня, хотя я уже и так знал достаточно, чтобы суметь оценить, какого рода задачи можно решать таким образом, определить их продолжительность в количестве этапов вычисления и понять принципы их выполнения.

Как оказалось, мы весьма удачно выбрали задачу. Полученные результаты в качественном отношении совершенно отличались даже от тех, что ожидал Ферми со своим глубочайшим знанием волновых движений. Первоначальная цель заключалась в том, чтобы посмотреть, с какой скоростью энергия струны, изначально заложенная в простой синусоидальной волне (нота бралась как один тон), будет постепенно создавать более высокие гармоники, и каким образом система придет в конечное хаотическое состояние, описывающее как форму струны, так характер распределения энергии среди более и более высоких тональностей. Но ничего подобного не произошло. К нашему удивлению, струна начала играть только на нескольких глухих нотах и, что, наверное, еще более поразительно, после нескольких сотен обыкновенных возвратно-поступательных колебаний она опять приняла почти ту же, что и в начале, синусоидальную форму.

Я знаю, что Ферми считал это «незначительным открытием», как он сам сказал. Но он собирался рассказать о нем через год, когда его пригласили прочесть лекцию Гиббса (весьма почетное событие на ежегодном заседании Американского математического общества). Он заболел еще до заседания, и эта лекция так никогда и не состоялась. Однако отчет по этой работе, написанный Ферми, Пастой и мной, все же был опубликован — как отчет о работе в Лос-Аламосе.

Я должен объяснить, что движение сплошной среды, какой, к примеру, является струна, можно исследовать с помощью компьютера, если представить, что струна состоит из конечного числа частиц — в нашем случае шестидесяти четырех или ста двадцати восьми. (Число элементов лучше представить в виде какой-нибудь степени двойки, так как это облегчает обработку на компьютере.) Эти частицы связаны друг с другом силами, которые

в дополнение к линейным по расстоянию слагаемым содержат также малые нелинейные квадратичные слагаемые. Затем машина быстро рассчитывает движение каждой из этих точек за короткие временные этапы. Вычислив одно положение, она переходит к другому временному этапу и вычисляет новое положение, и так повторяется много раз. Нет абсолютно никакого способа выполнить это вычисление вручную, на это ушли бы буквально тысячи лет. Совершенно неприемлемо здесь и решение в аналитическом виде с использованием математических приемов классического анализа девятнадцатого–двадцатого столетий.

Результаты были воистину поразительными. Множество попыток было предпринято для выяснения причин такого периодического и закономерного поведения, ставшего источником для существующей сегодня объемной литературы по нелинейным колебаниям. Работы по ним написали Мартин Крускал, физик из Принстона, и Норман Забуски, математик, работавший в телефонной Лаборатории Белла. Позднее свой блестящий вклад в эту теорию внес Питер Лакс. Все они провели интересный анализ проблем подобного рода. Математик знает, что так называемая возвращаемая динамическая система Пуанкаре, включающая в себя столько частиц, имеет гигантскую длину — фактически, в астрономическом масштабе — и то, что она так быстро возвращается в свое исходное положение, вызывает самое большое удивление.

Другой физик из Лос-Аламоса, Джеймс Так, решил проследить, начинается ли период, следующий за этим очень близким к первоначальному положению возвратом, снова из того же состояния, и что будет после этого второго «периода». Вместе с Пастой и Метрополисом он повторил всю процедуру, и, что удивительно, возврат произошел вновь, но с точностью, меньшей приблизительно на один процент. Такая картина повторялась и дальше, но после шести либо двенадцати таких периодов точность вновь начинала повышаться, что говорило о появлении некоего «суперпериода». Итак, за одной странностью последовала другая, ничуть не меньшая.

Исследовали и посвятили этой проблеме свои работы и другие ученые, в том числе несколько русских математиков. А в прошлом году я получил письмо из Японской Академии наук, испрашивающее разрешения перепечатать работу Ферми–Пасты–Улама. Я без колебаний дал свое согласие, и вскоре после этого в свет вышел целый том, в который вошли описания исследований этих вопросов, принадлежащие многочисленным авторам.

Не будет лишним заметить здесь, что Джон Паста был очень интересной личностью. Во времена Депрессии он, будучи физиком по профессии, несколько лет проработал патрульным полицейским в Нью-Йорке. В Лос-Аламосе он присоединился к моей группе. Обычно очень молчаливый, он мог иногда сказать что-

нибудь очень смешное и язвительное. Когда Джонни стал членом Комиссии по атомной энергии, он, оценив здравомыслие и способности Пасты, а также знание им обстановки в Лос-Аламосе, пригласил его вступить в КАЭ в Вашингтоне.

Джеймс Так был английским физиком, приехавшим в Лос-Аламос с Британской Миссией во время войны. Когда война закончилась, он вернулся в Оксфорд, однако потом вновь приехал в Лос-Аламос, чтобы включиться в работу лаборатории. Мы вместе работали над методом получения энергии при реакции синтеза без взрыва и написали во время войны совместную работу по этому вопросу, которая, возможно, до сих пор значится под грифом секретности.

Когда Так был очень молодым физиком, он какое-то время работал помощником Линдемана, ставшего впоследствии лордом Черуэллом, советником Черчилля по науке. У него сохранилась масса смешных и интересных историй из тех времен, и, надо сказать, он все еще с пылом защищает Черчилля от обвинений и критики. Мне он напоминает эксцентричных английских героев со страниц Жюль Верна и Карла Мэя. Он долговязый, с резкими и разболтанными движениями, и его неуклюжесть служит поводом для множества забавных происшествий, которые всегда очень веселят его друзей. Многие годы Так руководил в Лос-Аламосе программой по применению термоядерной энергии в мирных целях. Лаборатория и сейчас ведет активную работу по отысканию методов, позволяющих «тихо и мирно» получать энергию при синтезе ядер дейтерия.

Ферми хотелось рассмотреть еще одну задачу, но почему-то мы так и не сформулировали ее и не поработали над ней, как следует. Он сказал однажды: «Интересно было бы проделать что-нибудь чисто кинематическое. Представь себе цепь, состоящую из множества звеньев, жестких, но способных вращаться друг вокруг друга. Любопытно посмотреть, какую форму примет цепь, если бросить ее на стол, рассматривая при этом влияние исключительно начальной энергии и ограничительных связей, без каких бы то ни было сил».

В эти годы мы с фон Нейманом стали вместе проводить Рождество. Вошло в традицию, что в канун Рождества Джонни и Клари помогали нам собирать игрушки нашей дочки Клер, тогда еще совсем маленькой. Мне запомнился большой картонный кукольный дом, с которым мы провозились не один час. И Джонни, и, в особенности, я никак не могли разобраться в инструкциях, предписывающих вставить элемент А в элемент В. Я до сих пор не способен следовать печатным указаниям, будь то образец заполнения бланка или инструкция по сборке. А Джонни, напротив, их любил. В Принстоне он с готовностью соблюдал малейшие детали при конструировании компьютера MANIAC. По словам инженера Биглоу, Джонни изучил все электронные части и контролировал их

сборку. Однако когда машина была почти закончена, он, я помню, пошутил на ее счет и, выходит, и на свой тоже. Он сказал мне: «Не знаю, насколько полезной окажется эта штука. Но, во всяком случае, с ней можно будет заработать отличную репутацию в Тибете, если запрограммировать и прогонять «Ом Мане Падме Хум» [О, ты цветок лотоса] по сто миллионов раз за час. Получится намного больше, чем можно ожидать от молитвенных кругов».

Еще одно Рождество мы провели вместе в 1950 году. Чтобы отпраздновать конец десятилетия и первой половины века, Франсуаза, Клер, я и фон Нейманы взяли недолгий отпуск и поехали в Гуаймас, в Мексику. Мы условились встретиться в местечке Лас-Крусес на юге Нью-Мексико, куда они должны были приехать прямо из Принстона, чтобы продолжить путешествие всем вместе. В Лас-Крусес был старый бордель, построенный еще в 1890 году и после войны переделанный в гостиницу, в которой мы все и остановились. Комнаты были обставлены как в старые времена, а вместо номеров на дверях были написаны женские имена: Хуанита, Розалия, Мария. Посередине вестибюля висели качели — очевидно, девушки взбирались на них прямо с внутреннего балкона. Нам с Джонни показалось, что они похожи на знаменитый маятник Фуко, и мы тогда позволили себе не совсем приличную и весьма мудреную шутку, которую я не могу позволить себе привести здесь.

На пути к Гуаймасу мы развлекались, придумывая язык, который мы окрестили как «неокастильский». Поскольку мы не знали испанского, он состоял из английских слов с латинскими окончаниями, например слово «el glaso» соответствовало английскому «glass». Но, к своему великому удивлению и удовольствию, мы узнали, что в некоторых случаях это действительно срабатывало, и у нас получались самые настоящие испанские слова. Путеводитель по Мексике от Терри, в особенности его описание, также обеспечил нам немало веселых часов. В одном особенно выразительном отрывке описывалась волшебная «райская роща Соноры», которая, когда мы проезжали мимо, предстала перед нами жалкой рощицей деревьев в сухой песчаной местности, которую вовсе не населяли «многочисленные и разнообразные экзотические и тропические птицы». С тех пор это выражение вошло у нас в пословицу и означало разочарование. Когда бы мы не слышали о чем-то, что не оправдало ожиданий в математике или в физике, мы понимающе говорили друг другу слова «bosque encantado» («райская рощица»).

В 1951 или 1952 году, задолго до запуска Спутника, я побывал на собрании комитета по МБР (межконтинентальным баллистическим ракетам) в Вашингтоне. Присутствующих было человек двадцать. Гамов был одним из самых важных участников. Были также Джонни и Теллер. Это было секретное собрание, проходившее в одном из кабинетов Пентагона. Джонни сидел рядом со мной за

длинным столом. Обсуждался вопрос о том, как управлять ракетами. Теллер предложил химическую траекторию движения к цели. Гамов назвал ее «вынюхиванием» пути. Каждый предлагал свою идею. Я предложил «баллистические снаряды», траекторию которых можно было бы корректировать несколько раз за весь путь по мере необходимости. Джонни, я помню, спросил меня тогда: «Неужто не лучше хорошо целиться с самого начала?» В ответ я напомнил ему о знаменитой работе Гаусса по орбитам планет, которые он рассчитал после нескольких наблюдений. Он быстро обдумал это — всего лишь несколько минут — и пришел к выводу, что этот метод и в самом деле лучше.

Я также заметил, что некоторые из присутствующих зашептались при моем упоминании о баллистических снарядах, и догадался, что этим уже занимаются. Однако рассказывать обо всем, над чем шла работа, никто не собирався, и решение проблемы виделось участникам собрания в разном свете. В этом месте я должен упомянуть об одном качестве фон Неймана, которое, похоже, многих приводило в недоумение. Я говорю его отношениях с военными. Он прекрасно ладил с генералами и адмиралами и, по-видимому, восхищался ими. Перед тем как самому занять должность и стать членом КАЭ, он тратил огромное время, консультируя одно военное учреждение. Я как-то спросил его: «Джонни, как так может быть, что на тебя производят впечатление даже низкого ранга офицеры, в которых нет ничего примечательного?» И, чтобы сказать что-нибудь не слишком лестное и о себе, добавил, что сам я более всего восхищаюсь символами богатства и влияния, к примеру, Дж. П. Морганом, когда он шел в 1936 году в процессии выпускников на церемонии празднования столетней годовщины со дня основания Гарварда. Мне и раньше случалось видеть многих замечательных и прославленных ученых и художников, но вид этого человека, который был миллиардером и обладал огромной властью, действительно внушил мне благоговейный страх. Но я вернусь к своему размышлению о восхищении, которое Джонни испытывал перед военными. По-моему, большей частью это можно объяснить его восхищением властью имеющими. Это не так уж необычно для людей, которые проводят всю свою жизнь в размышлениях. Во всяком случае, было очевидно, что он преклоняется перед людьми, способными влиять на события. Кроме того, будучи мягким человеком, он, я думаю, питал тайное восхищение перед организациями или людьми, которые могли проявлять жестокосердие и безжалостность. Он высоко ставил, а может быть, и завидовал тем, кто, скажем, умел на собрании преподносить свое мнение и вести себя так, чтобы повлиять не только на мнение других, но и на принятие конкретного решения. Сам он был не очень сильным или страстным спорщиком на собраниях комитета, уступая тем,

кто был более настойчивым. В целом, он предпочитал избегать споров.

То были дни контрактов на военные разработки. Зачастую их заключали даже с математиками. Но мы с Джонни считали, что некоторыми учеными, предлагавшими свои услуги и описывавшими, каким благом для интересов государства были бы намеченные ими исследования, двигала на деле лишь настоящая научная лобознательность да большое желание написать пару научных работ. Утилитарные цели были, по большей части, всего лишь предлогом. Нам все это напоминало анекдот о еврее, который захотел зайти в синагогу во время еврейского праздника. Чтобы занять место на скамье, необходимо было сначала заплатить, поэтому он попытался проскользнуть внутрь, сказав охраннику, что ему нужно сообщить мистеру Бламу, что его дед серьезно заболел. Охранник, однако, не поверил ему, сказав: «Ganev, sie wollen beten» [«Ты вор! Ведь на самом деле ты хочешь молиться»]. Мы находили это милой абстрактной иллюстрацией данной ситуации.

Гамов, который жил в Вашингтоне, был консультантом научно-исследовательской лаборатории военно-морского флота. Одна из первых моих так называемых деловых поездок в Вашингтон предусматривала консультацию с ним. По его просьбе я выступил с докладом о методе Монте-Карло; также мы обсуждали моделирование ситуаций, связанных со сражением на суше. Он интересовался и много занимался изучением танковых сражений. Метод Монте-Карло ему пригодился в моделировании ландшафтов, которые он окрестил Стэншафтами.

Он жил в пригороде со своей первой женой Ро и обычно говорил мне: «Давайте встретимся на Чебышев-серкл». Конечно же, он имел ввиду Чеви Чейз. (Чебышев был русским математиком, и он называл это место именно так.) Постепенно у него с Ро стали возникать семейные неурядицы, и они в конце концов развелись. Он переехал в спартанское жилище в Космос Клуб, единственным достоинством которого было обилие газет и журналов для членов клуба. Однажды я получил от него грустное письмо, в котором он писал, что живет один, а на его дом повесили табличку «Продается».

Лето 1954 года Ферми проводили в Европе — то во Французском физическом институте недалеко от Шамони, то в Варенне в Италии, где после смерти Ферми был основан институт, носящий его имя. Сейчас в Институте им. Энрико Ферми проводятся конференции по текущим вопросам физики высоких энергий и физики частиц — двух областей, родившихся ближе к концу его жизни.

Если я не ошибаюсь, тем летом Ферми обратился с прошением о предоставлении субсидии на выполнение исследовательской работы и получил отказ, что вызвало у него некоторую досаду.

Мне этот отказ показался крайне странным, равно как и немислимый поступок правительства, вышлатившего Ферми жалкую компенсацию за использование его патента на получение изотопов. Как-то он сказал мне, что он и его сотрудники рассчитывали на получение от правительства около десяти миллионов долларов. С этими деньгами они хотели организовать фонд для итальянцев, чтобы те могли учиться в Соединенных Штатах. Но тогда, по его словам, им еще не выплатили ни цента. Когда же, в конце концов, деньги пришли, сумма оказалась настолько малой, что ее, насколько я помню, едва хватило на оплату юридических услуг.

Мы договорились встретиться с Ферми в Париже, где они собирались пробыть несколько дней и оттуда проехать на двух машинах часть пути на юг. Они намеревались взять напрокат маленький фиат, однако директор корпорации «ФИАТ» в Париже с большим почтением предоставил ученому диковинный восьмискоростной автомобиль. Ферми тогда предложил мне проехаться по набережным и по улице де Риволи и испытать машину на всех восьми скоростях.

Здоровье Энрико к тому времени было не самое лучшее. В предыдущее лето, которое они провели в Лос-Аламосе, его жена Лаура обратила внимание на его плохой аппетит и заволновалась. Он стал менее энергичным в физических упражнениях и играх в теннис, которые раньше очень любил. Однако никаких других физических симптомов не было, и Лаура объяснила это переживаниями в связи со спорами, которые разгорелись вокруг водородной бомбы и дела Оппенгеймера, а также его скептицизмом и пессимизмом в отношении общего состояния мировой политики. Она надеялась, что летний отдых вдали от дома пойдет ему на пользу.

Ферми всегда жили просто и скромно, и в Париже, как мы заметили, они вовсе не тяготели к частому посещению «хороших» и дорогих французских ресторанов. В то лето Энрико и в самом деле был равнодушен к еде. Нам также не удалось уговорить их остановиться в одном из первоклассных отелей, которые они, безусловно, могли позволить себе с куда большей легкостью, чем мы в те дни. Отправившись вместе в небольшую поездку на пару дней, мы последовали их примеру и остановились вместе с ними в простом номере скромной маленькой гостиницы в Валле дю Кузен в 150 милях к югу от Парижа. Удивительно, как иногда запоминаешь обстановку. Стоял поздний вечер, небо было звездным, рядом журчал ручей, а мы сидели на террасе и обсуждали дело Оппенгеймера. Все время, пока мы говорили, Ферми смотрел на яркую звезду или же один лишь источаемый ею свет, когда временами он поворачивал голову так, что звезда скрывалась за проводами, натянутыми меж двух домов.

Мы все сходились во мнении, что это дело в конце концов приведет к «канонизации» Оппенгеймера; что он станет великим мучеником, а его обвинители будут прокляты. И Ферми, и фон Нейман, судя по всему, были полностью на стороне Оппенгеймера и защищали его от обвинений, хотя ни тот, ни другой не были самыми близкими его друзьями или особыми почитателями. Ферми не слишком впечатляли его физические достижения, довольно сдержанно относился он и к его политическим взглядам. Но в то же время он считал, что с Оппенгеймером обошлись очень низко. Мы также рассуждали о позиции Эдварда Теллера, а еще я спросил его о том, каким он видит будущее. Он неожиданно посмотрел на меня и сказал: «Не знаю. Я буду смотреть на него оттуда», указывая на небо. Догадывался ли он о своей опасной болезни? Если и догадывался, то никогда не говорил о ней и не выглядел больным. Его слова поразили меня как гром среди ясного неба, особенно когда он повторил их еще раз в нашем разговоре об основах физики, тайнах частиц микромира, поведении мезонов и о его интересах, переключившихся с вопросов ядерной структуры на другие, предположительно более фундаментальные вопросы физики частиц. Он тогда опять сказал: «Я узнаю об этом уже там». На следующий день мы расстались — Ферми двинулись на восток к Греноблю и Лез-уше, а я, Клер, Франсуаза и ее брат на юг, собираясь провести отпуск в Ля-Напуль, что на Французской Ривьере недалеко от Канна.

В конце лета мы вернулись в Соединенные Штаты и узнали, что Ферми тяжело болен, что сразу по его возвращении в Чикаго ему сделали исследующую операцию и обнаружили запущенный рак пищевода и желудка. Некоторые его друзья полагали, что рак могла вызвать его ранняя работа с радиоактивными материалами, когда меры предосторожности соблюдались не очень тщательно. А я тогда подумал, не была ли его привычка глотать с трудом, которую я изредка замечал за ним и считал внешней формой самоконтроля, связана с физическими затруднениями.

Я поехал в Чикаго, чтобы навестить его. В больнице я застал его сидящим в кровати, в вены на его руках были вставлены трубки. Но он мог говорить. Его болезнь быстро прогрессировала. Он улыбнулся, видя как я вхожу, и сказал: «Стэн, все идет к концу». Я не в состоянии описать, насколько меня потрясали эти слова. Я постарался сохранить самообладание и даже сделал хилую попытку пошутить. Затем мы около часа беседовали на разные темы, и все это время он говорил смиренно, и при данных обстоятельствах с нечеловеческим спокойствием. Он сказал, что день назад к нему приходил Теллер, и, добавил он в шутку, «я попытался спасти его душу». Обычно священник спасает душу умирающего; с Ферми, поведавшим Теллеру о людских толках насчет него и водородной бомбы, все вышло наоборот. Возможно, их разговор

возымел какое-то действие, поскольку вскоре после смерти Ферми Теллер написал статью под названием «Работа многих», смягчая притязания Шепли и Блэра. Во время моего посещения в комнату заглянула Лаура, и я, надо сказать, поразился их обыкновенному разговору о каком-то бытовом приборе.

Мы поговорили еще, и я до сих пор помню, как он сказал тогда, что, на его взгляд, он уже сделал две трети положенной ему в этой жизни работы независимо от того, сколько еще он мог бы прожить. Он добавил также, что немного сожалеет о том, что не уделял больше времени общественным делам. И было очень странно слышать, как он дает оценку своей собственной деятельности — он был словно кем-то посторонним. И я снова почувствовал, что эту сверхобъективность он развил в себе, благодаря своей исключительной силе воли.

Разговор каким-то образом зашел о прогрессе в медицине. «Знаешь, Стэн, возможно, мой шанс выжить и не равен нулю, но все же он не тянет и на один из ста», — сказал он. Я вопросительно взглянул на него, и он продолжил: «Думаю, что лет через двадцать изобретут химическое лекарство против рака. У меня же только два или три месяца и, принимая равномерное распределение вероятностей, отношение этих отрезков времени равно сто к одному». Это была его характерная особенность — пытаться все обращать в числа — даже там, где это кажется невозможным. Я полушутя заговорил о том, возможно ли, что лет этак через тысячу прогресс достигнет таких высот, что можно будет воссоздать людей, живших ранее, по генам их потомков, собирая все характерные особенности — составляющие личности — и физически их воссоздавая. Ферми согласился со мной, но добавил: «А как же память? Как возратить в мозг все воспоминания, определяющие натуру любого индивидуума?» Сейчас эта дискуссия кажется нереальной и даже сверхъестественной, и в том, что мы заговорили на эту тему, есть, отчасти, моя вина, но в тот момент эта беседа возникла совершенно естественно после его немислимо беспристрастных размышлений о себе и о смерти. Потом я навестил его еще раз, уже с Метрополисом; когда мы выходили из палаты, у меня в глазах стояли слезы. Лишь строки Платона о смерти Сократа могли достойно описать эту сцену, и я, перефразировав слова Крития, сказал Нику: «Итак, умер один из известнейших мудрецов».

Вскоре Ферми умер. Немногим позже его смерти я опять проезжал через Чикаго и навестил Лауру. Когда я давал шоферу ее адрес, то добавил, что это дом вдовы знаменитого итальянского ученого, который совсем недавно умер. Шофер, который оказался итальянцем и читал обо всем в газетах, категорически отказался брать с меня плату. И лишь когда я сказал ему, что он может потратить деньги на какое-нибудь доброе дело, он согласился.

Сразу после того, как Джонни получил предложение стать членом КАЭ и перед тем как он принял его и в 1954 году вступил в должность, у нас состоялся долгий разговор. Он благоразумно воздерживался от разговоров о своем принятии из-за развития дела Оппенгеймера. Ему также было известно, что большинство ученых не одобряет действий адмирала Штрауса и не разделяет крайних взглядов Теллера. Кроме того, некоторым наиболее либеральным членам ученого сообщества не нравились прагматические и промилитаристские взгляды Джонни, не были они в восторге и от его близости к работе с атомной энергией в общем, и к Лос-Аламосу в частности, выражая особое недовольство его участием в работе над атомной и водородной бомбами. Он знал, что это убеждение разделяли также некоторые из его принстонских коллег и боялся, что оно еще окрепнет, если он войдет в Комиссию по атомной энергии. Все это было несмотря на то, что он с большой активностью защищал Оппенгеймера, хоть и не питал к нему особой личной симпатии, и давал очень точные, смелые и толковые показания по его делу.

Решение войти в КАЭ стоило Джонни многих бессонных ночей, и как-то днем, во время нашей двухчасовой поездки в каньон Фриджолес, он поделился со мной своими сомнениями и спросил моего мнения. Он сказал в шутку: «Я буду *commissionaire* (комиссионером)» (французское слово, которое переводится как «мальчик-посыльный»). Ему льстило и внушало гордость то, что ему — уроженцу другой страны — доверят высокое правительственное положение, предполагающее огромное потенциальное влияние в управлении обширнейшими областями науки и технологии. Эта деятельность, он знал, могла иметь огромное государственное значение. И он, при столь сильном уме, действительно мог принести громадную пользу, отыскивая самое ценное в существующих программах и начиная новые. Штраус, будучи его другом и настояв на том, чтобы он принял предложение, должен был бы поддерживать его взгляды и идеи. Кроме того, в характере Джонни присутствовала черта, свойственная тевтонцам: его впечатлял бюрократизм. Как бы то ни было, он оказался меж двух огней: чувство гордости, внушаемое надеждой сделать нечто хорошее и полезное, и страх быть причисленным своими коллегами к меньшинству научного сообщества и к карьеристам. Вступление в должность предполагало взятие отпуска в Институте, а также некоторые финансовые убытки. Однако о подробностях тех обещаний, которые, возможно, дал ему Штраус или о давлении, которое он мог на него оказать, мне ничего не известно.

Позже я задумывался над тем, не могло ли это решение, а с ним, как его следствие, и глубокие душевные переживания, и нервное напряжение, ускорить начало смертельной болезни, которая в скором времени поразила его. Было очевидно, что этот шаг

отразился на его физическом состоянии, т. к. в нем были заметны вялость и упадок сил. Вдобавок значительно прибавилось физических нагрузок. Я не думаю, что когда-либо раньше ему приходилось работать с 8 утра до 5 вечера на одном месте и каждый день участвовать в нескольких собраниях. Как бы упорно не работал он прежде, он делал это по своему собственному желанию и распоряжался своим временем сам. Первые признаки того, что с его здоровьем творится что-то неладное, появились после того, как он стал членом Комиссии. Все те годы, что я знал его, он всегда казался вполне здоровым человеком. Он хорошо спал, много работал, мог есть и пить вволю, не опасаясь дурных последствий, и лишь изредка схватывал простуду. Не думаю, что он был ипохондриком. Его, напротив, очень мало беспокоило свое физическое состояние, не считая зубной боли и случайных простуд, и лишь однажды он показал мне письмо от доктора Яноса Плеша, с которым он переписывался по поводу своей почки. Как-то, во время одной из наших многочисленных прогулок в каньоне Фриджолес он, проходя мимо сплошь увитого лозой дерева, заметил, как, должно быть, ужасно чувствовать себя опутанным, пойманным в ловушку, и не способным шевельнуться. Я вспомнил эти слова позже, когда его парализовало.

Потом до меня дошли неясные слухи о его болезни. Я спросил об этом Теллера, но услышал лишь уклончивые ответы и невразумительное бормотание, которое я даже не смог разобрать. Тогда я позвонил в Джорджтаун, но и Клари одарила меня какой-то неубедительной коротенькой историей. Я уже не мог избавиться от подозрений о чем-то ужасном. Позже я узнал, что Джонни специально распорядился, чтобы мне не говорили о том, что у него развивается рак, о том, что однажды, когда он работал у себя в кабинете, его плечо поразила жесточайшая боль, настолько сильная, что он едва не потерял сознание. Боль прошла, но он поехал в Главную массачусетскую больницу в Бостоне, где из его ключицы удалили ракообразную опухоль, возможно уже второй степени. Вскоре он оправился от операции и приехал в Лос-Аламос, как оказалось, в последний раз. Мне тогда все еще не говорили о том, что с ним случилось.

Он пришел к нам домой, и я заметил, что он слегка прихрамывает. Он явно казался озабоченным и взволнованным. В нем читалась грусть, и он часто оглядывался вокруг, словно думал о том, что это его последний приезд, и хотел запечатлеть в своей памяти окружающую природу, горы, места, которые он так хорошо знал и где пережил так много интересных и приятных моментов. Но обо всем этом я подумал уже позже. Вместе с тем он не мог не пошутить насчет своего присутствия в Лос-Аламосе в качестве представителя комиссии. Да, теперь он приехал туда для того, чтобы думать не только о научных вопросах, но и об очень прозаич-

ных административных делах. О том, что это уже не был научный визит, а скорее инспекторский выезд, говорил и Раби, который тогда тоже был в городе. Перед его уходом Франсуаза показала ему недавно сделанную фотографию Клер, восседающей на своем велосипеде. Он спросил, можно ли ему взять это фото с собой. Я смотрел из окна, как он возвращается в гостиницу через сад, и определенно чувствовал, что в его голове роятся мрачные и унылые мысли.

Спустя несколько недель, во время одного из моих приездов в Вашингтон, Джонни пригласил меня позавтракать с ним. За столом он рассказал мне о том, что врачи обнаружили у него рак и описал его разновидность. Это стало для меня страшным потрясением. Я сказал ему, что у меня были нехорошие подозрения насчет его здоровья, и что почему-то я подозревал диабет или какую-нибудь сердечную болезнь. Я отвернулся, чтобы скрыть, насколько мне было тяжело в ту минуту, но он все равно заметил это и принялся рассказывать шуточную историю об одной женщине из Будапешта, у которой заболела служанка. Женщина послала за доктором, и тот сказал, что у ее служанки сифилис. «Ну слава Богу, — сказала она — а я уже боялась, что у нее корь, и она заразит моих детей». Во время этого печального завтрака он, как и всегда, проявлял огромную силу воли и по его виду вовсе нельзя было сказать, что он сдался болезни. Я был потрясен и все думал, выздоровеет ли он.

В мой следующий приезд я навестил Джонни в его доме. Дом в Джорджтауне, который он снимал, во многом отличался от его принстонского дома. Маленький, очень похожий на голландские дома семнадцатого столетия, выложенные черно-белой плиткой, как на некоторых полотнах Вермера¹. Он все еще работал в КАЭ, однако передвигался с большим трудом и вскоре вынужден был пересест в инвалидную коляску. Друзья и даже врачи подумывали о присутствии в его болезни психосоматического фактора. О том, какая разновидность рака у него была, с достоверностью так никогда и не определили. Сам я никогда не узнал всей истории; да и не думаю, что об этом много знали другие. Клари никогда не распространялась об этом. Как мне говорили, все началось с простаты, а в конечном счете развились метастазы, так что его частично парализовало.

Во время своей болезни Джонни не рассказывал мне о важной работе, которую он проводил в комитете по МБР; лишь позже я узнал, что он был его председателем, и что этот комитет называли Комитетом фон Неймана. Поскольку его болезнь прогрессировала, некоторые собрания проходили прямо в его доме, а позже в Отеле

¹Вермер Делфтский Ян (1632–75) — голландский живописец, работал в Делфте. — *Прим. ред.*

Виднер, куда фон Нейман переехал, чтобы быть поближе к больнице Уолтера Рида, где он проходил лечение. До самого конца он сохранял полную осторожность. Несмотря на то, что я был, пожалуй, одним из самых близких его друзей, он никогда не затевал со мной разговора на секретные или военные темы, в которые сам я не был посвящен. Обычные наши беседы касались либо математики, либо его новых интересов в теории автоматов. Эти дискуссии начались случайно и без всякой основы еще до начала войны, когда такие предметы, как теория автоматов, вряд ли существовали вообще. Немало дискуссий по этим вопросам у нас было и после войны, до его болезни. Я поделился с ним кое-какими из своих собственных идей об автоматах, состоящих из клеток в устройстве типа кристалл. Описание этой модели представлено в книге под названием «Клеточные автоматы» («Cellular Automata») под редакцией Артура Беркса, а также в собственной книге Беркса по теории автоматов. В те времена считали, что в одном лишь маленьком участке человеческого мозга находится до 10^{10} нейронов, и что некоторые нейроны снабжены сотнями, а в центральной области, возможно, и тысячами связей с другими нейронами. И мы постоянно удивлялись всей сложности организации мозга. Сейчас известно о том, что таких связей между каждым из нейронов и другими нейронами обнаружено тысячи, а в некоторых местах до пятидесяти тысяч и даже более. И каждый нейрон, который тогда считали простеньким устройством с операциями «да» либо «нет», сейчас считают сложным органом с гораздо большим количеством функций. За пятнадцать лет, последовавших за смертью фон Неймана, появилось еще больше фактов; вся структура в целом представилась еще более поразительной, более невероятной, чем казалось в ту пору. Джонни уже не довелось стать свидетелем открытий, последовавших за работой Крика и Уотсона над структурой цепочек ДНК в ядре клеток и над кодом, который они содержат. И этот прогресс будет продолжаться с улучшением нашего понимания анатомии и физиологии и приведет к возникновению новых областей математического исследования.

Очевидно, что представления Джонни о будущей теории автоматов и организмов своими корнями уходили далеко в прошлое, однако более конкретные свои идеи он развил лишь, когда начал работать с электронными машинами. Одним из мотивов, побудивших его к столь спешной разработке электронных компьютеров было, я думаю, его восхищение работой нервной системы и организацией самого мозга. Несколько сотрудников собрали после смерти Джонни его статьи, посвященные основам теории автоматов. Но его посмертно изданная книга о работе мозга содержала лишь скудные наброски того, над чем он собирался размышлять. Эта земля обетованная уже виделась ему, но он вряд ли успел шагнуть в нее — так преждевременно он ушел из жизни. Гран-

диозные достижения в молекулярной биологии пришли слишком поздно, что не оставило ему шанса узнать о ней очень многого и войти в эту область, которая, я знаю, его завораживала.

Другой источник стимуляции происходил из его интереса к теории игр. Возможно, изначально она возникла благодаря только лишь любопытству, но, на мой взгляд, в недалеком будущем общая теория конкуренции, борьбы за выживание и эволюции образует целый класс новых математических задач и новых моделей мышления, описывающих схемы развития биологических процессов через понятие, называемое сейчас эволюционной конкуренцией по принципу «естественного отбора». Одним из главных начинаний фон Неймана в этой области стала разработка и создание им новых моделей вероятностной теории игр, а в особенности исследование правил коалиции. Эти идеи он развил вместе с Оскаром Моргенштерном, экономистом из Принстона, в их монументальном труде «Теория игр и экономическое поведение». («Theory of Games and Economic Behaviour»).

Сейчас процесс увеличения сложности в науке продолжается, и нет никаких знаков, свидетельствующих о его замедлении. Будет ли он развиваться беспредельно или пойдет когда-нибудь на убыль — большой вопрос. Это часть проблемы противопоставления бесконечности конечному миру.

Последние месяцы своей жизни Джонни провел в больнице Уолтера Рида. Он занимал очень большую палату, предназначенную для высокопоставленных правительственных чиновников. Осенью 1956 года мы опять жили в Кембридже, поскольку я, взяв очередной отпуск в Лос-Аламосе, занимал должность приглашенного профессора в МТИ. Несколько раз мне удалось съездить в Вашингтон и навестить его. Во время одного из таких приездов мы вновь заговорили о возрасте. Он размышлял о том, сколько еще творческой и оригинальной работы он мог бы сделать, если бы остался жить. Я попытался приободрить его, сказав, что он и теперь может выполнить, по крайней мере, половину этой работы.

Удивительно, но когда тремя годами раньше я был у Ферми в чикагской больнице, наш разговор с ним зашел о том же. Ферми тогда спокойно сказал, что, на его взгляд, он уже проделал большую часть своей работы. Как по-разному смотрели в будущее два этих великих человека или, во всяком случае, выражали или скрывали свои чувства!

В тот самый мой приезд я по ошибке направился в другой конец больничного коридора, правда, на том же этаже, и вошел в прихожую палаты, где сидели двое военных. Они посмотрели на меня удивленно и вопрошающе. Я сказал, что пришел навестить своего друга, и их лица приняли недоверчивое выражение. Когда же я добавил «доктора фон Неймана», они заулыбались и указали мне правильную палату. Как оказалось, я зашел в президент-

скую палату, где в тот момент лежал после сердечного приступа президент Эйзенхауэр. Добравшись, наконец, до палаты Джонни, я рассказал ему об этом. Его это развеселило. Он нашел забавным находиться в месте, симметрично противоположном местоположению президента Соединенных Штатов.

Несколькими месяцами раньше у меня был разговор с адмиралом Штраусом о том, какой была бы жизнь Джонни, если бы он оправился достаточно, чтобы выписаться, но недостаточно, чтобы возобновить свою работу в Комиссии. Нам хотелось ободрить его новой обстановкой и перспективой какой-нибудь другой, отличной от правительственной, деятельности. Штраус, хоть и не верил в наступление полного выздоровления, посодействовал получению для него предложения специальной профессуры в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе. Эта перспектива в какой-то мере отвлекла и приободрила Джонни.

Он никогда не жаловался на боль, но перемена в его отношении, высказываниях, отношениях с Клари и всем его настроении была ужасна. В один момент он стал строгим католиком. К нему приходил и беседовал монах-бенедиктинец. Позже он попросил иезуита. Очевидно, между тем, что он мог обсуждать вслух и логически с другими и тем, что относилось к его внутренним мыслям и переживаниям о самом себе, лежала огромная пропасть. Это было написано на его лице. Обычно Джонни был законченным агностиком, хоть иногда мог испытывать ощущение таинственного и чудесного. Однажды, когда Клари в моем присутствии упрекнула его в непомерной самоуверенности и чрезмерно высокой оценке своих умственных достижений, он ответил, что его, напротив, переполняет восхищение чудесами природы и эволюции мозга, в сравнении с которым все, что делаем мы, кажется малым и незначительным.

Но к тому времени он уже был болен, очень болен. Я бывало сидел рядом с ним и пытался отвлечь его. Он все еще проявлял некое научное любопытство, казалось, его память все еще работает спорадически и временами до ужаса хорошо. Мне никогда не забыть одной сцены, которая произошла за несколько дней до его смерти. Я по-гречески читал ему с его потертой рукописи рассказ Тацита о нападении афинян на остров Мелос — особенно любимый им рассказ — а также речь Перикла. Он помнил все весьма хорошо и поправлял меня, когда местами я ошибался или неправильно произносил слова.

Джонни умер в больнице Уолтера Рида 8 февраля 1956 года. В Принстоне, где его похоронили, отслужили короткую католическую службу, а Штраус произнес краткий панегирик. После похорон немногие из нас собрались в его доме. Там было несколько математиков, в том числе его старый друг Джеймс Александер, который оправился от болезни, несколько похожей на ту, что

некогда поразила меня в Лос-Анджелесе, Ата Сельберг, специалист в теории чисел, Льюис Дель Сассо, инженер, участвовавший в создании MANIAC, и миссис Горман, его секретарь из института, проработавшая у него долгое время. Франсуаза поехала в Вашингтон, чтобы несколько дней побыть с Клари и взяла с собой Клер. Присутствие ребенка, которого Клари просто обожала, сразу же помогло ей отключиться от страшных месяцев, предшествовавших смерти ее мужа.

Фон Нейман был замечателен в своей универсальности. Мне доводилось знать замечательных математиков, проявлявших весьма ограниченную любознательность в других науках, но он был не таков.

Слава и репутация фон Неймана как математика и ученого твердо и уверенно выросли со времени его смерти. Даже больше, чем его непосредственное влияние на математические исследования, становятся легендарными необычайная многогранность его интересов и научных изысканий, его мягкость и его фантастический мозг. Он, конечно, уже при жизни сделал себе громкое имя и пожал все лавры, какие только мог ему дать математический мир. Но у него были и завистники. Он не был тем, кого можно было бы назвать математиком математиков. Пуристы встретили протестом его интересы, вышедшие за рамки чистой математики, когда, еще очень и очень молодым, он потянулся к приложениям математики и написал о проблемах квантовой теории.

Лично я никогда особенно не восторгался его работой по гильбертовым пространствам или непрерывной геометрии. Это вопрос вкуса, и во времена, когда я сам был почище любого пуриста, я добродушно пошутил по поводу некоторых его работ с математическими приложениями: «Наверное, ты остановишься только тогда, когда дело дойдет до приложений математики в зуболечении».

Однако в его интересах не было ничего мелкого, а его прекрасное чувство юмора не позволило ему отклониться от основных доктрин математики. В этом отношении он был уникален, как были уникальны его ум, широта интересов, исключительное понимание той разницы, что существует между разовой технической работой и великими линиями жизни самого математического дерева и его ролью в человеческом мышлении.

Умерли Банах, Ферми, фон Нейман. Не стало трех великих людей, более всех впечатливших меня своими умами. Наступили воистину печальные времена.

ЧАСТЬ IV

ПОСЛЕДНИЕ
ПЯТНАДЦАТЬ ЛЕТ

Правительственная наука

1957–1967

Писать о недавно пережитых событиях намного сложнее. Ретроспектива слабеет, все труднее отделять важное или закономерное от случайного. И потому мой рассказ о последних пятнадцати годах будет короток, а люди и события, которым я его посвящу, будут выбраны мною даже с большей спонтанностью, чем в воспоминаниях и размышлениях из предыдущих глав этой книги.

В 1957 году я вернулся в Лос-Аламос после годичного отсутствия, во время которого я работал в МТИ, и Брэдбери предложил мне занять одну из двух вакансий на недавно учрежденную должность советника директора лаборатории по вопросам исследований. Другим советником стал физик Джон Мэнли, в войну занимавший в Лос-Аламосе важные административные посты и захотевший вернуться в Нью-Мексико после длительного отсутствия, вызванного работой в университете Вашингтона в Сиэтле, где он имел профессорскую должность. В административном плане советники по вопросам исследований занимали то же положение, что и руководители отделов лаборатории, и их обязанности состояли в наблюдении за исследовательской работой всей лаборатории, то есть различных ее отделов: теоретического, физического, химического, металлургического, здравоохранительного, отделов по разработке оружия и ядерных ракет («Rover») и др. Вместе мы пытались направлять различные программы лаборатории. Это была напряженная, разносторонняя работа, и я значительно расширил круг своих интересов, разговаривая со многим людьми об их исследовательской деятельности. Я пробыл на этой должности до 1967 года, после чего ушел из Лос-Аламоса на факультет математики Колорадского университета в Боулдере. В лаборатории нас с Мэнли прозвали RASU и RAJM¹.

¹RASU — Research Advisor Stanley Ulam — Советник по вопросам исследований Стэнли Улам. RAJM — Research Advisor John Manley — Советник по вопросам исследований Джон Мэнли. — *Прим. ред.*

Благодаря своей административной роли в Лос-Аламосе, а позднее своей деятельности в качестве декана математического факультета в Боулдере, я стал лучше понимать и ценить своих друзей и знакомых, погрязших в административных обязанностях, и даже сочувствовать им. В свои молодые годы я проявлял типичное скептическое отношение к большинству заведующих кафедрами, деканов, ректоров, директоров и других людей, занимающихся подобного рода деятельностью. Были, конечно, и исключения. Одним из них был Дж. Карсон Марк, занимающий с сороковых годов пост руководителя теоретического отдела в Лос-Аламосе. Марк — канадский математик, приехавший в Лос-Аламос с Британской Миссией к концу войны. Через несколько лет он получил американское гражданство. Он с замечательным спокойствием и объективностью вытерпел самые острые моменты в разногласиях с Теллером. Это один из немногих известных мне математиков, в широком смысле понимающих проблемы физики и связанной с ней технологии. Его управление теоретическим отделом было примером разумного управления группой ученых без настойчивых попыток делать упор исключительно на ту работу, выполнение которой предписано в программе. Он мог поощрять научную работу в областях, лишь косвенно связанных с задачами лаборатории, а также уважал теоретическую физику и особенно прикладную математику. (Кстати говоря, он был постоянным участником наших игр в покер. С 1945 года и до сегодняшнего дня я не могу припомнить ни одного случая, когда он отказался бы прийти или пропустил хоть одну из наших игр, которые к настоящему времени стали случаться значительно реже. Из еженедельных они превратились в ежемесячные, а сейчас вообще затеваются только изредка, главным образом, когда я приезжаю в Лос-Аламос.)

После войны стало ясно, что роль науки и технологии в национальных делах приобрела настолько решающее значение, что правительствам западных стран стало необходимо отводить этим вопросам огромное время и огромные средства из своих бюджетов. Знаменитые ученые были призваны войти во внутренние правительственные структуры, чтобы помогать в руководстве научной деятельностью своих стран в целях не только гонки вооружений, но и технологического прогресса. У Черчилля был лорд Черуэлл; у де Голля — Фрэнсис Перрен; у Америки — ее комитеты советников по научным исследованиям. Вслед за Бушем и Конантом, Опенгеймером и фон Нейманом, «мудрецами» при правительстве стали многие другие ученые. Правительственная наука переживала пик, а комитеты процветали во времена правления Эйзенхауэра, а затем Кеннеди и Джонсона, и даже я втянулся в этот процесс. До тех пор я всегда противился своему привлечению к любой организационного рода работе; и многие годы я мог смело утверждать,

что единственным моим административным занятием была «работа» в Комитете по дегустации вин в гарвардском ученом обществе в добрые старые денечки.

За несколько лет до смерти Джонни и в особенности после этого трагического события в результате моей работы над водородной бомбой я вступил в лабиринт организационной деятельности. Деятельность эта как раз была связана с правительственной наукой и работой в качестве члена различных комитетов космических и военно-воздушных сил. В некоторых кругах меня даже стали считать оппонентом Теллера и, я так подозреваю, своего рода противовесом. Одно из наших политических противостояний было вызвано моей защитой договора об отмене ядерных испытаний и показаниями по этому делу в Вашингтоне. В «Вашингтон Пост» тогда появился рисунок карикатуриста Герблока, на котором были отражены позиция Теллера и моя собственная, и меня, к счастью, представили на ней «хорошим парнем».

(Поскольку я никогда не вел дневников и не делал никаких записей, мне, возможно, не всегда удастся быть совершенно точным в изложении хронологии событий или связи между людьми и фактами за эти годы весьма интенсивной научно-технологической деятельности.)

Скоро я заметил, что новые идеи зачастую встречали в вашингтонских комитетах с большой завистью, а их члены проявляли известный синдром под названием «изобретено не здесь», забраковывая идеи и предложения только потому, что имели на то закрепленные законом права. Такие настроения препятствовали развертыванию новых проектов даже в большей мере, чем волнующие вопросы их стоимости и денежных сумм, требуемых для их реализации. Принимаемые решения иногда казались продиктованными не столько объективной оценкой, сколько самыми обыкновенными распрями между учеными и завистью научной славе. Не стань я к тому времени уже довольно старым и в чем-то циничным, это заставило бы меня навсегда уйти из правительственной науки. Я помню, как в Лос-Аламосе Джонни замечал по нескольким поводам, что претворять новые идеи не так-то легко; приходится убеждать едва ли не швейцара, сказал он тогда. Но если уж что-то принимали, то это становилось настоящей святыней, и изменить или избавиться от этого было не менее трудно или даже невозможно. Сейчас эта ситуация стала еще хуже из-за распространившегося с недавнего времени скептицизма относительно ценности науки и ее прибыльности, а также всеобщей пассивности, столь чуждой традиционным особенностям американцев — их предприимчивости, энергии и духу сотрудничества.

Идея использования ядерного двигателя в космических летательных аппаратах родилась сразу после получения ядерной энер-

гии. Эта простая идея заключалась в том, чтобы использовать его более мощную концентрацию энергии для приведения в движение космических кораблей с очень большой полезной нагрузкой, предназначенных для совершения длительных космических исследовательских рейсов или даже экскурсий на Луну. Думаю, что Фейнман первым заговорил об использовании атомного реактора, нагревающего водород и с высокой скоростью выталкивающего газ. Это произошло в Лос-Аламосе еще во время войны. Нехитрые расчеты свидетельствуют о том, что этот метод был бы эффективнее по сравнению с выталкиванием продуктов химических реакций.

Я включился в работу над двумя такими проектами, в одном как консультант, в другом как более непосредственный участник. Первым проектом, располагающим, правда, очень ограниченными средствами, была ракета с ядерным реактором «Rover», которую начали конструировать в Лос-Аламосе за несколько лет до русского «Спутника». Вторым проектом был космический корабль, названный впоследствии «Орионом». Где-то в 1955-ом мы с Эвереттом написали работу о космическом корабле, приводимом в движение последовательными взрывами малых ядерных зарядов. Мы даже получили патент на эту идею, выданный КАЭ. Этот метод, который мог оказаться намного лучше, чем Rover, дает весьма смелую, но эффективную возможность предпринимать космические исследования с помощью корабля, движущегося на высоких скоростях с высокими полезными нагрузками и имеющего очень хорошее соотношение полезной нагрузки и общего начального веса. Такой космический корабль мог бы перевозить сотни или тысячи людей. Об этих возможностях я сообщил Кистяковскому, который был тогда научным советником президента Эйзенхауэра, но он воспринял их без энтузиазма. Как бы то ни было, к вопросу об «Орионе» я еще вернусь.

Вскоре после избрания в ноябре 1960 года Джона Кеннеди мне позвонил Джерри Уайзнер из Кембриджа. Мы познакомились, когда я работал в МТИ в качестве приходящего профессора; несколько раз мы встречались и приятно беседовали о научных проектах, национальных программах, образовании и многом другом. Еще мы говорили о Теллере. Уайзнер настороженно относился к политике «от Эдварда». Я не слишком удивился этому звонку. Мы проговорили, должно быть, не меньше получаса. Джерри сообщил мне, что президент Кеннеди назначил его руководителем специальной группы по изучению проблем науки и технологии. Он спросил меня, о каких научных и технологических проектах государственного значения должен, по моему мнению, знать президент, с тем чтобы принять их во внимание. «Может, полетим на Луну?» — спросил я. Думаю, такое же предложение сделали десятки других людей. И Кеннеди в своем обращении на инаугурации объявил

о государственном проекте, целью которого был полет человека на Луну. Мое собственное участие в космических разработках началось, фактически, с этого телефонного разговора. Я присоединился к Консультативному комитету Виснера по вопросам науки и часто приезжал в Вашингтон.

Клинтон П. Андерсон, сенатор из Нью-Мексико, бывший член кабинета министров президента Трумэна, стал сразу по окончании войны одним из самых заинтересованных, сведущих, влиятельных и результативных сторонников использования ядерной энергии. Он оказывал поддержку Лос-Аламосской лаборатории и связанному с ней учреждению в Альбукерки — лаборатории Сандия.

Мы познакомились во время одного из его ранних приездов в Лос-Аламос. Мне нравилось, что он доверяет мне и — как мне казалось — надеется и полагается на мое мнение, причем не только в области ядерной энергетики, но и в космической сфере. Не раз он приглашал меня выступить перед членами Конгресса с некоторыми вопросами, связанными с космосом, например, по поводу организации NASA¹ и ее статуса — должна ли она быть независимой или же входить в состав военных структур.

Когда назрело решение о необходимости предпринять какие-нибудь серьезные меры в отношении проекта «Rover», Уайзнер учредил Президентский Комитет, который должен был заняться этим вопросом. Я был одним из его членов. Как я заметил, некоторые члены этого комитета, которые были химиками, обнаруживали определенную долю скептицизма в отношении ценности и осуществимости этого проекта, вызванную, по-моему, пониманием того, что он может составить конкуренцию уже существующим и совершенствующимся системам химического запуска ракет. Некоторые дискуссии на этот счет напоминали мне жаркие дебаты в начале века между сторонниками веществ, которые были легче воздуха, и сторонниками веществ тяжелее воздуха, или еще более раннее соперничество пароходов и парусных судов. Комитет и в самом деле составил скупой до похвалы отчет, который, по существу, приговорил «Rover» к верной гибели своим предложением свести весь проект к чисто теоретическому исследованию, не выделять средств на экспериментальную работу и не делать никаких капиталовложений в конструирование. Единственным членом комиссии, написавшим вместе со мной противоположный отзыв, был физик Бернд Маттиас.

Председателем конгрессионального Комитета по исследованию космического пространства был сенатор Андерсон. Ему была

¹National Astronautics and Space Administration — Национальное управление по астронавтике и исследованию космического пространства, НАСА (США). — *Прим. ред.*

известна моя позиция относительно Rover. Понимая психологические и политические мотивы, говорящие в пользу решения комитетов, но вместе с тем имея существенную заинтересованность в этой новой технологии и ее значении для государства, он в один из дней повез меня в офис тогдашнего вице-президента Джонсона. Затем все вместе мы прошли в расположенное рядом здание, чтобы встретиться с Уайзнером. Мы с Джерри были в дружеских отношениях, и я чувствовал себя немного неловко, присутствуя на этой встрече и слушая, как Джонсон и Андерсон настоятельно требуют, чтобы он повлиял на позицию Научно-консультативного комитета относительно вопросов использования ядерных двигателей. Они, фактически, поддерживали мои взгляды в оппозицию его собственным. В конечном счете мнение меньшинства прева-лировало, и проект «Rover» был спасен. На работу в Лос-Аламосе были отчислены средства, и с годами она вылилась в чрезвычайно успешное предприятие. К сожалению, позже его снова остановили по причине экономии на космической программе.

Я также получил предложение войти в Комитет военно-воздушных сил, занимавшийся подобными же вопросами, такими, как общие задачи планирования исследования космического пространства и роли военно-воздушных сил. Председателем комитета был Тревор Гарднер, бывший секретарь военно-воздушных сил во времена президенства Эйзенхауэра. Гарднер был очень интересным человеком, и я проникся большой симпатией к нему. Мне очень импонировали его деятельная и сильная натура, огромная энергия и широкий размах воображения. Я нашел его очень близким по духу человеком.

В комитет с самого начала входило много значительных в науке и технологии фигур. На нескольких заседаниях присутствовал еще один математик, Марк Кац. Из «важных птиц» мне запомнились Гарольд Браун, директор лаборатории в Ливерморе, а впоследствии секретарь военно-воздушных сил, Чарльз Таунс, получивший Нобелевскую премию за изобретение мазеров, генерал Бернард Шривер, также довольно часто посещавший заседания. Винс Форд, полковник военно-воздушных сил, который раньше был помощником Джонни в Комитете по МБР им. фон Неймана, теперь был помощником у Гарднера. Он занимался организацией собраний рабочих подкомиссий, которые проходили в Лос-Аламосе. Эти собрания объединяли множество людей из новой рожденной аэрокосмической промышленности. Иногда мы собирались в Лос-Анджелесе, где располагалась штаб-квартира отдела баллистики военно-воздушных сил, которым руководил генерал Шривер. Встречались мы и в Вашингтоне, и тогда Гарднер, Форд, генерал Шривер и я рассуждали за ланчем в ресторане о том, как спланировать программу исследования космического

пространства и, в более общей форме, о задачах исследования космического пространства, стоящих перед военно-воздушными силами.

На одном из первых таких собраний кто-то из промышленников выступил с предложением вернуть ракетные двигатели и сэкономить деньги, сделав их многократно используемыми. Однако я и некоторые другие видели реальную задачу скорее в необходимости создать спутники, причем как можно быстрее, чем в экономии. Вдобавок я считал, что себестоимость ракетоносителей, а главным образом двигателей, составляет малую часть от общей стоимости, и потом было бы, мягко выражаясь, опасно многократно использовать «подержанные» двигатели, вполне возможно, поврежденные. И пока сторонники этого предложения носились со своими идеями, показывая свои графики и диаграммы, я шепнул Гарднеру: «По мне это звучит как предложение использовать дважды один и тот же презерватив». Он прыснул со смеху, и с его подачи эта шутка покатилась перешептываниями вокруг стола. Кто знает, может она сохранила американской казне миллионы долларов, которые могли бы быть потраченными на бессмысленную и непрактичную работу.

«Орион» также обсуждался комитетом Гарднера. По моему предложению исполнительным руководителем работающей над ним группы назначили Теда Тэйлора. Начиная с 1957 года Тэйлор развивал идею «Ориона», как он говорил, в пику русскому «Спутнику». Он набрал внушительную группу талантливых молодых людей в Главной атомной лаборатории в Ла Джолле, в Калифорнии. Проявил большой интерес и энтузиазм к этому проекту и даже взял годичный отпуск в Принстоне, чтобы поработать с Тэйлором, физик Фримен Дайсон. Через несколько лет он написал красноречивую статью, описывающую проект и то, как его отправили в архив. Эта статья появилась под заголовком «Жизнь и смерть Ориона» («La vie et Mort d'Orion») в парижской газете «Ле Монд» (Le Monde). Отчет комитета Гарднера каким-то образом затерялся на высоком уровне в лабиринте Вашингтона. У Виснера и Гарднера были разногласия по поводу роли военно-воздушных сил в освоении космоса. Кому-то в Вашингтоне удалось похоронить этот отчет, и президент Кеннеди, я думаю, так никогда и не видел его. Для меня все это по сей день остается загадкой. На смену закончившему свою работу комитету Гарднера пришел комитет Твининга. Некоторые его члены следовали политике «ястребов», к примеру Дэйв Григгс и Теллер. Входил туда и генерал Дулитл, прославившийся благодаря воздушному налету на Токио.

Позднее мое сотрудничество с Тревором Гарднером возобновилось и стало даже более тесным. Он пригласил меня вступить в научно-консультативный комитет корпорации «Хайкон» в Кали-

форнии, который он возглавлял. Компания производила сверхсекретное военное оборудование со специальными номерами. Другими членами были Фаулер, Лауритсен, физик из МТИ Эл Хилл и астроном из Паломара Джесс Гринштейн. Как я узнал, между Уайзнером с его группой «Хикон Ист» и Гарднером в Калифорнии были серьезные трения, вызванные финансовыми проблемами корпорации, и эти двое, скорее всего, были в ссоре.

В какой-то мере Гарднер был противоречивым человеком по причине своей вспыльчивости и твердых убеждений. Ему были не чужды политические амбиции (хотелось стать секретарем министерства обороны), но он не ладил кое с кем из администрации Кеннеди. Он умер от сердечного приступа незадолго до убийства Кеннеди. Именно Гарднер основал Комитет по МБР им. фон Неймана, который приобрел огромное значение в области американских космических разработок; я думаю, что именно он, в действительности, поднял ее на ноги. Так что вряд ли можно преувеличить военное и государственное значение этой и других инициатив Гарднера.

Я параллельно продолжал заниматься своей собственной работой. После смерти Ферми, Паста и я решили продолжить проведение исследовательской эвристической работы над математическими и физическими задачами с применением компьютеров. Мы полагали, что комбинация задач астрономии и классической механики могла использоваться в двух типах исследований: одно имело дело с поведением больших количеств частиц — назовем их звездами — в группе или галактике; другое — с историей изменения, которое претерпевает отдельная масса газа по мере того, как газ сначала эволюционирует от начальных условий в процессе сжатия, образуя, быть может, двойную или «множественную» звезду, затем вызывает образование и рост ядерных реакций, накапливая свой ядерный материал и, возможно, в конце концов взрывается. По последней задаче за прошедшие с того момента двадцать лет было произведено много расчетов, изменивших все понимание астрофизики и развития вселенной в плане эволюции индивидуальных звезд.

Такое изучение групп звезд с помощью компьютеров проводилось, я думаю, впервые. Мы выделили огромное количество точечных масс, представляющих звезды в группе. Идея состояла в том, чтобы проследить, что произойдет с этой сферообразной группой, начальные условия которой имитировали действительные собственные движения звезд, по истечении очень долгого временного периода в тысячи лет. Это был воистину первопроходческий расчет, доказавший возможность такого рода исследований. Он позволил наблюдать очень любопытную и неожиданную с точки зрения классической механики картину: образование подгрупп

и сжатий. Мы сделали фильм об этих движениях в ускоренном режиме, который показал эти интересные явления. Эта работа обусловила проведение других подобных исследований в Беркли, во Франции и других местах.

Другая задача, которой мы занимались, но которую так до сих пор и не решили, была попыткой пронаблюдать, что произойдет, если масса газа очень больших размеров, сравнимых, скажем, с размерами целой солнечной системы, с очень малой плотностью и вначале с не слишком выраженной турбулентностью начнет сжиматься? Как в этом случае будет происходить сжатие и как, в конечном счете, образуется звезда? Особенно интересно посмотреть, что, впрочем, и является фактической целью данной задачи, насколько часто будут формироваться двойные, тройные или кратные звезды. Это любопытство объясняется тем, что очень многие звезды, во всяком случае в ближнем к нам космическом пространстве, являются двойными. А недавние исследования свидетельствуют о том, что каждая третья звезда кратная. Было бы неплохо посмотреть с помощью приблизительных расчетов, как происходит сжатие массы газа неравномерной формы. Ведь за всем этим стоит задача изучения формирования и развития галактик — то есть скопищ миллиардов звезд. И астрофизики с помощью компьютеров уже весьма преуспели в этом исследовании.

Пока производились эти астрофизические расчеты, я начал по-дилетантски изучать некоторые вопросы биологии. Прочитав о новых быстро следующих открытиях в молекулярной биологии, я задумался о концептуальной роли, которую могут играть в биологии математические идеи. Перефразируя одно из знаменитых изречений президента Кеннеди, я мог бы сказать, что интересовался «не тем, что математика может сделать для биологии, а тем, что биология может сделать для математики». Я верю, что в будущем с изучением живого мира придут и новые математические схемы, и новые системы аксиом, и, конечно, новые системы математических структур. А его явления комбинаторного характера могут привести нас к логике и математике, имеющим отличную от известной нам сегодня природу. Я советую читателю прочесть одну из моих работ по математической биологии. Слишком насыщенная технической информацией, чтобы быть приведенной здесь, она указана в списке литературы в конце этой книги.

Мой интерес к биологии принял более осязаемую форму, когда начались наши дискуссии с Джеймсом Таким и беседы с биологами в лаборатории. В Лос-Аламосе всегда был отдел, изучающий биологические воздействия радиации, ведь с самого начала ядерного века опасность радиоактивного заражения была, конечно, одной из наиболее тревожных проблем. Вместе с Таким, Гордоном

Гулдом и Дональдом Питерсоном из отдела здравоохранения мы организовали семинар, посвященный текущим проблемам в клеточной биологии и новым достижениям в молекулярной биологии. Я тогда действительно узнал многое об элементарных фактах биологии, роли клеток, их структуре и других вещах. Хотя эти семинары, в которых участвовало около 20 человек, продолжались только два года, они имели важные последствия. Так, в настоящее время проводят крупные биологические исследования два его участника — лос-аламосские физики Уолтер Гоуд и Джордж Белл, невероятно блестящие и талантливые ученые, одни из лучших молодых умов страны в этой области. Гоуд работает в математической биологии, а Белл развивает несколько новых идей в иммунологии. На один из семинаров приезжал из Колорадо со своими лекциями Тед Пак.

Пак, с которым я познакомился вскоре после войны, был, как я обнаружил, настоящим кладезем новых идей об интересных экспериментах и методах изучения поведения клеток и общих задач молекулярной биологии. Думаю, именно его группе первой удалось поддержать жизнь клеток млекопитающих и даже добиться их размножения в пробирке. Я всегда предвкушал дискуссии с ним; это он организовал мой семинар для преподавателей и молодых исследователей факультета биофизики в своем университете, и даже успешно поспособствовал моему зачислению в профессорский штат Медицинской школы при Колорадском университете. Я тогда сказал ему, что меня, в этой области всего лишь начинающего и дилетанта, могли бы арестовать и обвинить в том, что я выдаю себя за врача.

Почти каждый месяц в биологии открывают новые необыкновенные факты. Сейчас широко признан тот факт, что открытия Крика и Уотсона положили начало и новой эпохе психологических воззрений на биологию. Когда много лет назад, разговаривая с гарвардскими биологами, я пытался узнать или предложить какое-нибудь едва ли даже общее утверждение, то всегда наталкивался на возражение: «Такого не может быть, потому что существует исключение для такого-то насекомого» или «потому что такая-то рыба для этого не подходит». На лицо было поголовное сомнение или, во всяком случае, нежелание формулировать что-то, имеющее хоть сколько-нибудь общую природу. Это отношение решительно переменялось с открытием роли ДНК, механизма репликации клеток и кода, который является универсальным.

Все эти годы я не жил в Лос-Аламосе постоянно. Какое-то время я проводил, работая в качестве приходящего профессора в Гарварде, МТИ, Калифорнийском университете в Ла Джолла, Колорадском университете, к тому же были многочисленные поездки на научные собрания, в различные университеты, правительствен-

ные и промышленные лаборатории, где я читал лекции и проводил консультации. Поездки эти стали называть командировками. Если добавить ко всему этому наши почти ежегодные путешествия в Европу во время отпуска, начиная с 1950 года (главным образом во Францию, где до сих пор живут родственники Франсуазы и мои друзья из научных кругов), то получится, я так думаю, что процентов двадцать пять своего времени я проводил вне Лос-Аламоса.

Как раз в эти времена зародилась моя дружба с Виктором Вайскопфом. Мы познакомились в Лос-Аламосе во время войны, когда он сменил Бете на должности руководителя теоретического отдела. Уехал он оттуда в конце войны, чтобы занять должность профессора в МТИ, а наши с ним отношения стали более глубокими во время моих приездов в МТИ, а также в Кембридж и Гарвард.

Вики, как все его называют, — физик-теоретик. Известность он приобрел еще в молодые годы, проделав важную работу по проблемам излучения в квантовой теории. Некоторое время он был ассистентом Паули, а также работал в знаменитом институте им. Нильса Бора в Копенгагене. Вики родился в Вене, о чем я упоминаю здесь, потому что ему свойственна лучшая сторона венского темперамента. Ее можно выразить следующей прибауткой: в Берлине после Первой мировой войны люди частенько говорили: «Ситуация ужасная, но не безнадежная», в Вене же говорили так: «Ситуация безнадежная, но не серьезная». Эта особая безмятежность в сочетании с высочайшим интеллектом позволяла Вики преодолевать не только обычные, связанные с административными и учебными делами проблемы — он, помимо всего прочего, был генеральным директором ЦЕРНа¹, и деканом большого факультета физики в МТИ — но и относящиеся к более абстрактной сфере препятствия интеллектуального и научного характера в его занятиях теоретической физикой. Я бы сказал, что его интеллектуальные способности основываются на истинном знании и ощущении духа истории физики. Он достиг этого благодаря дальновидности и пониманию, тщательному изучению и оценке быстро меняющихся физических теорий, касающихся самых основ этой науки. Для читателей, не являющихся профессиональными физиками, я добавлю, что последние тридцать, или около того, лет стали периодом калейдоскопично сменяющихся друг друга объяснений представляющего все более необычным мира элементарных частиц и силовых полей. Множество талантливейших теоретиков соперничали друг с другом, совершая умные и остроумные попытки объяснить и упорядочить постоянный поток экспериментальных результатов, которые (хотя, может быть, это только мне так кажется) своенрав-

¹ЦЕРН — CERN — Centre Europeen de Recherche Nucleaire — Европейский центр ядерных исследований, находится близ Женевы. — *Прим. ред.*

но сеют сомнения в едва законченных теоретических формулировках. Но при всей этой неразберихе в слишком уж математических исследованиях в области теоретической физики все же произошел хороший, надежный прогресс, и он обязывает таких людей, как Вики (а таких, в действительности, немного, их можно пересчитать по пальцам одной руки) стабилизировать этот поток, выловить из него суть для построения новых понятий в квантовой теории и суметь объяснить и описать ее как самим физикам, так и более широкой публике.

Его научно-популярные книги по физике по-уникальному интересны и прекрасно отражают его философию и человеческую сторону истории. Его всегда очень волновали и волнуют до сих пор проблемы человека и события в мире. Он всегда добр и приветлив, со всеми в хороших отношениях, любит рассказывать забавные истории, и иногда мы целый час можем рассказывать друг другу еврейские анекдоты.

Работая в ЦЕРНе, куда он до сих пор приезжает каждое лето для консультаций, Вайскопф с семьей построил на французской стороне границы небольшой загородный домик с видом на Женевское озеро, в маленькой деревне около горы Юра. Он находится в двадцати минутах езды от ЦЕРНа, и они проводят в нем каждое лето. Последние несколько лет во время наших поездок в Европу мы почти всегда ненадолго заезжали к Вайскопфам в их дом в Весанси. Весанси — деревня, располагающаяся лишь в нескольких километрах от другой деревни, которую называют Ферни-Вольтер, поскольку Вольтер жил в ней много лет. Аналогичным образом, я окрестил и Весанси — Весанси-Вайскопф. Вики это название понравилось, да оно и в самом деле было к месту, поскольку он успел стать известной личностью в этой деревушке. Его называют *Monsieur le Directeur*¹, а фермеры, завидев его высокую худую фигуру, с осторожностью пересекающую их поля, приветствуют его, приподнимая шляпы.

В 1960 году вышла в свет моя книга «Нерешенные математические задачи» («Unsolved Problems of Mathematics»). Несколько лет назад Франсуаза спросила Штейнгауза, благодаря каким моим качествам люди считают меня хорошим математиком. И Штейнгауз, по ее словам, ответил: «C'est l'homme du monde qui pose le mieux les problèmes»². Очевидно, моя репутация, такая, какая она есть в действительности, основывается на моей способности ставить задачи и задавать нужные вопросы. В эту книгу вошли мои собственные нерешенные задачи. А в юности мне нравился эпиграф к диссертации Георга Кантора, представляющий собой ла-

¹Господин директор (франц.). — *Прим. ред.*

²Это человек, который лучше всех в мире ставит задачи (франц.). — *Прим. ред.*

тинское изречение: «In re mathematica ars proponendi quaestionem pluris facienda quam solvendi»¹.

Вскоре книга была переведена на русский язык. Между Россией и Западом нет никакого соглашения, дающего права на перепечатку литературы, и русские не платят авторских гонораров, однако некоторые западные авторы, приезжая в Советский Союз, узнавали, что они, оказывается, могут получать кое-какие деньги за то, что их работы были переведены. Гансу Бете и Бобу Рихтмайеру удалось получить компенсацию. Когда я был на Международном математическом конгрессе в Москве в 1966 году, то, как помнится, я тоже получил такой шанс. Я отправился в издательство, чтобы обсудить этот вопрос, намереваясь сымитировать русскую речь, так как русский язык все же близок к польскому. В издательстве, которое выглядело так же, как любое другое — печатающие девушки и груды папок и бумаг — пожилой господин, который, похоже, понял мою просьбу, спросил, как я их нашел. Я назвал имена своих друзей. Тогда он ушел в соседнюю комнату, но затем вернулся. Читатель, наверняка, знает, что русские обычно произносят звук «h», не так, как англичане. Вместо него они говорят «g». Например, Hitler произносится ими как Gitlet (Гитлер), Hamlet — Gamlet (Гамлет), Hilbert — Gilbert (Гильберт). И этот господин, мило улыбаясь, сказал мне по-русски: «Come back tomorrow please with your passport and we will give you»², — и тут мне послышалось, — «your gonorrhea»³. Он, конечно же, сказал на самом деле «gonorag» вместо «honorag»⁴. Я уже собрался сказать ему: «Нет, благодарю», но вдруг понял, что он имел в виду. Когда я пришел на следующий день, он передал мне конверт с тремястами рублями. Поскольку вывозить рубли из России запрещается, я купил несколько сувениров, что-то из янтаря, книги, меховые шапки и другую всячину, и при этом у меня оставалось еще сто рублей. Пришлось положить их на сберегательный счет на почте, по которому в России выплачивали один-два процента. Так я стал капиталистом в Советском Союзе.

В начале шестидесятых годов я познакомился с Джанкарло Рота, математиком, который был моложе меня почти на четверть века и определенно представлял новое поколение. А, может быть, нас отделяло вообще несколько поколений, ведь в академическом плане принадлежность к разным поколениям может существовать уже между лекторами и их студентами, даже если разница в возрасте у них всего лишь несколько лет. Но наши отношения не стро-

¹Способность к постановке задач в математике определяет успех в их решении (лат.) — *Прим. ред.*

²Зайдите, пожалуйста, завтра, мы одарим вас... (англ.) — *Прим. ред.*

³Гонореей (англ.) — *Прим. пер.*

⁴Гонорар (англ.) — *Прим. ред.*

яется на разнице в возрасте. Рота, правда, утверждает, что я оказываю на него огромное влияние. Тогда я придумал следующие новые слова: «влиятель и влияемый». Рота — один из самых лучших моих влияемых. А своим влиятелем я считаю, например, Банаха.

Рота с самого начала впечатлил меня своим пониманием нескольких областей математики и осведомленностью во многих исследуемых областях, где он демонстрирует как эрудицию, так и здравый смысл. Такие люди, обладающие знанием исторических линий математического развития, в наши дни встречаются все реже — во всяком случае в течение последних двадцати лет, в эту эру растущей роли специализации.

Я восхищаюсь его знанием некоторых уже полузабытых областей, трудов Сильвестра, Кейли и других исследователей классической теории инвариантов. Ему, между прочим, удалось связать работу итальянских геометров с геометрией Грассмана и многое усовершенствовать в этом исследовании, относящемся еще к прошлому столетию. Основная область его исканий — комбинаторный анализ, где он также смог вернуть актуальность некоторым классическим идеям и применить их к геометрии.

Я предложил пригласить Роту в Лос-Аламос в качестве консультанта. С тех пор он периодически работал там и принес немалую пользу в нескольких областях, включая численный анализ, который играет весьма важную роль во многих крупных вычислительных задачах, решаемых с помощью электронных компьютеров.

Особенности характера Джанкарло подходят к моим собственным. Его разностороннее образование, активный интерес к философии (он знаток работ Эдмунда Гуссерля и Мартина Хайдеггера¹), и, в довершение ко всему, знание классической латыни и античной истории позволили заполнить пустоту, вызванную утратой фон Неймана. Мы тоже часто состязаемся друг с другом в цитировании Горация, Овидия и других авторов, добродушно хвастая своей эрудицией. Рота также истинный бонвиван, обожающий хорошие вина и яства, особенно итальянские. Он невероятно искусно готовит самые разнообразные блюда из макарон. Уроженец Италии, он приехал в Южную Америку сразу после Второй мировой войны, а в восемнадцать лет переехал в Соединенные Штаты. Здесь он получил образование, сохранив, однако, многие европейские вкусы, привычки, стиль одежды. Рота — выпускник Принстона, а сейчас профессор в МТИ.

¹Гуссерль Эдмунд (1859–1938) — нем. философ-идеалист, основатель феноменологии. Хайдеггер Мартин (1889–1976) — нем. философ, один из основоположников немецкого экзистенциализма. — *Прим. ред.*

И вновь профессор

1967–1972

За те годы, что я провел в Лос-Аламосе, мне нередко случалось отлучаться из городка в связи со своей научной деятельностью. В 1965 году я начал совершать более регулярные поездки в Колорадский университет, и потому мой уход из Лос-Аламоса в 1967 году и получение профессуры в Боулдере нельзя было назвать неожиданными событиями. Нет, я не ехал в незнакомое, новое мне место; напротив, я воссоединялся с несколькими хорошими друзьями, которые еще раньше меня облюбовали Скалистые горы Колорадо, такими, как Дэвид Хокинс, Боб Рихтмайер и Георгий Гамов. Хокинс был профессором философии в Боулдере с тех самых пор, как уехал их Лос-Аламоса после войны; Рихтмайер, послевоенный предшественник Карсона Марка на посту директора теоретического отдела, ради более свежего воздуха Боулдера уехал из института Куранта в Нью-Йорке; Гамов уже несколько лет занимал должность профессора на факультете физики. Колорадский университет процветал и развивался, что особенно проявлялось в изучении естественных наук, а факультет математики переживал бурный рост, как количественный, так и качественный. Вдобавок, Боулдер располагался достаточно близко к Лос-Аламосу — день неустойчивой езды по весьма живописной местности, так что я мог часто приезжать туда и продолжать свою работу консультанта. Однако теперь основное мое внимание переместилось из Лос-Аламоса в Боулдер.

В Боулдере я много виделся с Гамовым, до самой его смерти в 1968 году. Его здоровье за последние годы становилось все хуже, печень ослабела под действием спиртного, которое он безмерно поглощал в течение всей жизни. Он и сам об этом знал и как-то сказал мне к слову: «Вот печень и представила мне счет». Это не мешало ему работать и писать до самого конца. На его похоронах по русскому обряду я, видя его лежащим в открытом гробу,

вдруг осознал, что лишь второй раз за свою жизнь вижу покойника. И хотя я не ощутил потрясения при этой мысли, мне пришлось ухватиться за поручень, чтоб у меня не подогнулись колени, когда все мы поднялись во время отпевания.

Автобиография Гамова «Линия моей жизни» («My World Line») была издана посмертно по фрагментам его незаконченной рукописи.

По какому-то невероятному совпадению Гамов и Эдвард Кондон, который одновременно и независимо от Гамова объяснил радиоактивность (один сделал это в России, другой — в этой стране) провели последние десять лет своей жизни в сотне ярдов друг от друга в Боулдере. Они стали друзьями, хоть Кондон часто переживал, что ни он, ни его сотрудник Генри не получили должной доли славы за свое открытие.

Кондон был замечательной личностью. Жизнерадостный, очень честный, волевой, простой, но вместе с тем очень пронизательный, он, по-моему, воплотил в себе все лучшие черты американского характера. Наши политические взгляды часто совпадали. Ему не нравился Никсон, посеявший раздор между ним и комитетом общамериканской деятельности, такой что Кондон отказался от должности директора Бюро стандартов. На факультет физики в Боулдере он пришел после того, как у него обнаружилась сердечная болезнь. За год до его смерти в 1973 году ему поставили искусственный сердечный клапан, что позволило ему жить более активно и комфортно в последние месяцы жизни.

Я возвращался к более академическому типу науки среди математиков и физиков, отличающемуся сравнительно большей свободой университетской жизни, более продолжительными отпусками, отсутствием — разве что за исключением преподавания — какого-то жесткого графика. Математический факультет привлекал превосходных исследователей, работавших с основами математики, теории множеств, логики и теории чисел. Одним из них был уроженец Австрии Вольфганг Шмидт, он был силен и оригинален в теории чисел. Другим — более молодой, блестящий, бывший студент Штейнгауза — поляк Ян Мисельский, которого я пригласил на должность профессора в свою бытность деканом факультета. С тех пор мы вместе работали над задачами в теории игр, комбинаторике, теории множеств, а в течение последних нескольких лет над математическими схемами, связанными с изучением нервной системы. Мисельский, Рота и Вильям Вейер, лос-аламосский математик, составили и подготовили к печати первый том моих работ, который был издан МТИ Пресс под заголовком «Множества, числа, вселенные» («Sets, Numbers, Universes»). На математическом факультете в Боулдере также немало молодых людей, сильных в анализе и топологии.

В 1967 году редакторы «Бриттанской энциклопедии» предложили мне и математику Марку Кацу написать длинную статью, которую они собирались включить в серию специальных приложений к новому изданию «Britannica». С тех пор эта статья также была опубликована как отдельная работа под названием «Математика и логика» («Mathematics and Logic»). Она получила самые благоприятные отзывы и была переведена на французский, испанский, русский, чешский и японский языки. Нам было довольно трудно определиться с нужным уровнем представления материала. Но, хоть он и был ориентирован по большому счету не на широкую аудиторию, а, скорее, на ученых, работающих в других областях, мы попытались превратить его в научно-популярное представление современных идей и перспектив великих концепций математики.

Как уже, возможно, заметил читатель, немалая часть моей работы была проделана в сотрудничестве с кем-либо (и даже эта самая книга была составлена «в сотрудничестве» с Франсуазой). Одна из причин этому заключается в моей склонности к беседе как стимулу мышления; другая — в моем знаменитом нетерпении в кропении над деталями и некоем крайнем неприятном чувстве, которое охватывает меня, когда я читаю то, что сам же и написал. Так, когда я вижу какую-нибудь из моих работ в напечатанном виде, у меня возникает какой-то детский комплекс, маленькое сомнение с долей придирчивости к самому себе из страха, что работа ошибочна или неинтересна, так что я бросаю читать, кинув один лишь беглый взгляд на написанное.

Марк Кац также учился во Львове, но поскольку он был на несколько лет моложе меня (а я уехал оттуда, когда мне было всего двадцать шесть лет), я знал его лишь постольку-поскольку. Он рассказал мне, что будучи молодым студентом, он присутствовал на церемонии присуждения мне докторской степени, которая весьма его впечатлила. И, как он добавил, такие первые впечатления обычно не проходят, и я до сих пор остаюсь в его глазах «весьма почтенным и умудренным опытом человеком», несмотря на то отношение наших возрастов кажется сейчас как никогда близким к единице. Он приехал в Америку через два или три года после меня. В Польше, помнится мне, он был очень стройным и худым, но здесь он заметно округлился. Я спросил его где-то через пару лет после его приезда, как так могло получиться. И он с характерным для него добродушным юмором ответил: «Сладкая жизнь!» Своей находчивостью и почти постоянной веселостью он был очень близок мне по духу.

После войны он стал приезжать в Лос-Аламос, тогда-то и началась наша дружба и сотрудничество. Много лет пробыв профессором в Корнелле, он затем стал профессором математики в институ-

те им. Рокфеллера в Нью-Йорке (сейчас это университет им. Рокфеллера). Вместе с физиком Джорджем Уленбеком он основал математические и физические группы в этом институте, в котором раньше главным и почти единственным предметом исследований была биология.

Марк — один из очень немногих математиков, обладающих огромным пониманием того, что является или может являться истинными приложениями чистой математики; он, в этом отношении, достоин фон Неймана. Марк был одним из лучших студентов Штейнгауза. На последнем курсе он работал вместе с ним над приложениями рядов Фурье и методами преобразования в теории вероятностей. Они опубликовали несколько совместных работ по «независимым функциям». Наряду с Антони Зигмундом, он — истинный мастер в этой области и выдающийся ее представитель. Немало он сделал и в Соединенных Штатах, например, получил интересные результаты по вероятностным методам в теории чисел. В какой-то степени обладающий огромным здравым смыслом Кац-математик может сравниться с физиком Вайскопфом или с физиком Гамовым в способности выбирать для научного исследования темы, представляющие самую суть проблемы, но вместе с тем отличающиеся концептуальной простотой. А также — и, возможно, здесь есть некая связь — они все обладают способностью представлять более широкой научной аудитории в доступной, и часто очень увлекательной форме самые последние и современные достижения и методы. Кац замечательный лектор: он говорит четко, умно, с чувством и умеет избегать тривиальностей.

Математиками моего поколения, сильнее всех повлиявшими на меня в молодости, были Мазур и Борсук. Мазура я уже описал. Борсук у меня ассоциируется с самой сутью геометрической интуиции и истинно осмысленной топологией. От него я перенимал способности n -мерного воображения, которое мне самому было не дано. Борсук и сейчас продолжает свою творческую работу в Варшаве. Недавно развитая им топологическая теория «формы» приобретает все большее значение и находит все больше применений. Его взгляды на математику и общие интересы очень близки моим, и наша старая дружба возобновилась во время его приездов в Штаты и моей непродолжительной поездки в Польшу в 1973, когда я встретился с ним в его загородном доме под Варшавой.

Можно было бы до бесконечности продолжать извлекать из памяти воспоминания, размышляя и записывая их. Но если читатель еще не покинул меня, то у него, вполне возможно, уже сложились под воздействием прочитанного некие экзистенциалистские (слово это сейчас в моде) представления о моей жизни, о том времени и о многих ученых, которых я знал. В качестве заключения этой главы я дополню их своим словесным автопортретом, кото-

рый я послал Франсуазе перед нашей свадьбой. Это лишь перевод с французского языка, что отчасти, объясняет неуклюжесть некоторых моментов.

Автопортрет мистера С. У.

«Выражение его лица обычно иронично и насмешливо. На самом деле он очень восприимчив ко всем смешным вещам. Возможно, у него особый талант мгновенно узнавать и понимать их, и потому нет ничего удивительного в том, что это отражается у него на лице.

В беседе он очень темпераментен, иногда серьезен, иногда весел, но никогда не скучен и не педантичен. Он всего лишь пытается развеселить, развлечь симпатичных ему людей. Ничто, за исключением точных наук, не представляется ему очевидным и бесспорным настолько, что он не смог бы допустить существования разных мнений: практически на любую тему можно сказать почти все, что угодно.

В изучении математики он проявил определенные способности и талант, что позволило ему уже в раннем возрасте сделать себе имя. Не ведая ничего кроме работы и одиночества до двадцати пяти лет, он довольно поздно познал мирскую жизнь. Вместе с тем никак не скажешь, что он невоспитан — он не вульгарен и не резок. Если когда-нибудь он обижает, то только лишь по невниманию или неведению. В его речи нет ни изысков, ни изящества. Если он говорит хорошие слова, то значит действительно так думает. Основная черта его характера — это откровенность и правдивость, которая иногда может быть немного излишней, но никогда не шокирующей.

Он до безумия нетерпелив и раздражителен, и все, что противоречит ему или ранит его, заставляет его терять самообладание, что, как правило, проходит, стоит ему дать выход своим чувствам.

На него легко повлиять или подчинить себе, если только он не подозревает, что это намеренное воздействие.

Некоторые люди считают его злодеем, потому что он безжалостно осмеивает надутых педантов. В силу своего темперамента он очень восприимчив, и оттого его настроение очень переменчиво. Это заставляет его быть и веселым и грустным одновременно.

Мистер У. придерживается следующего основного правила: он говорит много глупостей, иногда их пишет, но никогда не совершает».

По мере чтения этого описания Франсуаза находила, что оно весьма соответствует тому, что она обо мне знает, однако мой прекрасный французский ее очень сильно удивил, пока она, наконец, не дошла до самого последнего абзаца:

«А сейчас я отступаю от этого текста, который совершенно случайно вчера попал мне под руку. Вышенаписанное есть дослов-

ный отрывок из письма Д'Аламбера к мадемуазель де Леспинас, написанного около двухсот лет назад!» (Д'Аламбер был знаменитым французским математиком и энциклопедистом восемнадцатого столетия.) Франсуазу это очень посмешило.

Около тридцати лет пролетело, с тех пор как я переписал это небольшое послание. Добавляя последний штрих, скажу, что я, не слишком, как мне кажется, изменившись с тех пор, обладаю еще одной чертой, о которой не упомянул Д'Аламбер: *si parva tagnis contrarie licet* — моя известная нетерпимость. Под ее властью я прожил всю свою жизнь. С годами она, возможно, растет. (Если бы вдруг явились Эйнштейн и Кантор и начали бы меня наставлять, я отнесся бы к этому неоднозначно, как школьник — с одной стороны, желая получить знания, а с другой стороны, перескочить через класс.) До сих пор с большим удовольствием читая лекции, выступая с докладами или участвуя в дискуссиях, я чувствую все меньшую и меньшую способность сидеть и наблюдать часами, как это делают другие. Как я сказал как-то своим товарищам, я «словно старый боксер, который все еще может раздавать тумачи, но больше не в состоянии получать их сам». Это вызвало у них приступ гомерического хохота.

Беспорядочные размышления о математике и науке

Эта глава будет несколько отлична по содержанию от предшествующего ей рассказа о моих «приключениях» и об ученых, которых я знал. В ней я совершил попытку собрать, обозреть и, в некоторых случаях, дополнить некоторые общие идеи, которых я лишь слегка коснулся на протяжении этой книги. Хотелось бы надеяться, что в своей беспорядочности эти размышления подарят читателю возможность лишний раз соприкоснуться с многообразием аспектов науки и особенно связью математики с другими науками. Здесь будет сказано лишь «об основе основ». Ежели читателю интересны подробности, то единственное, что я могу сделать — это предложить ему прочесть некоторые из моих научных публикаций по наиболее общим вопросам.

Что конкретно есть математика? Многие пытались, но никому на самом деле не удалось дать ей определение; математика — это всегда что-то еще. Люди знают, что она, грубо говоря, имеет дело с числами и цифрами, с моделями, отношениями, операциями и что ее формальные процедуры, включающие аксиомы, доказательства, леммы и теоремы не изменились со времен Архимеда. Также им известно, что математика претендует на звание основы всего рационального мышления.

Некоторые могли бы сказать, что это внешний мир снабдил наше мышление — то есть работу человеческого мозга — тем, что сейчас называют логикой. Другие — философы и ученые — говорят, что логическое мышление (мыслительный процесс?) есть плод внутренних совершенствований разума, которые в процессе эволюции развивались «независимо» от деятельности внешнего мира. Очевидно, что математика связана и с тем, и с другим. Она, вероятно, представляет собой язык, который служит как для описания внешнего мира, так и для самоанализа, возможно, даже в большей степени. Ведь в своем эволюционном переходе от более примитивной нервной системы, мозг как орган, состоящий из десяти

или более миллиардов нейронов и намного более огромного числа связей между ними, изменялся и увеличивался, скорее всего, в результате множества обстоятельств.

Само существование математики объясняется существованием утверждений или теорем, которые очень просто сформулировать, но доказательства которых требуют страниц и страниц объяснений. Почему все происходит именно так, не знает никто. Но простота многих таких утверждений представляет как эстетическую ценность, так и философский интерес.

На протяжении всего развития математики ее эстетическая сторона представляла самое большое значение. Не так важно, насколько полезна теорема, куда важнее то, насколько она изящна. Отдать должное эстетической ценности математики со всей полнотой могут лишь немногие «нематематики» и даже ученые из других областей, но для тех, кто ею занимается, эта ценность неоспорима. Можно, однако, рассуждать и о невзрачной стороне математики. Эта невзрачность связана с тем, что в математике необходима крайняя щепетильность, уверенность в каждом сделанном шаге. В математике нельзя останавливаться, ведя большой и широкой кистью. Все детали нужно охватывать одновременно.

«Математика — это язык, в котором нет места неточным и туманным высказываниям» — это слова Пуанкаре, которые он произнес, если я не ошибаюсь, во время своей речи о мировой науке в Сан-Луи очень много лет назад. Приводя пример влияния языка на мышление, он описал, как менялись его ощущения, когда он говорил не по-французски, а по-английски.

Я склонен согласиться с ним. Общеизвестно, что во французском языке есть некая прозрачность, отсутствующая в других языках, и, я полагаю, именно она составляет отличную черту французской математической и научной литературы. Мысли получают разные направления. Французский наводит меня на обобщения и побуждает к упрощению и краткости. Английский вызывает к здравому смыслу. Немецкий затягивает вглубь проблемы, которая не всегда бывает достаточно глубокой.

Польский и русский языки характеризуются своеобразным брожением, развитием мысли, которое можно уподобить усилению крепости настоя. Славянские языки мечтательны, душевны, эмоциональны, тяготеют скорее к психологии, нежели к философии, и не так зависимы от отдельных слов, как, например, немецкий язык, где слова и слоги сцепляются и соединяют мысли, которые иногда не слишком сочетаются друг с другом. Латынь — это опять нечто другое. Это упорядоченный язык; в нем всегда присутствует ясность; слова разделены; они не склеиваются, как в немецком; именно так хорошо приготовленный рис отличается от переваренного и слишшегося.

Вообще говоря, мои собственные впечатления о языках следующие: о чем бы я не говорил по-немецки, мне кажется, что я преувеличиваю, когда я говорю по-английски, то, напротив, как-будто недоговариваю что-то. И только сказанное на французском кажется верным, да еще на польском, так как это мой родной язык, и потому он кажется мне таким естественным.

Прежде некоторые французские математики ухитрялись писать более свободным стилем, не используя слишком много определенных теорем. Такой стиль был более приятен по сравнению с нынешним стилем научных книг и работ, в которых каждая страница изобилует формулами и символами. Лично я «отключаюсь», когда вижу перед собой только формулы и символы и совсем чуть-чуть текста. По мне так это весьма утомительно — глядеть на страницу и не знать на чем сконцентрироваться, и я никак не могу понять, как многие другие математики могут читать их самым подробным образом и вдобавок получать от этого удовольствие.

Но, безусловно, существуют и неизящные теоремы, которые важны и трудоемки. В качестве примера можно привести какую-нибудь работу по дифференциальным уравнениям в частных производных, менее «чудесную» по стилю и форме, но, возможно, имеющую «глубину» и щедрую на следствия, применяемые в физике.

Как складываются суждения о ценности сегодня?

Математики, работа которых, в известном смысле, состоит в том, чтобы анализировать мотивы и источники своей работы, обманываются и могут утратить свою пронизательность, если полагают, что их главная работа в том, чтобы доказывать теоремы без всякого понятия о том, почему они могут быть важными. Если принять во внимание исключительно эстетический критерий, не покажется ли этот факт таинственным?

Я думаю что в ближайшие десятилетия придет и даже займет формальный уровень более глубокое понимание красоты, хотя, возможно, к тому времени эти критерии сдвинутся до вновь неподдающихся анализу высших уровней суперкрасоты. А до сих пор все попытки проанализировать эстетические критерии приводили к предположениям, которые казались слишком ограниченными. Математика должна обращаться к связям с другими теориями внешнего мира или с историей развития человеческого мозга, иначе она окажется чисто эстетической и очень субъективной в том же смысле, что и музыка. Я, правда, считаю, что даже качество музыки подвластно анализу — лишь до определенной степени, конечно — хотя бы с помощью формального критерия, математизации идеи аналогии.

Сейчас решаются некоторые старые задачи, решения которых не могли найти многие годы. Одни задачи решают с торжеством,

другие, так сказать, с хныканьем. В обоих случаях эти задачи одинаково важны и в высшей степени интересны, однако некоторые из них, даже знаменитые и классические, решаются настолько особенному, что к этому больше просто нечего добавить! Другие, менее известные, вызывают любопытство и побуждают к дальнейшей работе, как только находишь их решение. Они словно открывают новые тропинки.

Что касается публикаций, то в наше время математики почти что вынуждены утаивать то, как они получают свои результаты. А между тем Эварист Галуа, молодой французский гений, погибший в двадцать один год, в своем последнем письме подчеркивает, насколько истинный процесс совершения открытия отличается от того, что в конце концов выходит из печати в качестве процесса доказательства. Важно повторять это как можно чаще.

В целом, и в довольно широких рамках, похоже, действительно существует консенсус, к которому пришли математики-исследователи при обсуждении ценности индивидуальных достижений и новых теорий. А значит должно существовать нечто объективное, даже если еще не сформулированное, то, что описывает ощущение красоты, которая существует в математике, и которая зависит иногда и от полезности математики для других ее областей или для других наук. Во всяком случае, для меня остается тайной, почему, к примеру, математика так важна для описании физического мира, если ставить этот вопрос философски. Юджин Вигнер однажды написал очень увлекательную статью об этой «невероятной» полезности математики под названием «Непостижимая эффективность математики» («The Unreasonable Effectiveness of Mathematics»).

Конечно, математика — это очень краткое представление одного из способов формализации всего рационального мышления.

Несомненно в математике значение тренировки нашего мозга, которая происходит тогда, когда мы учимся в начальной, средней и высших школах, ведь практика, точно так же, как в любой игре, делает его сильнее. Я не могу сказать, сильнее ли мозг математика сегодня, если сравнивать с древнегреческими временами; однако если брать еще больший масштаб эволюции, то, скорей всего, это именно так. Я в самом деле считаю, что математика может играть огромную роль в генетике, что она может оказаться одним из немногих средств совершенствования человеческого мозга. Если это и вправду так, то для человечества не было бы ничего важнее, независимо от того придут ли люди к новой судьбе вместе или по-отдельности. Возможно, что с помощью математики можно будет создавать физически, то есть анатомически, новые связи в мозге. Математика обладает способностью обострять ощущения, даже несмотря на то, что быстрое увели-

чение материала до огромных объемов стремится загубить все дело.

И все же, любой алгоритм, любая форма включает в себе некую магию. Содержимое Еврейского Талмуда или даже Каббалы не кажется такой уж богатой пищей для ума, являя собой лишь огромное собрание грамматических или кулинарных рецептов, местами поэтических, местами мистических, но в любом случае весьма произвольных. Но на протяжении веков тысячи умов вчитывались, запоминали, анализировали и классифицировали эти труды. Возможно, в этом занятии обострилась их память и дедуктивная практика. Подобно тому, как нож становится острее, когда мы затачиваем его на точильном камне, может «затачиваться» и наш мозг на скучных предметах наших мыслей. Любая форма усердного мышления имеет свою ценность.

Есть в математике утверждения, например, такие как великая теорема Ферма, которые сами по себе кажутся специальными и никак не связанными с теорией чисел, как таковой. Чрезвычайно простые в формулировках, они не поддались усилиям самых великих умов, пытавшихся доказать их. Такие теоремы стимулировали в наших умах (я ведь тоже не был исключением) более общий интерес и любопытство. А задача Ферма, специальная ли она сама по себе или даже не нужная, стимулировала за последние три века математики создание новых до сих пор актуальных объектов математической мысли, особенно создание так называемой теории идеалов в алгебраических структурах. История математики знает немало предметов, созданных таким путем.

Изобретение мнимых и комплексных чисел (представляющих собой пары вещественных чисел, которые умножаются и складываются по специальному правилу) помимо того назначения и применения, что им немедленно определили, открыло новые возможности и привело к обнаружению удивительных свойств комплексных переменных. Эти аналитические функции (самыми простыми примерами которых являются, скажем, $z = \sqrt{w}$, $z = e^w$, $z = \log w$) обладают простыми, неожиданными и непредвиденными ранее свойствами, которые выводятся из нескольких общих правил, которым они подчиняются. Они имеют удобные алгоритмы и довольно глубокие связи со свойствами геометрических объектов и некими загадками, связанными со столь хорошо нам знакомыми на первый взгляд, натуральными числами — обыкновенными целыми числами. То же самое мы ощутили бы, если бы некая невидимая, другая вселенная, правящая нашими мыслями, стала вдруг смутно проявляться сквозь эти мысли, вселенная с какими-то законами и фактами, о которых мы начали только смутно догадываться.

Трудно объяснить а priori с достаточной полнотой тот факт, что некоторые функции, кажущиеся очень специальными, напри-

мер, дзета-функция Римана, имеют такие глубокие связи с поведением целых чисел или простых чисел. Он по сей день не вполне понят. Не так давно эти специальные аналитические функции, определяемые бесконечными рядами, были обобщены на пространства, отличные от плоскости всех комплексных чисел, например, на алгебраические поверхности. Эти примеры показывают связи между как будто разными понятиями. Они также свидетельствуют о существовании (следующая метафора навеяна самой темой рассуждения) еще одной поверхности реальности, римановой поверхности мышления (Riemann surface of thought) и связей мышления, о которых мы на сознательном уровне ничего не знаем.

Некоторые из свойств аналитических функций комплексно-го переменного, как оказывается, не только удобны, но и фундаментально связаны с физическими свойствами материи, в теории гидродинамики, а именно описании движения несжимаемых жидкостей, таких как вода, в электродинамике и основах самой квантовой теории.

Создание общей, несомненно абстрактной идеи пространства, о которой на самом деле нельзя сказать, что ее полностью подсказало или каким-то уникальным образом указало на нее физическое пространство, в котором происходит наше чувственное восприятие, обобщение до n -мерного пространства, где $n > 3$ и даже до бесконечномерного пространства, столь полезное, во всяком случае как язык основ самой физики. Что это? Изумительные плоды нашего могущественного мозга? Или это откровение природы физической реальности? Само изобретение (или «открытие») существования различных степеней или различных видов бесконечности оказало не только философское, но и, сверх того, поразительное психологическое влияние на восприимчивые умы.

Рассуждая о завораживающем действии неожиданностей, таинственной привлекательности математики и, конечно же, других наук — физики в особенности — можно отметить кое-что еще. Как часто можно наблюдать в игре в шахматы, как слабый игрок или даже совсем еще начинающий вдруг вносит в игру сложный, удивительный расклад. Я нередко следил за игрой любителей или неспособных учеников и где-нибудь на пятнадцатом ходу замечал, что расклад, который у них получается — по-видимому, случайно и уж, конечно, не по задумке — сулит множество чудесных возможностей для каждого из игроков. Мне любопытно, как игра может сама создавать такие расклады, в которых столько привлекательности и искусности, делать это независимо от этих профанов, даже не подозревающих о том, что происходит. Не знаю, возможны ли аналогичные случаи в игре в го. Не слишком разбираясь в нюансах этой прелестной игры, я не могу судить об этом, но все-таки мне интересно, может ли профессионал по одному взгляду на

расклад определить, получился ли он случайно или же благодаря логически развивающимся и обдуманым действиям игроков.

Кажется, что в науке, особенно в математике, существует похожий магический интерес — интерес к определенным алгоритмам. Такие алгоритмы способны сами давать решения задач или «открывать окна» новых перспектив. И то, что в начале казалось лишь инструментом для достижения частной цели, может в итоге повлечь какие-нибудь новые неожиданные и непредсказуемые применения.

Кстати, мне в голову пришла любопытная философская головоломка, и я не знаю, как ее решить. Рассмотрим игру солитер или же какую-нибудь игру между двумя игроками и допустим, что в ходе игры участники могут сжульничать один или два раза. Например, если в пасьянсе «Канфилд» поменять положение одной или двух карт один и только один раз, игра не нарушится. Она по-прежнему останется точной, полной, имеющей математический смысл, но станет другой игрой. Просто она станет чуть более насыщенной, более общей. Но если рассмотреть математическую систему и допустить одно или два ложных утверждения, результат немедленно станет бессмыслицей, потому что имея ложное утверждение можно вывести все, что душе угодно. В чем же кроется разница? Возможно, она кроется в том, что в игре допускается лишь один определенный класс действий, тогда как в математике лишь однажды введя неверное утверждение, можно получить такой вот вывод: ноль равен единице. Тогда, очевидно, должен существовать и способ обобщения математической игры, так чтоб можно было совершить несколько ошибок и вместо полной чепухи получить только более широкую систему.

Мы с Хокинсом размышляли над следующей связанной с этим задачей: вариация игры «Двадцать вопросов». Один человек задумывает число в интервале от единицы до одного миллиона (который как раз меньше, чем 2^{20}). Другому человеку позволено задать до двадцати вопросов, на каждый из которых первый участник должен отвечать только «да» или «нет». Очевидно, что число можно угадать, если сначала спросить: это число в первой половине миллиона? В следующем вопросе опять ополовинить получившийся интервал чисел и так далее. В конечном итоге, число можно угадать менее чем за $\log_2(1000000)$ раз. Предположим теперь, что участник имеет право солгать один или два раза. Сколько вопросов потребуется, чтобы получить верный ответ? Ясно, что для того, чтобы угадать одно из 2^n чисел, требуется более n вопросов, поскольку о том, когда была сказана ложь, неизвестно. В общем виде эта задача не решена.

В своей книге о нерешенных задачах я утверждаю, что многие математические теоремы можно «paуzise» (греческое слово, слово,

которое значит «обыграть»). То есть их можно сформулировать на языке теории игр. Например, достаточно общую схему игры можно представить следующим образом:

Предположим, что N — данное целое число, а два игрока должны осуществить две перестановки N букв $(n_1, n_2, \dots, n_N)$. Для этого два игрока действуют по очереди следующим образом. При первой перестановке первый игрок забирает букву n_1 , второй — n_2 , первый — n_3 и так далее. В конце концов первая перестановка заканчивается. Затем они разыгрывают вторую перестановку и если две перестановки образуют группу всех перестановок, выигрывает первый игрок, в противном случае выигрывает второй. У кого в этой игре выигрывающая стратегия? Это лишь скромный пример того, как в любой области математики — в данном случае в теории конечных групп — можно придумать «игроподобные» схемы, которые приводят к чисто математическим задачам и теоремам. Можно задавать вопросы и другого рода, например: каковы шансы, если это делается наугад? В этом случае задача объединит в себе и теорию меры, и теорию вероятностей, и комбинаторику. Можно продолжать в таком духе и рассматривать многие области математики.

К концу девятнадцатого века теория множеств совершила переворот в математике. Все началось с того, что Георг Кантор доказал (вернее открыл), что континуум не является счетным множеством. Он не единственный размышлял о логике бесконечности — были еще его предшественники Вейерштрасс и Больцано, однако первое тщательное изучение степеней бесконечности было проведено, конечно, им. Оно возникло из изучения им тригонометрических рядов и, вобрав в себя аромат математики, быстро приняло математическую форму. Дух этой теории в значительной степени проник в математику; недавно она получила новое и технически совершенно неожиданное, обновленное развитие как в самой абстрактной форме, так и в форме непосредственных приложений. Нужно заметить, что формулировки топологии, алгебраических идей в самой общей форме получили импульс и направление от деятельности польской школы, которая в значительной степени была представлена во Львове, где интересы сконцентрировались, грубо говоря, вокруг функционального анализа в геометрическом и математическом смысле.

Можно привести следующее чрезмерно упрощенное описание того, что послужило началом этой деятельности. Начатый Кантором и математиками французской школы — Борелем, Лебегом и другими — этот род исследований прижился в Польше. В своей книге «Блестящие иммигранты» («Illustrious Immigrants») Лаура Ферми восхищенно удивляется тому, сколь многие из работавших в США польских математиков проделали так много важной рабо-

ты для процветания этой области. Тех, кто приехал сюда, чтобы жить и продолжать эту работу, тоже было немало. Изучение анализа, одновременно проводимое Гильбертом и другими немецкими математиками, привело к появлению простой, общей математической структуры бесконечномерных функциональных пространств, которую впоследствии также развила польская школа. А независимая и одновременная работа Мура, Веблена и других ученых Америки сделала возможной встречу геометрических и алгебраических взглядов и объединение разных направлений математической деятельности, хотя, конечно, только в некоторой степени.

Такое чувство, что, несмотря на растущее разнообразие и даже «сверхспециализацию», выбор предметов для исследований в математике определяется широко распространенными общими течениями, линиями и тенденциями, идущими от независимых источников.

Несколько индивидуумов, располагающих несколькими определениями, могут разбудить целую лавину работы в специальных областях. Отчасти это обусловлено модой и стремлением увековечить себя исключительно под влиянием учителей. Когда я впервые приехал в эту страну, то поразился показавшейся мне чрезмерной сосредоточенности на топологии. Теперь мне кажется, что, возможно, слишком большая работа идет в области алгебраической геометрии.

Второй вехой стала работа Геделя, которую в недавнем времени сделали более специфичной результаты Пола Коэна. Гедель, математический логик из Принстонского института перспективных исследований, установил, что любая конечная система аксиом или даже счетно бесконечная их система в математике позволяет сформулировать внутри этой системы имеющие смысл утверждения, которые являются неразрешимыми — то есть внутри системы нельзя ни доказать, ни опровергнуть их истинность. Коэн открыл целый класс новых аксиом бесконечности. Сегодня существует масса результатов, свидетельствующих о том, что наша интуиция, благодаря которой мы понимаем бесконечность, не обладает полнотой. Они позволяют раскрыть таинственные области нашей интуиции для понимания разных концепций бесконечности. Это, в свою очередь, оказывает косвенное влияние на изменение философии математического фундамента, показывая, что математика — это вовсе не законченный предмет, основанный на неизменных, уникальным образом подобранных законах, как было принято считать раньше, а генетически развивающаяся наука. Эту точку зрения еще не приняли сознательно, а ведь она указывает путь к иным перспективам. Математики изучают бесконечность воистину плодотворно, так что можно ли знать, как изменится наше отношение к этому понятию за следующие пятьдесят лет?

Конечно, что-то появится — если не аксиомы в настоящем смысле этого слова, то правила или договоренности между математиками, которые допустят новые постулаты или, назовем их лучше, формулированными пожеланиями, выражающими абсолютную свободу мысли, свободу конструкции, когда есть неразрешимые утверждения в предпочтение верным или ложным допущениям. Некоторые утверждения могут в самом деле быть неразрешимо неразрешенными. Это должно представлять огромный философский интерес.

Интерес к фундаментальным основам математики в какой-то степени философский, однако в конечном итоге он распространяется на всю математику, как и теория множеств. Однако если выражение «фундаментальные основы» — термин неудачный, в настоящее время это всего лишь еще один математический предмет, но, безусловно, фундаментальный.

Огромная дихотомия в происхождении и вдохновении математической мысли — которую стимулируют с одной стороны влияние внешней реальности, материального мира, а с другой стороны воздействие развивающегося процесса психологии, очень вероятно, что человеческого мозга — имеет небольшой и особый гомоморфический образ в настоящем и будущем применении электронных компьютеров.

Даже самый идеалистический взгляд на математику как на «чистое» создание единственно человеческого ума должен согласовываться с тем фактом, что выбор определений и аксиом геометрии — а фактически, и большинства математических концепций — это результат впечатлений, полученных посредством наших чувств от внешних раздражителей и, что неотъемлемо, от наблюдений и экспериментов во «внешнем мире». Теория вероятностей, например, появилась как результат развития нескольких вопросов, связанных с азартными играми. Сегодня вычислительные машины, предназначенные для решения специальных задач математики, позволяют надеяться на очень мощное увеличение масштаба Gedanken экспериментов¹, идеализацию опыта и наших более абстрактных схем мышления. Судя по всему, экспериментирование с моделями игр, в которых участвует самоорганизованная живая материя через посредничество химических реакций, протекающих в живых организмах, приведет к новым абстрактным математическим схемам. Новые математические структуры могли бы возникнуть и в результате нового изучения математики эволюционирующих моделей и возможности экспериментального изучения на вычислительных машинах процесса конкуренции или состязаний между геометрическими конфигурациями, имитирующими борьбу за выживание. Здесь можно было бы применить

¹Мысленных экспериментов (нем.) — *Прим. ред.*

выражение вроде «*pauzonomu*» к комбинаторике конкурирующих реакций и «*auxology*» к еще только развивающейся теории роста самоорганизации, которая в конечном итоге включает и растущее дерево самой математики¹.

До сих пор для отображения математических свойств геометрической эволюции предлагались только очень простые и недоработанные математические схемы (мои собственные незамысловатые модели представлены в недавно вышедшей книге «Теория клеточных автоматов» («*A Theory of Cellular Automata*») под редакцией Артура Беркса, изданной издательским домом Иллинойского университета).

Особенно оригинальный набор правил придумал английский математик Джон Конвей, специалист по теории чисел. Его «Игра Жизни» является примером развлечения или игры, очень похожей на ранние задачи с элементами игры в карты или кости, которая в итоге подвела к современному строению теории вероятностей и, возможно, подведет к новой большой теории, описывающей «процессы», которые изучал в своей философии Альфред Норт Уайтхед.

Использование компьютеров не только удобно, но и абсолютно необходимо в этих экспериментах, которые предполагают слежение за играми или состязаниями на протяжении огромного количества ходов или этапов. Я считаю, что опыт, приобретенный в результате наблюдения за поведением таких процессов, окажет фундаментальное влияние на все, что способно обобщить или даже заменить наблюдаемое сегодня в математике исключительное следование формальному аксиоматическому методу.

Вышеупомянутые результаты, полученные не так давно Полем Коэном и другими учеными — Петром Новиковым, Хао Вангом, Юрием Матиясевичем — и характеризующиеся независимостью от традиционной системы аксиом некоторых наиболее фундаментальных математических утверждений, говорят о новой роли прагматических подходов. Работа с автоматами поможет определить, можно ли решить задачу с помощью существующих средств.

Давайте рассмотрим «маленькую» специальную задачу с трехмерным пространством, чтобы проиллюстрировать то, о чем мы рассуждаем. В пространстве имеется замкнутая кривая и твердое тело данной формы. Задача состоит в том, чтобы протолкнуть данное дело через данную кривую. В математике нет четких критериев, которые позволили бы судить о том, осуществимо это или нет. Тело приходится вращать, покачивать, проталкивать и «про-

¹ «*Pauzonomu*» и «*auxology*» — авторские выражения, поэтому имеет смысл сохранить в тексте их оригинальный вид. Поясним только, что под «*pauzonomu*» автор подразумевает теорию игр, а под «*auxology*» — теорию роста самоорганизации, известную сейчас под более популярным названием «синергетика» — *Прим. ред.*

бовать», чтобы узнать можно ли это сделать. Аналогичную задачу можно рассматривать и при большем числе измерений, к примеру пяти. Идея заключается в том, чтобы занести ее в компьютер и пробовать различные возможности движения. Возможно, после очень большого числа таких попыток у исследователя этой задачи разовьется ощущение свободного маневрирования и в пространстве с большим числом измерений, а также новая почти тактильная интуиция. Это, конечно, частный, незначительный и неважный пример, однако я считаю, что мы могли бы развить в себе новые свойства воображения, благодаря подходящему экспериментированию вкупе с новыми средствами, особенно электронными компьютерами, реализуя на них и наблюдая с их помощью различные процессы роста и эволюционное развитие.

Я думаю, что влияние электронных компьютеров существенно распространится и на чистую математику, так же, как это уже произошло с математическими науками, главным образом с физикой, астрономией и химией.

Этот основанный на предположениях обзор аспектов будущего математики уносит нас далеко от фон Неймана, его современников и той роли, что они сыграли в эволюции науки четверть века назад. Быстрые темпы роста организованной умственной деятельности человека, несомненно, ускорили появление компьютеров, что предвещает качественные изменения в нашем образе жизни и мышления. Как гласит одно из забавных замечаний Нильса Бора, «предсказывать очень трудно, особенно будущее». Но я думаю, что математика в значительной степени изменит свои аспекты. Возможно, произойдет нечто радикальное, появится совершенно иная точка зрения на сам аксиоматический метод. На смену кропотливому изучению специальных теорем, которые исчисляются миллионами, и мышлению по правилам оперирования раз и навсегда установленными символами придет, быть может, математика, в которой будет все больше и больше задач, или «пожеланий», или программ более общего характера. Не будет большого дополнительного количества специальных пространств, определенных специальных многообразий, специальных отображений одного или другого, хотя немногие из них все же выживут: «*apparent rari nantes in gurgite vasto*»¹, не будет новых групп отдельных теорем, а вместо них появятся общие схемы и очертания более обширных теорий, более огромных областей, тогда как текущее получение доказательств теорем будет оставлено студентам или даже машинам. Возможно, это станет сравнимо с импрессионистской живописью, которой противопоставляется вымученное, передающее каждую мелочь рисование на заре веков. Это могла бы быть

¹Редкие пловцы появляются в пучине огромной (лат.) — *Прим. рег.*

более живая и изменяющаяся картина, причем не только в отношении выбора определений, но и самих правил игры, великой игры, правила которой не меняли со времен античности до настоящего момента.

Но даже если правила еще не изменились, изменился, уже за то время, что живу я, размах математики. В девятнадцатом веке все приложения математики распространялись только на физику, астрономию, химию, механику, машиностроение и другие грани технологии. С не таких уж давних пор математика участвует в формулировании фундаментальных положений других наук, а так называемая математическая физика в действительности есть теория всей физики, затрагивающая самые абстрактные ее разделы, такие как квантовая теория, самый необычный четырехмерный континуум пространства-времени. Все это особенно характерно для двадцатого столетия. За короткий промежуток от шестидесяти до ста лет математические идеи стали применяться повсеместно и в огромных количествах. Это сопровождалось, можно сказать, взрыву подобным созданием новых больших и малых математических объектов и тенденцией «добывать все окончательно» путем столь широкого распространения и крохоборнических исследований малейших, почти что талмудистских деталей.

Когда я несколько лет назад выступал на праздновании двадцать пятой годовщины создания фон-неймановского компьютера в Принстоне, я вдруг принялся мысленно прикидывать, сколько теорем публикуется ежегодно в математических журналах. (Теоремой считается утверждение, которое публикуется в авторитетном математическом журнале и имеет наименование «теорема».) Я быстро произвел в уме подсчет, удивляясь тому, что я могу заниматься этим и одновременно говорить о чем-то совершенно другом, и получил результатом около ста тысяч теорем в год. Быстро переменяв тему, я упомянул об этом в своей речи, и слушатели разинули рты от изумления. Читателю, возможно, будет интересно узнать, что на следующий день ко мне пришли два молодых математика, которые слышали эти мои слова, и сказали, что, поразившись такой огромной цифре, они провели более схематическое и детальное исследование в институтской библиотеке. Перемножив число журналов, число выпусков в году, число работ, приходящихся на выпуск и среднее количество теорем в каждой работе, они получили около двухсот тысяч теорем в год. Такое огромное число, конечно, должно послужить пищей для размышлений. Если считать, что математика — это нечто большее, чем игры и головоломки, то здесь есть о чем побеспокоиться. Существует явная опасность того, что саму математику постигнет участь раскола на разные, отдельные науки, на множество независимых дисциплин, слабо связанных между собой. Мне лишь остается надеяться, что

этого не произойдет, ведь если число теорем увеличится настолько, что обозреть их всех станет просто невозможно, кто возьмется судить о том что есть «важное»? Эта проблема начинает требовать ведения учета, она становится проблемой хранения и поиска получаемых результатов. Сегодня она выходит на первое место, ведь естественный отбор невозможен без всякого взаимодействия.

Действительно, невозможно ставить на один уровень даже самые выдающиеся и волнующие результаты. Как же можно мириться с этим и одновременно считать, что математика выживет и останется единой наукой? Точно так же как невозможно познать всех прекрасных женщин или все прекрасные произведения искусства, и, в конце концов, мужчина женится на какой-то одной прекрасной женщине, математик, можно было бы сказать, венчается с какой-то одной, своей собственной маленькой областью. По этой причине становится все труднее судить о ценности в математическом исследовании, и большинство из нас превращается в специалистов. Сейчас с огромной быстротой ширится разнообразие объектов, исследуемых молодыми учеными. Возможно, не стоит называть это осквернением мысли; наверное, это отражение расточительности природы, породившей миллионы разновидностей различных букашек. Но почему-то все же чувствуешь, что это идет вразрез с твоим представлением о науке, призванной понимать, аббревиатурно сокращать, обобщать и, что особенно важно, развивать систему обозначения явлений природы и разума.

Именно неожиданное в развитии науки, то, как воистину новые идеи и концепции вдруг осеняют молодые умы, формирует саму науку, одаривая ее непреложными истинами. Позже, для зрелого или уже стареющего ума неожиданное приносит чудо, которое вызывает новый стимул, даже если ум уже менее впечатлителен или даже измучен. Как говорил Эйнштейн, «самые прекрасные из переживаемых нами моментов загадочны. Загадочное — это источник всего истинного искусства и науки».

Математика создает новые объекты мышления — их можно было бы назвать метареальностью — порождая идеи, которые начинают жить своей собственной жизнью в своем независимом развитии. Как только эти идеи появились, их уже не может контролировать один человек, только группа умов — некая легендарная команда математиков — способна управлять ими.

Очень сложно количественно измерить талант или гений в математике. Я склонен думать, что путь от посредственности до высших уровней, на которых стоят такие люди, как Гаусс, Пуанкаре и Гильберт, почти непрерывен. Очень многое зависит не только от мозга. Определенно, тут есть и особенности характера или, как назвал их я, желая подобрать более подходяще выражение, «гормональный фактор»: упорство, физическая выносливость, жела-

ние работать, называемое некоторыми «страстью». Они во многом определяются привычками, приобретаемыми еще в детстве или юности, когда огромную роль играет случайность ранних впечатлений. А качество, называемое воображением или интуицией, несомненно, определяется физиологическими структурными свойствами мозга, которые в свою очередь могут частично развиваться благодаря впечатлениям, в результате которых сформировались определенные мыслительные привычки и зародилось направление мышления в целом.

Желание проникнуть в неведомое и незнакомое различно у разных людей. Определенно, существуют разные «типы» математиков: одни предпочитают штурмовать уже существующие задачи или надстраивать что-нибудь новое на уже имеющееся старое, другие любят строить предположения о новых схемах и новых возможностях. Первые, скорее всего, в большинстве, их, быть может, больше восьмидесяти процентов. Если молодой человек хочет сделать себе репутацию, он наверняка будет атаковать нерешенную задачу, над которой кто-то уже корпел до него. И если он окажется удачливым и достаточно сильным, его можно будет сравнить с атлетом, который, прыгнув выше, чем кто-либо до него, побивает рекорд. И хотя большую ценность имеет именно концепция новой идеи, молодой человек часто не склонен к такой попытке, т. к. он не знает, оценят ли его новую идею, даже тогда, когда он сам находит ее и важной, и прекрасной.

Я принадлежу к числу тех, кто любит скорее затевать новое, чем что-то совершенствовать и развивать. Чем проще и «ниже» то, с чего я начинаю, тем больше мне это нравится. Не помню, чтобы я использовал когда-то сложную теорему, чтобы доказать еще более сложную (хотя, конечно, все это относительно и «ничего нового под солнцем нет» — все можно привести к Архимеду или более ранним мыслителям).

Я также считаю, что привычка менять области своей деятельности в течение жизни придает энергии. Если человек слишком долго работает в одной и той же области или с одним и тем же классом проблем, то своеобразная «оседлость» препятствует формулированию им новых взглядов, и он может одряхлеть. К сожалению, в математической творческой деятельности это нередкое явление.

Но при всем понимании красоты, видении новых реалий, при всех грандиозных открывающихся видах математика обладает неким одурманивающим свойством, менее явным или полезным для здоровья. Оно сродни действию некоторых искусственных наркотиков. Наркотическое воздействие может оказать самая маленькая задача, если в ней с первого взгляда распознается тривиальность или повторяемость. Можно затянуться, начав решать

такие задачи. Я помню, как журнал «Mathematical Monthly» время от времени публиковал посылаемые одним французским геометром задачи, которые имели дело с банальными расположениями на плоскости окружностей, прямых и треугольников. «Belanglos» — как говорят немцы, но тем не менее эти картинки могли увлечь вас сразу, как только вы начинали думать о том как найти решения, даже если вместе с тем вы осознавали, что это решение едва ли повлечет за собой какие-нибудь более увлекательные и более общие вещи. Это разительно отличается от того, что я рассказывал о теореме Ферма, которая подвела к созданию новых обширных алгебраических понятий. Разница, может быть, заключается в том, что малозначимые задачи можно решить, прилагая скромное усилие, тогда как теорема Ферма, не решенная до сих пор, продолжает оставаться вызовом для всех математиков¹. И все же для настоящего математика оба эти типа математического любопытства обладают сильнонаркотическим свойством, проявляющимся на всех уровнях, начиная от пустяков и заканчивая самыми вдохновляющими идеями.

В прошлом всегда было несколько математиков, таких как Пуанкаре, Гильберт, Вейль, которые явным или скрытым образом подавали другим особые идеи, позволяя им выбирать направление своей деятельности. В наши дни подобное становится все более проблематичным, если не невозможным. Вероятно, в мире нет ни одного математика, понимающего все, что на сегодня выходит из печати.

Написанная более тридцати лет назад Эриком Темплом Беллом книга «Развитие математики» («The Development of Mathematics») содержит сокращенное, но замечательное описание истории математики. (Возможно, оно нравится мне, потому что, как говорит Джанкарло Рота, там упомянута моя работа, при том, что книга эта небольшая и была написана, когда мне было всего лишь двадцать восемь лет. Согласитесь, что гораздо приятнее быть упомянутым в кратком сочинении, чем в книге с десятью тысячами страниц!) Но когда какой-то издатель попросил Вейля написать об истории математики двадцатого века, тот отказался. Он знал, что ни один человек не смог бы этого сделать.

Лет тридцать пять назад фон Нейман, который мог бы взяться за такое дело, признался мне, что знает не более трети от всего математического свода. По его предложению я однажды устроил для него нечто вроде докторского экзамена на проверку знаний в различных областях, который сдают кандидаты на докторскую степень. Я попытался отобрать те вопросы, на которые он затруднился бы ответить. Мне и в самом деле удалось найти несколько

¹ Теорема Ферма уже доказана. См. прим. на стр. 46.

вопросов — в дифференциальной геометрии, теории чисел, алгебре — на которые он не смог ответить удовлетворительно. (Это, между прочим, может говорить и о том, что сдача экзаменов на получение степени доктора не имеет неизменного значения.)

Что касается меня, я не могу утверждать, что знаю много о техническом материале математики. Чем я, скорее всего, обладаю, так это пониманием сути и, в ряде ее областей, возможно, сущности сути. Обладание таким умением догадываться или чувствовать, что окажется новым, а что уже известно или еще неизвестно является возможным и тогда, когда речь идет о тех разделах математики, в которых тебе не известны детали. Думаю, в какой-то мере мне свойственна эта способность. Мне часто удается определить является ли утверждение теоремой (т. е. оно доказано) или это только новое предположение. Возникновение этого ощущения зависит от способа расстановки квантификаторов, так сказать, от тона или музыки утверждения.

Кстати, об этой аналогии: я запоминаю мелодии и могу напевать их весьма точно. Но когда я пытаюсь изобрести или придумать какой-нибудь новый «убойный» мотивчик, то с полным бессилием осознаю, что то, что я сочиняю, является лишь тривиальной комбинацией того, что я уже слышал. Это совершенно противоположно математике, где я, как мне кажется, лишь «коснувшись листа бумаги», могу предложить что-то новое.

Сотрудничество в математике — явление очень интересное и новое, получившее развитие за последние несколько десятилетий.

Когда в экспериментальной физике исследователи вместе работают на различных этапах проведения эксперимента, это довольно естественно. К настоящему моменту любой эксперимент в действительности представляет из себя класс технических проектов, особенно проектов огромных машин, для создания и работы над которыми требуются сотни инженеров и специалистов.

Такая картина существует в теоретической физике, правда, не очень явно, и, как ни странно, в математике тоже. Мы уже знаем, что творческое усилие в математике требует напряженной сосредоточенности и постоянного, вглубь направленного и часами напролет длящегося размышления, что часто в нем участвуют два человека, которые в процессе сотрудничества просто смотрят друг на друга и время от времени делают несколько замечаний. Сейчас это настолько распространено, что даже в самых сложных для понимания математических вопросах два или более человека работают вместе, пытаясь найти доказательство. Многие работы сейчас пишутся двумя, иногда тремя и более авторами. Обмен догадками, предложение пробных подходов помогают получить частичные результаты в процессе исследования. Ведь гораздо легче

разговаривать, чем записывать каждую мысль. Здесь, кстати, наблюдается определенная аналогия с анализом игры в шахматы.

Возможно в будущем большие группы работающих вместе математиков будут получать важные, простые и изящные результаты. Несколько результатов уже было получено таким образом за последние годы. Например, получение решений (не одновременное, конечно, а последовательное) одной из задач Гильберта о существовании алгоритмов решения диофантовых уравнений несколькими учеными в этой стране и, в самом конце, молодым русским ученым Юрием Матиясевичем, сделавшим завершающий этап. Старую задачу Банаха о гомеоморфизме его пространств решили несколько математиков из Соединенных Штатов и Польши, работавших независимо, но информировавших друг друга о текущих результатах. Они, так сказать, могли взбираться друг другу на плечи.

Выражение «критическая масса» как метафора, обозначающая, каким должен быть минимальный требуемый размер группы ученых для того, чтобы, работая совместно, они получили успешные результаты, вошло в обиход после шумихи, поднявшейся вокруг создания атомной бомбы в Лос-Аламосе. Если группа довольно большая, результаты буквально извергаются ею. Когда же достигается критическая масса, то благодаря взаимному стимулированию «размножение» результатов, как и нейтронов, становится неописуемо интенсивнее и быстрее. Когда масса не достигает критической, прогресс идет постепенно, медленно и линейно.

Другие разновидности рабочих привычек ученых теперь стали менее интересными. В образ жизни тех, кто живет в мире науки, отрешенном от остального мира, сейчас входит все больше научных собраний, все больше правительственной деятельности.

Такая простая, но вместе с тем важная вещь, как написание писем тоже претерпела заметные перемены. Занятие это принято считать искусством, и не только в литературе. Из-под пера математиков выходили бесчисленные тома писем. Они писали от руки очень длинные письма, передавая наряду с математическими размышлениями малейшие подробности интимного и личного характера. Теперь, когда существуют секретари, подобный обмен личными высказываниями более затруднителен, равно как и необходимость диктовать технический материал, поэтому ученые в общем и математики в частности пишут друг другу все меньше писем. Если порыться в моей папке с письмами от ученых, которых я знал — коллекция, пополняющаяся уже более сорока лет — то можно заметить постепенный, а после войны ускорившийся переход от длинных, личных, от руки написанных писем до все более официальных, сухих, отпечатанных записок. Последние годы только два человека писали мне от руки: Джордж Гамов и Поль Эрдеш.

Физик Чженньин Янг, лауреат Нобелевской премии, рассказывает такую историю, иллюстрирующую современный аспект отношений физиков и математиков на интеллектуальном уровне.

Однажды вечером в город приехали несколько человек. Им нужно было постирать свою одежду, и они пошли по улицам города в надежде отыскать прачечную. Наконец, им попалось здание с вывеской на окне: «Прачечная». Один из людей спросил: «Вы не могли бы постирать нашу одежду?» Хозяин ответил ему: «Нет, здесь у нас не прачечная». «Как же?», — спрашивает посетитель, — «На вашем окне даже висит вывеска». «Именно вывески мы тут и делаем», — прозвучал ответ. Это в чем-то характерно для математиков. Они делают вывески, которые, как они надеются, подойдут на все случаи. Однако и физики сделали многое в математике.

В некоторых наиболее конкретных частях математики — скажем, в теории вероятностей — физики вроде Эйнштейна и Смолуховского открыли определенные новые области даже прежде математиков. Идеи теории информации, энтропии информации и ее роли в общем континууме исходили от физиков, таких как Лео Сциллард, и инженера Клода Шеннона, а вовсе не «чистых» математиков, которые могли и должны были сделать это намного раньше. Понятие энтропии, свойства распределения, первоначально было введено в термодинамику, а потом приложено к физическим объектам. Но Сциллард (в очень общем виде) и Шеннон смогли определить это понятие и для общих математических систем. Правда Норберт Винер также принимал участие в его зарождении, а также замечательные математики, как Андрей Колмогоров, впоследствии развили, обобщили и приложили это понятие к чисто математическим задачам.

Некоторые математики прошлого, например, Пуанкаре, обладали немалыми познаниями в физике. Гильберт, у которого, казалось, не было особого понимания физики, написал очень важные работы о методах и логике этой науки. Фон Нейман также знал очень многое из физики, но ему, я бы сказал, не было свойственно врожденное понимание и осознание пользы эксперимента. Его интересовали основы квантовой механики, покуда к ним можно было применять математику. А для физики аксиоматический подход к ее теориям имеет то же значение, что грамматика для языка. Математическая ясность для физики может и не быть концептуально решающей.

С другой стороны, чистая математика тоже служила источником появления многих инструментальных средств теоретической физики, а иногда и некоторых ранних ее идей. Общие неевклидовы геометрии, в которых Риман пророческим образом усмотрел будущую их важность для физики, предшествовали теории относительности, так же как квантовую теорию предупредили опреде-

ление и изучение операторов в гильбертовом пространстве. А слово «спектр», к примеру, употреблялось математиками задолго до того, как кто-то мог даже мечтать об использовании спектрального представления операторов гильбертова пространства для объяснения реального спектра света, излучаемого атомами.

Я нередко задавался вопросом, почему математики не классифицировали специальную теорию относительности, не представили ее в виде различных типов «специальных относительностей» (я не имею ввиду уже существующую общую теорию относительности). Лично я уверен в существовании других «относительностей» в общих пространствах, хотя едва ли какие-нибудь попытки в этом отношении уже предпринимались математиками. Написано огромное количество работ по метрическим пространствам, обобщающим обыкновенную геометрию, в которых отсутствует измерение времени. Ведь если объединить пространство и время, то математикам нечего будет делать! Топологи продолжают хранить верность пространственноподобным пространствам, они не изучали идеи, обобщающие четырехмерное пространство-время. И это мне очень удивительно, как с позиций эпистемологии, так и психологии. (На ум приходит только одна работа, написанная ван Данцигом, в которой он философски размышляет о понятии временной топологии; он говорит, что оно могло бы описываться соленоидальной переменной. Мне эта идея нравится, но все же следует изучать пространства с временным параметром более интенсивно и с большим воображением.)

Всем известно, что специальная теория относительности постулирует и строится исключительно на том, что скорость света всегда неизменна, независимо от движения источника или наблюдателя. Из одного этого постулата следует все, включая знаменитую формулу $E = mc^2$. Выражаясь математическим языком, инвариантность конусов света приводит к группе преобразований Лоренца. Тогда математик мог бы, просто ради математического развлечения, принять в качестве постулата, что, скажем, частота остается постоянной или что инвариантен какой-нибудь другой класс простых физических отношений. Путем логических рассуждений можно было бы посмотреть, каковы были бы последствия такой картины «нереальной» вселенной.

Сегодняшняя математика совершенно отличается от математики девятнадцатого века, даже если принять, что 99% математиков вообще не знают физики. В физике существует так много идей, рожденных от математического вдохновения — новые понятия, новые формулировки. Нет, я не веду речи об использовании математики в физике, как раз наоборот: я говорю о физике как стимуле для новых математических концепций.

В физике, в отличие от математики, можно судить обо всем, что изучается с примерно одинаковой мерой. Каждый физик может понимать суть почти всей этой науки. Сейчас в ней присутствует совсем немного фундаментальных проблем, среди которых особое место занимает природа элементарных частиц и природа физического пространства и времени.

В целом, в современном исследовании, проводимом в теоретической физике, наблюдаются лишь незначительные изменения того, что уже существует, незначительное совершенствование деталей и продолжение того, что уже было начато, несмотря на большой ум, изобретательность и техническую подкованность многих молодых ученых, чьи фундаментальные предложения, при всем при этом, все же склонны быть ортодоксальными. Вероятно, так было всегда, и действительно новые идеи появляются исключительно редко.

Иногда, чтобы в шутку уколоть своих молодых друзей-физиков, которые только и делают, что изучают какие-нибудь очень необычные частицы, я говорю им, что это не лучший способ обрести вдохновение в основах физики и схеме всего в пространстве-времени.

На мой взгляд первостепенным вопросом в физике (хотя он не является точным и общепринятым) является вопрос о существовании истинной бесконечности структур, все уменьшающихся и уменьшающихся в размерах. Ведь если это так, то математикам стоило бы поразмыслить над тем, изменяются ли пространство и время, даже в своей топологии, в сторону все большего и большего уменьшения своих областей. Физика обеспечила нас базовыми знаниями об атоме и поле. Если конечная реальность состоит из поля, то его точки — это истинно математические и неразличимые точки. Существует возможность того, что в реальности мы имеем необычную структуру, состоящую из бесконечного множества этапов, каждый из которых имеет свою, отличную от других, природу. Эта удивительная картина приобретает физический смысл и не выглядит уже как философская головоломка. Недавние эксперименты определенно свидетельствуют о повышающейся сложности структур. В отдельном нуклоне могут содержаться партоны, как их назвал Фейнман. Эти партоны могут быть гипотетическими кварками или другими структурами. Последние теоретические попытки больше не в состоянии объяснять экспериментальные модели простыми кварками, и следует ввести цветные кварки различных типов. Возможно, мы уже пришли к такому моменту, когда можно наиболее плодотворно изучать последовательность структур как уходящую в бесконечность.

Теоретическая физика возможна, потому что существует множество идентичных или почти идентичных копий объектов и си-

туаций. Если, исходя из определения, считать, что Вселенная единственна (несмотря на то, что галактики похожи друг на друга), и что мир, как одно целое, тоже единственен, то вопросы о космосе как одном целом имеют иной характер. Тогда устойчивость при добавлении нескольких элементов к уже и без того большому их количеству просто невозможно гарантировать. У нас нет возможности наблюдать или экспериментировать с целым рядом вселенных. И проблемы космологии или космогонии, таким образом, отличаются от проблем физики, даже самой фундаментальной.

Не существуя во Вселенной эта подобность или идентичность огромного числа точек, или подмножеств, или групп точек, не была бы возможна наука, физика была бы непостижима. Все отдельно взятые протоны кажутся похожими друг на друга, как кажутся похожими все электроны; одинаковым представляется взаимодействие двух любых небесных тел, зависящее только от их масс и разделяющего их расстояния. И задача физики, между прочим, — распределить эти существующие группы по категориям, из которых очень многие являются изоморфными или почти изоморфными. Физика может помочь нам, благодаря существующей возможности почти точного, если не сказать совершенно точного повтора ситуаций, поскольку одно или два несущественных изменения делают относительно маленькую разницу. Имеется ли двадцать тел или же их двадцать два — это не вносит радикального изменения в поведение их системы. Это ли не вера в некую фундаментальную устойчивость! Надежда здесь на то, чтобы описать физическую картину на уровне простейших категорий и идентичности частей посредством искомого единства или отсчета. Так, физики полагали, во всяком случае до недавнего времени, что если имеется множество точек, то поведение их массы может объясняться взаимодействиями между двумя телами, то есть суммированием потенциалов двух любых тел. С другой стороны, если бы каждый раз при введении в систему по нескольку тел менялось бы все ее поведение, то физики как науки не существовало бы вообще. Этот момент, однако, недостаточно освещен в учебниках по физике.

При определении расстояния между двумя алгебраическими структурами или необходимой для доказательства утверждения или теоремы суммарной работы как энергии можно связать понятие энтропии с понятием сложности. Известно, что для того, чтобы доказать определенную формулу в определенной системе необходимо совершить столько-то этапов. Минимальное и достаточное количество таких этапов можно определить как аналог энергии и работы. Над этим стоит поразмыслить. Однако чтобы построить разумную соответствующую теорию, требуются эрудиция, вооб-

ражение и здравый смысл. Ведь даже для принятой на сегодняшний день основной части физики мы не имеем аксиоматической системы.

В теоретической физике, как и в чистой математике, мы можем наблюдать дихотомию между новыми, великими и «неожиданными» идеями и огромными синтезами уже принятых теорий. В известном смысле эти синтезы могут дополнять новые концепции, а также служить для них препятствием. Неявным образом они обобщают предшествующие теории. Я мог бы проиллюстрировать это отличие следующим примером. Специальная теория относительности — это очень необычная и в чем-то таинственная концепция. За ней стоит почти что иррациональная пронизательность и а priori невероятная аксиома, основанная единственно на экспериментальном факте, согласно которому скорость света не меняется с удалением наблюдателя от источника света или же его приближением к нему. Неизменна скорость света и с точки зрения наблюдателя, когда к нему приближается или, наоборот, удаляется от него источник света, при этом относительная скорость не играет никакой роли. И только на этом было воздвигнуто огромное теоретическое сооружение — физическая теория пространства-времени, обладающая столь многими и — как мы знаем сейчас — технологически революционными следствиями.

В известном смысле и квантовая теория охватывает ряд ранее недоступных интуитивному мышлению или неожиданных концепций.

Примером великого синтеза можно было бы назвать теорию электромагнетизма Максвелла. Этой теории предшествовало установление огромного количества экспериментальных фактов, в которых их первооткрыватели, возможно, не нашли ничего особенно необычного. Создание теории, объясняющей все это множество фактов-наблюдений через одну систему математических уравнений есть одно из самых впечатляющих достижений человеческой мысли. Эпистемологически она, однако, отличается от квантовой теории или же теории относительности, которые были, так сказать, более неожиданными.

Последние полученные в результате наблюдений астрономические открытия продолжают поражать нас неиссякаемой странностью космоса в его разнообразных видах звезд, их скоплениях, галактиках и новых необычных объектах. Это нейтронные звезды, черные дыры, новые, очень специфические свойства скоплений материи, существующие в межзвездном пространстве облака молекул, некоторые из которых имеют доорганическую природу. И вновь это указывает на загадочность вселенной в свете нашего понимания ее, к которому мы пришли, исходя из предшествующих наблюдений и критериев знания и учения.

Есть чему удивляться и в физике, а последнее время все чаще более технологическим и практическим следствиям некоторых физических открытий. К примеру, приложения к идее и разработке голограмм и их применения кажутся поначалу просто ошеломляющими, равно как в высшей мере впечатляют и новые лазерные технологии.

Последние открытия в биологии, революционные и прогрессивные в своем выражении новых фантастических взглядов на будущие перемены в образе жизни на Земле, носят иной эпистемологический характер. Я поражаюсь «разумности» механизмов, представленных в качестве основы жизни. Открытие того, как происходит репликация живой материи, все то, к чему привели модели Крика и Уотсона, природа биологического кода и, как говорят французы «tout ce qui s'y rattache»¹ — все это говорит о неких очень понятных механизмах, сравнимых с устройствами девятнадцатого столетия, для понимания принципа действия которых не требуется знание основ физики. Квантовая теория, конечно, важна для объяснения явления основной молекулярной реакции как фундамента такого устройства, однако сами эти устройства в том, как они задействуют саму структуру жизненных процессов, являются, скорее всего, квазимеханическими, почти квазитехническими.

Напрашивается вопрос: почему? Почему понимание нами материального мира и, возможно, мира живой материи, самих себя, модели нашего мышления не происходит или не нарастает непрерывно? Вместо логически развивающегося устойчивого роста мы наблюдаем дискретные, «квантовые» скачки. Быть может, мир со своим немислимым строением в действительности прост, а неизбежно сложен аппарат нервной системы, через который этот мир доходит до нашего сознания и передается его понимание? Может, дело в структуре нашего мозга со всеми его нейронами и связями, которая, скажем, настолько сложна, что не лучшим образом подходит для непосредственного описания Вселенной? Или, наоборот, это реальность имеет очень сложные объективные масштабы, о которых мы пока даже не имеем представления, и, по своему простодушию, пытаемся черпать из нее крупинками и составлять свою картину о ней, совершая элементарные шаги, исходя из последовательных приближений, предписанных еще Декартом в его труде «Рассуждение о методе» («Discours de la Méthode»)?

(Более развернутые рассуждения о возможной будущей роли математики в биологических исследованиях читатель может найти в моей статье под названием «Некоторые идеи и перспективы в биоматематике» («Some ideas and Prospects in Biomathematics»).

¹Все, с чем это связано. — *Прим. ред.*

Технический аспект представлен в этой статье на уровне несколько более высоком, чем эти общие тезисы, однако заинтересованному читателю, возможно, все же захочется на нее взглянуть.)

Что касается социальных наук, то с точки зрения неспециалиста, к коим отношусь и я, в них к настоящему моменту не появилось ни какой бы то ни было теории, ни более глубокого знания. Быть может, это следствие моей некомпетентности, однако у меня частенько возникает чувство, что, наблюдая за обстановкой и читая газеты вроде «Нью-Йорк Таймс», можно приобрести такие же чутье и познания в экономике, какие есть у крупных экспертов. Сегодня, я думаю, все они не имеют ни малейшего понятия о том, что вызывает некоторые явления в экономической или социально-политической сферах, за исключением тривиальных случаев, о которых может судить любой из нас.

Открытием, последствия которого мы не в состоянии даже оценить, а воздействие которого окажется гораздо большим, чем влияние любой из мировых религий, будет установление существования во вселенной других разумных существ, возможно, где-нибудь за тысячи световых лет от нашей солнечной системы. Вполне возможно, что существуют волны, которые проделав путь, дошли до Земли, и когда-нибудь мы вдруг сможем расшифровать их. И доказательство или даже предположение о существовании при невозможности двустороннего контакта обернулось бы для человечества непреодолимыми последствиями. Нет причин предполагать, что подобное не случится в скором времени, и тогда это либо посеет панику, либо, наоборот, приведет к созданию новой религии.

Мы все читали о летающих тарелках и других неопознанных летающих объектах. Под руководством Эварда Кондона проводилось доскональное изучение этого вопроса. В большинстве случаев не составляет труда установить, что это либо иллюзии — оптические или какие-то еще — либо природные явления в атмосфере. Однако несколько случаев настоящих НЛО все же известно, случаев, заставляющих нас теряться в самых невероятных догадках. К примеру, группу астрономов из обсерватории Маунт Уилсон, которые во время прогулки увидели очень странный ослепительный объект, а вернувшись в обсерваторию зафиксировали высочайшие показатели радиоактивности. Известно также несколько случаев, когда с радиолокаторов или самолетов визуально следили за некими объектами, которым так и не нашли объяснения.

Ферми, бывало, вопрошал: «Где все? Где признаки другой жизни?»

А в нашем мире на образ жизни в ближайшие десять или пятнадцать лет более всего повлияет, на мой взгляд, новая биология. Открытия, казавшиеся поначалу довольно-таки рядовыми,

уже оказали на мироустройство бóльшее воздействие, чем самые крупные войны: новые лекарства вроде пенициллина, с одной стороны, и контрацептивы, — с другой, уже изменили баланс населения.

О высоком темпе совершаемых в биологии открытий свидетельствуют два немаловажных достижения в исследовании рака, о которых я услышал недавно — достижениях, последовавших одно за другим лишь с недельным промежутком. Первое — открытие ученым из Мичигана вируса в раковой клетке груди. Второе — поведший к новой удивительной методике эксперимент в лаборатории Боуддера, располагающей прекрасным электронным микроскопом. Кайту Портеру и его соратникам удалось получить клетки, из которых возможно извлечение ядер. Такие неповрежденные ядра могут вводиться в другие лишенные ядер клетки, что в сущности представляет обмен ядрами между клетками. Выходит, и из раковой клетки можно удалить ядро и поместить его в здоровую клетку. Тогда новая клетка, очевидно, станет нормальной. Этот замечательнейший факт говорит о том, что в некоторых случаях определяющую роль может играть не ядро, как предполагалось ранее, а цитоплазма.

Новые способы получения или замены питания, ожидающие нас в будущем, повлияют на форму и образ нашей жизни в большей степени, чем какое бы то ни было развитие в политико-экономико-социальной сфере в современном смысле слова. Все это, возможно, и так очевидно, хотя иногда очевидному приходится прожить не одну жизнь, прежде чем мы осознаем его. Как же изменится мир! Кто-то может напомнить мне о вышедшей не так давно книге «Следующий миллион лет» («The Next Million Years»). Сколь, однако, скудное она раскрывает воображение!

Интересы Гамова, проницательность фон Неймана, работа Банаха и Ферми среди прочих ученых — все это способствовало расширению аспекта сегодняшней науки и щедро обогатило перспективы физики и математики. Можно только удивляться тому, как много новых идей и открытий появилось благодаря такому случайному и удачному союзу всех областей науки.

Выборочная библиография

КНИГИ

С. УЛАМ

Collection of Mathematical Problems. New York: Interscience, 1960.
(Имеется русский перевод: Улам С. *Нерешенные математические задачи*. М.: Наука, 1964.)

Sets, Numbers and Universes. Cambridge, Mass.: The M.I.T. Press, 1974.

РЕДАКЦИЯ И ПЕРЕВОД С. УЛАМА

The Scottish Book: A Collection of Problems. Translated from a notebook kept at the Scottish Coffee House for the use of the Lwów Section, Polish Mathematical Society. Los Alamos, N. Mex.: Los Alamos Scientific Laboratory, 1957.

МАРК КАЦ И С. УЛАМ

Mathematics and Logic. New York: Praeger, 1968.

СТАТЬИ

С. УЛАМ

"Combinatorial Analysis in Infinite Sets and Some Physical Theories." *Review of Society of Industrial Applied Mathematics*, vol. 6 (1964), pp. 343–355.

"Gamow and Mathematics." In *Gamow Memorial Volume*. Boulder, Colo.: University of Colorado Press, 1972.

"Ideas of Space and Space Time." Rehovoth, Israel: Weizmann Institute, winter 1972–73.

"Infinities." In *The Copernican Volume of the National Academy of Sciences*, Cambridge, Mass.: The M.I.T. Press, 1974.

"John von Neumann, 1903–1957." *Bulletin of American Mathematical Society*, vol. 64, no. 3, pt. 2 (1958), pp. 1–19.

"On the Monte Carlo Method." In *Proceedings*, Symposium on Large-Scale Digital Calculating Machines, September 1949. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1951.

"Some Ideas and Prospects in Biomathematics." *Annual Review of Biophysics and Bioengineering*, vol. 1 (1972), pp. 227–292.

П. СТЕЙН И С. УЛАМ

"Experiments in Chess on Electronic Computing Machines." *Computers and Automation*, vol. 6, no. 9 (1957), pp. 14–18.

Алфавитный указатель

- Абель, Нильс Хенрик, 182
Автоматы, 32, 75, 87, 210, 246, *см.*
 также Компьютеры
Адамар, Жак (1865–1963), 109
Айрес, Уильям Л., 96
Александр, Джеймс, 72, 237
Александров, Павел, 44, 61, 63
Альварес, Луис У., 185
Андерсон, Клинтон П., 66, 221
Арго, Гарольд и Мэри, 137
Арон, Франсуаза, *см.* Улам Франсуаза
Ароншайн, Намэн, 35
Архимед, 94, 237, 250
Арчибальд, Раймонд К., 90
Астрономия, космология, 19, 178, 194, 221, 224, 256
Аткинсон, Джеффри С., 133
Атомная бомба, 9, 127, 131, 133, 136, 151, 166, 184, 185, 194, 225
Атомная энергия, 166, 207, *см. также* Ядерная энергия
Ауэрбах, Анна, *см.* Улам Анна
Ауэрбах, Герман, 40
Ауэрбах, Кэрол, 52

Баллистика, 123, 202
Банах, Стефан (1892–1945), 10, 24, 27, 31, 37, 39, 46, 50, 61, 96, 159, 178, 213, 252, 259
Бардин, Джон, 78
Безикович, Абраам, 55
Бейер, Вильям, 232
Бейкер, Николас, *см.* Бор Нильс
Белл, Джордж, 225
Белл, Эрик Темпл, 250
Беллман, Ричард, 118
Бергман, Стефан, 107
Беркс, Артур, 210, 246
Бернштейн, Дороти, 118
Бете, Ганс Альбрехт, 128, 132, 133, 136, 139, 144, 153, 168, 190, 226, 228
Биглоу, Артур, 201
Биология, 178, 211, 225, 257
Биркгоф, Гаррет, 61, 77, 81–83, 108
Биркгоф, Джордж Дэвид (1884–1944), 10, 68, 75, 77, 81, 82, 86, 89, 91, 102, 105, 108
Блох, Феликс, 143
Блэр, Клэй, 185, 209
Больцано, Бернард, 243
Больцман, Людвиг, 52, 77
Бор, Нильс (1885–1962), 74, 143, 149, 246
Борель, Эмиль, 243
Борсук, Карол, 39, 53, 63, 234
Боулдер, 94, 180, 217, 231, 259
Бохнер, Соломон, 61, 64, 67
Браун, Гарольд, 221
Брейт, Грегори, 111, 119, 134
фон Бретоны, Хэл и Хотти, 154, 158
Бриллюэн, Леон, 119
Бриллюэн, Стефа, 119
Британская Миссия, 200, 217
де Бройль Луи Виктор, 147
Буденный С., маршал, 18
Буль, Джордж, 129
Буш, Венивар, 218
Бэгер, Роберт ф., 134

- Вайскопф, Виктор Ф., 136, 144, 149, 153, 168, 226, 234
фон Вайцзеккер, Карл Фридрих, 190
Ванг, Хао, 246
Васильев, Александр, 111
Веблен, Освальд, 67, 103, 244
Веблен, Тростейн, 68
Вейерштрасс, Карл, 51, 243
Вейль, Андре, 119
Вейль, Герман (1885-1955), 31, 66, 109, 250
Вена, 13, 52, 226
Верн, Жюль, 9, 25, 201, 221
Взрыв, 137
Вигнер, Юджин, 101, 111, 142, 240
Винер, Норберт (1894-1964), 43, 83, 98, 123, 142, 253
Виргилий, 100
Висконсинский Университет, 58, 108, 111, 112
Виснер, Джером, 220, 223
Витали, Джузеппе, 83
Водородная бомба, 9, 98, 118, 136, 162, 172, 184, 192, 205, 206, 218
Вольтер, 95, 227
Вудворд, Роберт, 78
Вундхайлер, Александр, 107

Галуа, Эварист (1811-1832), 182, 240
Гальперн, Ада, 43
Гамов, Георгий (1904-1968), 90, 135, 178, 185, 202, 231, 234, 253, 259
Гамова, Барбара, 180
Гамова, Ро, 204
Гарвард, 9, 57, 66, 69, 75, 77, 78, 80, 83, 86, 90, 101, 104, 110, 112, 115, 123, 132, 168, 196, 202, 226
Гарднер, Тревор, 221
Гаусс, Карл Фридрих (1777-1855), 202, 249
Гедель, Курт, 51, 70, 73, 244
Гейзенберг, Вернер, 147, 194
Герблок (Герберт Блок), 218
Геттинг, Иван, 78
Гильберт, Давид (1862-1943), 10, 43, 53, 70, 74, 243, 249, 250, 252, 253
Гирлах, Генри, 231
Гитлер, Адольф, 35, 228
де Голль, Шарль, генерал, 223
Гольдштейн, Макс, 191
Горман, Элизабет, 225
Гоуд, Уолтер, 225
Григгс, Дэвид, 223
Гринштейн, Джесс Л., 223
Гроссман М., 53
Гроштейн, Уильям (1888-1941), 69, 81
Гурвиц, Генри, 130
Гуревич, Витольд (1904-1956), 104
Гуссерль, Эдмунд, 229
Гутьерез, Дж. Дж., 149

Д'Аламбер, Жан, 236
Дайсон, Фримен, 139
ван Данциг Я., 253
Дарбу, Гастон (1842-1917), 54
Декарт, Рене (1786-1859), 171, 181, 258
Дель, Сассо Льюис, 213
Джонсон, Линдон Б., президент, 218, 221
Дикстра, Кларенс, 113
Дикштейн, Самуэль (1851-1939), 43
Дойл, сэр Артур Конан, 55, 130
Дулитл, Джеймс, генерал, 223
Дэвис, Роберт Р., 150
Дэн, Клара, см. фон Нейман Клари

Забуски, Норман, 200
Завирский, Зигмунд, 23, 25, 61
Закон больших чисел Бернулли, 67
Зигмунд, Антони, 37, 84, 87, 234
Зоммерфельд, Арнольд, 31

Излучение, 132, 157, 190, 225, 226, 231
Ингрэм, Марк, 108, 114, 129, 205
Институт им. Пуанкаре, 53

- Институт перспективных исследований (Принстон), 8, 44, 61, 63, 67, 120, 208
- Инфельд, Леопольд, 57
- КАЭ, см. Комиссия по атомной энергии
- Кантор, Георг (1845–1918), 24, 30, 95, 228, 236, 243
- Капабланка, Хосе, 21
- фон Карман, Теодор (1881–1963), 65, 72, 98
- Каро, 97
- Картан, Эли (1869–1951), 53
- Кац, Марк, 41, 87, 221, 232
- Кацмарц, Стефан, 27
- Кейли, Артур (1821–1895), 229
- Кембридж, Англия, 37, 54
- Кембридж, Массачусетс, 30, 80, 85, 103, 104, 107, 110, 124, 180, 211
- Кеннеди, Джон Ф., президент, 78, 81, 218, 220, 222
- Кистер, Джеймс, 177
- Кистяковский, Георг Б., 128, 150, 220
- Клин, Стив, 111
- Кнастер, Бронеслав, 39, 42, 44
- Кобл, Артур Б., 68
- Ковалевский, Герхард, 21
- Колкин, Джек, 150, 157, 167, 184
- Колмогоров, Андрей Николаевич, 142, 253
- Колорадский Университет, 83, 143, 226
- Комиссия по атомной энергии, 170, 184, 194, 197, 200, 202, 207, 209, 212, 220
- Главный консультативный комитет, 190, 193
- Комитет Гарднера (комитет военно-воздушных сил), 222
- Комитет Твининга, 222
- Комитет военно-воздушных сил, 221, 222
- Компьютеры, 8, 16, 87, 123, 138, 160, 173, 176, 186, 189, 191, 198, 201, 210, 213, 223, 229, 245, см. также Автоматы
- Конант, Джеймс, 218
- Конвей, Джон Б., 246
- Конгрессиональный Комитет по исследованию космического пространства, 221
- Кондон, Эдвард (1902–1973), 94, 178, 231, 258
- Конопинский, Эмиль, 133, 136, 150
- Космический летательные аппараты и исследование космического пространства, 219
- Космология, см. Астрономия
- Коши, Огюстен (1789–1857), 77
- Козн, Леон, 117
- Козн, Пол, 51, 87, 244, 246
- Крик, сэр Фрэнсис, 179, 210, 226, 257
- Крускал, Мартин, 199
- Куайн, Уиллард, 79
- Куратовский, Казимир, 27, 35, 37, 39, 42, 44, 51, 61, 69, 96
- Кушинг, Харви, 155
- Лаборатория Ливермор (Калифорния), 194, 221
- Лагранж, Жозеф Луи (1736–1813), 94
- Лакс, Питер, 200
- Лангер, Лоренс, 150
- Лангер, Уильям, 120, 153
- де Лаплас, Пьер Симон (1749–1827), 54, 142
- Лауритсен, Чарльз К. (1892–1968), 223
- Лебег, Анри (1875–1941), 243
- Левин, Гарри, 78
- Левинсон, Норман, 85
- Легмер Д., 105
- Лейбниц, Готфрид Вильгельм (1646–1716), 94
- Леонард, Уильям Эллери, 113
- Лере, Жан, 63
- де Леспинас, Жюли, 236

- Лефшец, Соломон (1884–1972), 63, 119
 Линдемэнн Ф., см. Черуэлл лорд
 Ломницкий, Збигнев, 28, 38
 Ломницкий, Энтони, 28
 Лонг, Эрл, 150
 Лонгмайэр, Конрад, 194
 Лоренц, Хендрик А., 254
 Лос-Аламос, 7, 34, 46, 57, 85, 98, 118, 124, 127, 129, 132, 138, 142, 146, 153, 157, 162, 166, 167, 172, 175, 177, 181, 184, 185, 193, 198, 199, 207, 209, 217, 221, 225, 229, 231, 233, 252
 Лотка, Альфред Джеймс, 142
 Лоуз, Джон Ливингстон, 78
 Лоуренс, Эрнст О., 143, 151, 185
 Лоуэлл, Аббот Лоренс, 80
 Лозб, Карл, 103
 Львов, 8, 13, 17, 20, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 41, 44, 47, 61, 62, 67, 84, 89, 96, 104, 118, 119, 233, 252
 Львовский Политехнический институт, 26, 27, 31, 44
 МБР (межконтинентальная баллистическая ракета), 202
 — Комитет фон Неймана по МБР, 210, 221, 223
 Мазур, Станислав, 27, 31, 37, 40, 47, 49, 89, 94, 96, 116, 234
 Мазуркевич, Стефан (1888–1945), 27, 39
 Майер, Мария, 99
 «Майк» испытание, 193
 Майкл, Аристотель Д., 157
 Маккибен, Джозеф, 129
 Максвелл, Джеймс К., 256
 MANIAC, см. Компьютеры
 Манхэттенский проект, 130
 Марк, Карсон, 152, 170, 192, 218, 231
 Марцинкевич, Джозеф (1910–1940), 83, 84
 Математика, 27, 49, 61, 77, 82, 93, 109, 115, 121, 232, 237
 — алгебра, 109, 117, 243, 251
 — алгебраическая геометрия, 120, 244
 — алгоритмы, 242, 252
 — анализ, 27, 39, 89, 232
 — банаховы пространства, 37, 90
 — бесконечность, 243, 255
 — ветвящиеся процессы, 127, 137, 142, 187, 188
 — гипотеза континуума, 23, 30, 172
 — гипотеза Римана, 120, 241
 — диофантовы уравнения, 252
 — дифференциальная геометрия, 250
 — дифференциальные уравнения, 239
 — игры, 32, 211, 232, 243, 245, 247
 — комбинаторный анализ, 120, 229, 232, 243
 — комплексные числа, 240
 — логика, 31, 69, 117, 161, 225, 232
 — математическая физика, 132, 169, 217
 — неразрешимость, 244
 — основы, 69, 232, 245
 — ряды Фурье, преобразование Фурье, 83, 87, 233
 — сложность, 256
 — теорема Ферма, 240, 250
 — теория вероятностей, 28, 89, 172, 234, 243, 245, 253
 — — групп, 31, 116, 182
 — — информации, 142, 253
 — — категорий, 44, 77
 — — меры, 44, 51, 61, 118, 243
 — — множеств, 27, 28, 39, 41, 61, 67, 69, 87, 95, 109, 232, 243
 — — чисел, 54, 83, 87, 120, 232, 234, 250
 — топология, 39, 41, 61, 93, 95, 232, 234, 243
 — трансфинитные числа, 23
 — функциональные пространства, 31, 99, 123
 — численный анализ, 229
 — эргодическая теория, 77, 86, 89
 Матиясевич, Юрий, 246, 252

- Маттиас, Бернд, 221
Машины вычислительные, см. Компьютеры
Маятник Фуко, 201
Менгер, Карл, 52
Менкас, Зигмунд, 103
Метеорология, воздействие на погодные условия, 163
Метрополис, Николас, 137, 150, 157, 162, 184, 187, 198, 200, 207
Мецгер, 23
Мисельский, Ян, 232
Мозг работа, 15, 21, 49, 71, 88, 155, 159, 175, 206, 210, 213, 237, 239, 241, 245, 249, 258
Монж, Гаспар, 54
Монтгомери, декан, 120
Монте-Карло метод, 123, 172, 174, 203
Морган, Дж. П., 202
Моргенштерн, Оскар, 142, 211
Морисон, Самуэль Элиот, 78
Морс, Марстон, 67
Мур, Чарльз Н., 244
Мэдисон, Висконсин, 108, 110, 112, 115, 122, 129, 153, 172
Мэй, Карл, 25, 201
Мэнли, Джон, 217

НАСА (Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства), 221
НЛО, 258
Набоков, Владимир, 17, 111, 162
Научно-исследовательская лаборатория военно-морского флота, 203
фон Нейман, Джон (1903–1957), 8, 9, 35, 42, 46, 56, 61, 67, 153, 166, 182, 202, 219, 250, 253, 259, см. также Автоматы, Компьютеры, МБР
— болезнь и смерть, 208–213
— в Европе, 25, 61, 96
— в Лос-Аламосе, 127, 131, 137, 143, 144, 147, 195, 196
— в Принстоне, 8, 61, 64, 69–75, 86–89
— компьютеры, 16, 162, 174, 201, 246
— общение со Стэнном Уламом, 61, 90, 96, 122, 168, 170, 201
— работа в КАЭ, 202, 207, 209
фон Нейман, Клари (1903–1957), 99, 168, 170, 187, 201, 209, 212
фон Нейман, Мариетта (1903–1957), 64, 92, 98, 102
фон Нейман, Марина (1903–1957), 61, 64
Нетер, Эмми, 44
Никлиборц, Владислав, 27, 35, 36, 45
Никодим, Отто, 32
Новиков, Петр Сергеевич, 246
Ньютон, Исаак (1642–1726), 19, 55, 94, 148, 180

Окстоби, Джон, 77
Оппенгеймер, Роберт (1904–1968), 132, 135, 141, 144, 151, 169, 185, 191, 196, 205, 207, 218
Орион, 220, 222
Орлич, Владислав, 27

Пак, Теодор, 225
Память, 15, 20, 50, 158, 175, 206
Паста, Джон, 198, 223
Паули, Вольфганг, 43, 194, 226
Перлман, Селиг, 112
Перрен, Фрэнсис, 218
Пилсудский, 18
Питерсон, Дональд, 225
Плато, Жозеф, 102
Платон, 155, 207
Плачек, Георг, 141, 169
Плеш, Арпад, 97
Плеш, Янош, 97, 209
Пойа, Дж., 56, 159
Портер, Кайт, 259
де Поссель, Рене, 54
Принстон, 44, 46, 58, 61, 66, 76, 92, 94, 96, 99, 102, 110, 119, 121, 127, 178, 187, 198, 201, 213
Проект Rover, 217, 219, 221, см. также Ядерный ракетный двигатель

- Пространство-время, 161, 241, 253, 255
Процесс мышления, 24, 157, 159, 162, 249
Пруст, 161
Пуанкаре, Анри (1854–1912), 23, 27, 43, 58, 75, 89, 159, 200, 238, 249, 250, 253
Пэли, Реймонд, 84

Раби, Исидор, 100, 143, 189, 196, 209
Рарита, Уильям, 136
Рассел, Бертран, 106, 123
Риман, Бернхард, 253
Рис, Минна, 44
Рисс, Фридберш, 99
Рихтмайер, Роберт, 164, 169, 228, 231
Ричардсон, Джеймс, 90
Ричардсон, Джеймс Х., 198
Роберт, Джейн, 137
Розен, Хенрик, 97
Розенблют, маршал, 193
Рота, Джанкарло, 66, 94, 116, 182, 228, 232, 250
Рубинович, Войцек, 31
Рузевич, Станислав, 24, 39
Рэйни Р., 155

Самюэлсон, Пол, 78
Сегре, Эмилио, 144, 146
Сельберг, Атл, 213
Сербер, Роберт, 136
Серпинский, Вацлав (1882–1969), 23, 27, 39, 42
Сильвестр, Джеймс, 229
Смолуховский, Мариан, 253
Сократ, 155, 207
Стеббинс, Джоэл, 113, 127, 129
Стейн, Майрон, 177
Стейн, Поль, 177
Стоун, Маршалл, 31, 61, 83
Стоцек, Владимир, 28, 35, 44, 61
«Супер», см. Водородная бомба
Схоутен, Ян А., 107
Сцилард, Лео, 253

Так, Джеймс, 200, 225
Тамаркин, Якоб Давид, 85, 89, 104
Тарский, Альфред, 30, 39, 103, 107, 110
Таунс, Чарльз, 221
Тацид, 92, 213
Ташек, Ричард, 129
Теллер, Эдвард, 131, 144, 146, 150, 153, 162, 170, 178, 184, 192, 196, 202, 205, 209, 218, 220, 223
Термоядерные реакции, 133, 136, 185, 192, см. также водородная бомба
Толл, Джон, 193
Томсон, Дж. Дж., 56
Трумэн, Гарри, президент, 184, 220
Туркевич, Энтони, 184
Тэйлор, Теодор, 194, 222
Тэйлор, сэр Джеффри, 129

Уайберн, Гордон Т., 96
Уайтхед, Альфред Норт (1861–1947), 30, 78, 106, 124, 246
Уайтхед, миссис А. Н., 31, 106
Уилер, Джон, 189, 193
Уитни, Хаслер, 83
Улам, Адам (брат), 102, 106, 168
Улам, Анжей (кузен), 66, 103
Улам, Анна (мать), 13, 18, 102
Улам, Джозеф (отец), 13, 20, 102
Улам, Клер (дочь), 143, 154, 201, 205, 209, 213
Улам, Майкл, 52, 97
Улам, Станислав «автопортрет», 235
— Вторая Мировая война начало, 104
— Кембридж, Англия, 54
— Колорадский университет, 54
— Лос-Аламос, 127–152, 166–197, 217–230
— американское гражданство, 123
— болезнь мозга, 154
— брак, 112
— докторская степень, 44
— ранний интерес к математике, 22
— рождение, 13

- Улам, Франсуаза (Арон), 42, 112, 119, 130, 143, 154, 157, 166, 167, 189, 201, 209, 213, 226, 227, 233, 234, 236
- Улам, Шимон (дядя), 19, 103
- Уленбек, Джордж, 233
- Университет Южной Калифорнии, 153, 158, 164
- Уолден, Уильям, 177
- Уотсон, Джеймс Д., 210, 226, 257
- Успенский, Джеймс Б., 142
- Ученое Общество (Гарвард), 75, 77, 80, 90, 102, 106
- Уэллс, Г. Дж., 9, 25
- Уэллс, Марк, 177
- Фавр, Роланд, 43
- Файзингер, Натан П., 112
- Фаулер, Уильям А., 223
- Фейер, Леопольд (1880–1959), 99
- Фейнман, Ричард, 71, 134, 136, 139, 144, 150, 194, 219, 255
- Ферма, Пьер (1601–1665), 45, 240, 250
- Ферми, Лаура, 205, 206, 243
- Ферми, Энрико (1901–1954), 10, 136, 140, 143, 153, 162, 168, 170, 189, 191, 196, 198, 204, 212, 213, 223, 259
- Физика, 31, 74, 89, 94, 101, 132, 144, 146, 166, 178, 194, 204, 217, 246, 254
- астрофизика, 224
 - аэродинамика, 122
 - вакуум, поляризация, 140
 - гидродинамика, 122, 132, 163, 172, 241
 - изотопы, 204
 - квантовая теория, 31, 62, 71, 74, 83, 88, 101, 119, 132, 180, 213, 218, 227, 241, 247, 253, 256
 - константы, 132, 150, 179, 180
 - мезоны, 205
 - механика, 89, 123, 129, 132, 223
 - нейтроны, 132, 137, 142, 157, 173, 187
 - относительность, 20, 36, 74, 95, 101, 146, 194, 253
 - партоны, 255
 - принцип дополнителности, 149
 - статистическая механика, 31, 119
 - электромагнетизм, 31, 241, 256
 - элементарные частицы, 101, 180, 205, 226, 254
 - энтропия, 253, 256
- Фиск, Джим, 78, 170
- Фландерс, Дональд А., 150
- Форд, Винс, полковник, 221
- Форд, Кеннет, 193
- Франс, Анатолий, 25, 111, 197
- Фрейд, Зигмунд, 20, 24
- Френкель, Стэнли, 137, 162, 187
- Фриш, Дэвид и Роза, 129
- Фриш, Отто, 10, 144
- Фроман, Дэрол К., 192
- Хайдеггер, Мартин, 229
- Хайерс, Дональд, 111, 118, 153, 164
- Ханфман, Георг, 79
- Харди, Годфри Х. (1877–1949), 54, 56, 85
- Харлоу, Фрэнсис, 172
- Хаусдорф, Феликс, 51
- Хвистек, Леон, 30
- Хенли, профессор, 112, 117
- Хилл, Альберт, 223
- Хинтон, Джоан, 129
- Хирняк, 45
- Хокинс, Дэвид, 137, 141, 154, 167, 188, 231, 243
- Хокинс, Френсис, 143
- Хоманс, Джордж, 80
- Хопф, Хайнц, 53
- Хоутерманс, Фридрих, 133
- де Хофман, Фредерик, 185, 193
- ЦЕРН (Европейский Центр Ядерных Исследований), 226
- Чандрасекар, Субрахманьян, 56
- Чедвик, сэр Джеймс, 143
- Черуэлл, лорд (Линдсманн Фредерик), 201, 218

- Черчилль, Уинстон, 201, 218
Чех, Эдуард, 96
- Шаудер, Юлиус (1896–1943), 38, 62
Шахматы, 20, 25, 35, 40, 51, 108, 158, 178, 242
Шеннон, Клод, 142, 253
Шепли, Джеймс, 185, 206
Шепли, Харлоу, 111
Шерр, Руби, 149
Шмидт, Вольфганг, 232
Шотландская Книга, 47, 96
Шотландское кафе, 33, 35, 46, 84, 96
Шрандт, Роберт, 177
Шредингер, Эрвин, 147
Шрейер, Джозеф, 41, 54, 71, 75
Шривер, Бернард, генерал, 221
Штейнгауз, Гуго (1887–1972), 23, 30, 32, 35, 40, 47, 54, 87, 96, 227, 232
Штернбах, Людвиг, 41
Штраус, адмирал, 184, 194, 196, 207, 212
- Эванс, Керда и Фостер, 187
Эверетт Дж., 31, 94, 111, 116, 118, 142, 172, 187, 192, 198, 220
Эволюция, 180
Эгню, Гарольд, 169
- Эддингтон, сэр Артур С. (1882–1944), 56, 58
Эйзенхауэр, Дуайт Д. президент США, 212, 218, 220, 221
Эйленберг, Самюэл, 61, 63, 120
Эйлер, Леонард (1707–1783), 30, 94
Эйнерсан, Ивар, 78
Эйнштейн, Альберт (1879–1955), 8, 16, 87, 123, 138, 160, 173, 176, 186, 189, 191, 201, 210, 213, 221, 223, 229, 245
Эйстрейкер, Кэрол, 31
Элиот, Жозефина, 189
Элиот, Чарльз У., 79
Эрдеш, Поль, 49, 51, 56, 118, 120, 157, 253
Эрмит, Шарль, 54
Эрнст, Мартин, 19
- Юнг, Лоренс, 58
- Ядерная энергия, 197, 219, 221
Ядерный ракетный двигатель, 219, 221, см. также Орион, Проект «Rover»
Язык, влияние на мышление, 238
Янг, Чженьнин, 253
Янишевский, Зигмунд (1888–1920), 27, 37

Станислав Улам

ПРИКЛЮЧЕНИЯ МАТЕМАТИКА

*Дизайнер М.В. Ботя
Технический редактор А.В. Широбоков
Корректор М.А. Ложкина*

Подписано в печать 05.10.01. Формат $60 \times 84^{1/16}$.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,81. Уч. изд. л. 15,83.
Гарнитура Балтика. Бумага газетная.

Тираж 1000 экз. Заказ №

Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика»
426057, г. Ижевск, ул. Пастухова, 13.

Лицензия на издательскую деятельность ЛУ №084 от 03.04.00.
<http://rcd.ru> E-mail: borisov@rcd.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных диапозитивов в ГИПП «Вятка».
610033, г. Киров, ул. Московская, 122.
