

# BEHIND DEEP BLUE

The background of the cover is a complex, blue-tinted collage. At the top, a person's face is partially visible, looking downwards. Below this, a chessboard is shown in perspective, with several chess pieces placed on it. The chessboard is overlaid on a background of a computer circuit board, with various components and traces visible. The overall aesthetic is technical and intellectual.

BUILDING THE COMPUTER THAT DEFEATED  
THE WORLD CHESS CHAMPION

FENG-HSIUNG HSU

# *Behind Deep Blue*

Building the Computer That Defeated  
the World Chess Champion

Feng-hsiung Hsu

Princeton University Press  
*Princeton and Oxford*

# *Дип Блю*

Создание компьютера победившего  
чемпиона мира по шахматам

Фен Сюн Сю

Издательство Принстонского университета  
*Принстон и Оксфорд*

Copyright © 2002 by Princeton University Press

Published by Princeton University Press,  
41 William Street, Princeton, New Jersey 08540

In the United Kingdom: Princeton University Press,  
3 Market Place, Woodstock, Oxfordshire OX20 1SY

All Rights Reserved

ISBN 0-691-09065-3 (cloth : alk. paper)

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data  
has been applied for

This book has been composed in Stone Serif and Stone Sans  
by Stephen I Pargeter, Banbury, Oxfordshire, UK

Printed on acid-free paper.

[www.pupress.princeton.edu](http://www.pupress.princeton.edu)

Printed in the United States of America

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1



## Содержание

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
|              | Предисловие   | vii |
|              | Благодарности   | xi  |
|              | Шахматная нотация                                       | xv  |
|              | Пролог  |     |
| Глава 1      | <i>Время шоу!</i>                                       | 3   |
|              | Карнеги-Меллон  |     |
| Глава 2      | <i>Группа нарушителей спокойствия</i>                   | 9   |
| Глава 3      | <i>Важный выбор</i>                                     | 20  |
| Глава 4      | <i>Шахматная машина, которой не было</i>                | 46  |
| Глава 5      | <i>Гонка за званием первого машинного гроссмейстера</i> | 69  |
| Глава 6      | <i>"Тук, тук. Кто там?"</i>                             | 90  |
|              | Интермеццо  |     |
| Глава 7      | <i>Первая историческая дата</i>                         | 105 |
|              | IBM   |     |
| Глава 8      | <i>Нам нужно новое имя</i>                              | 125 |
| Глава 9      | <i>Воспитание младенца</i>                              | 143 |
| Глава 10     | <i>Живой Эверест</i>                                    | 162 |
| Глава 11     | <i>Переоснащение</i>                                    | 186 |
| Глава 12     | <i>Святой Грааль</i>                                    | 204 |
|              | Эпилог  |     |
| Глава 13     | <i>Жизнь после шахмат</i>                               | 261 |
|              | Приложения  |     |
| Приложение А | <i>Парень с Тайваня</i>                                 | 277 |
| Приложение В | <i>Записи избранных игр</i>                             | 292 |
| Приложение С | <i>Для дополнительного чтения</i>                       | 297 |



## *Предисловие*

Эта книга рассказывает о моем видении событий, приведших к созданию Дип Блю - первого компьютера, победившего чемпиона мира по шахматам в серьезном матче. Я подключился к проекту в 1985 году. Двенадцать лет спустя это приключение завершилось установкой важной вехи в человеческой истории и навсегда изменило наши представления о той роли, которую компьютер будет играть в нашей жизни.

Шахматные машины, такие как Дип Блю, имеют давнюю историю. Турок - "шахматная машина" созданная венгерским инженером, бароном Вольфгангом фон Кемпеленом, впервые появилась в 1769 году, в австрийской столице. Вероятно самая известная его жертва, это Наполеон Бонапарт. Турок впрочем оказался подделкой - им управлял скрытый от человеческих глаз шахматист.

В 1830-х годах Чарльз Бэббидж мечтал создать шахматную машину, чтобы привлечь финансирование для своей аналитической машины (первый программируемый механический компьютер так и не был закончен). Вместо этого он создал машину для игры в крестики-нолики. Сделать настоящую шахматную машину было слишком трудно, особенно если вам нужно изготовить её только из механических частей.

Создание первого программируемого электронного компьютера, ENIAC, было завершено в 1946 году. Вскоре после этого, в 1949 году, Клод Шеннон выступил с лекцией, которая заложила основу для создания современных шахматных компьютеров. В то время многие известные ученые считали, что задача создания шахматного компьютера, который смог бы победить чемпиона мира, может быть решена в течение нескольких лет, но их прогнозы оказались слишком оптимистичными. Шло время без каких-либо подвижек в поле зрения, и постепенно решение "Проблемы Компьютерных Шахмат" стало Святым Граалем для работающих с компьютерами ученых. К началу 1980-х годов, спустя тридцать лет после основополагающей работы Шеннона, лучшие шахматные машины в

США играли на уровне национального мастера, что было всё ещё далеко от уровня чемпиона мира.

Моё появление в области компьютерных шахмат было случайным. Весной 1985 года профессор Х.Т. Кунг, мой куратор факультета университета Карнеги-Меллон, сообщил мне что моё положение в аспирантуре находится под вопросом. Несколькоими неделями ранее я изучал одну техническую проблему для ведущего специалиста по компьютерным шахматам на кафедре. Ему, эксперту, не понравилось решение которое я придумал. После некоторого размышления, я пришел к выводу, что на самом деле проблема была связана с его подходом к данному вопросу. Радикально новый проект, частично основанный на идеях его конкурентов, был бы намного лучше. После того как он отклонил и моё новое решение, я прямо сказал ему, что его подход хуже, и потерял интерес к теме. Профессор Кунг объяснил мне, что следует быть более тактичным. Затем он попросил меня написать технический доклад и организовать презентацию для защиты моего решения. Ранее мне уже приходилось испытывать достаточно серьёзные неприятности из-за своих опрометчивых поступков, вследствие которых меня чуть было не вышибли из университета...

Так было положено начало странной и неожиданной цепи событий, приведшей к созданию самого мощного шахматного существа в мире - Дип Блю.

Первоначально я планировал проследить эту историю таким же образом, как это принято в моей любимой книге, "Двойная спираль: Воспоминания об открытии структуры ДНК", лауреата Нобелевской премии д-ра Джеймса Д. Уотсона. Однако уже в процессе работы я понял, что эти две книги будут сильно отличаться по своему характеру и масштабности. Книга доктора Уотсона рассказывает об одном из величайших научных открытий в XX веке, в то время как данная книга повествует больше об инженерных поисках, чем о научном открытии. По своей природе, поиск инженерных решений чаще затрагивает ткань жизни. Технические идеи стоящие за поиском, сначала должны быть обнаружены, а затем доведены до логического завершения. Идеи могут проистекать от удачи или вдохновения, но остальная часть решения задачи это вопрос пота и упорства. Поэтому по масштабу книга ближе, скажем, к книге Чака Йегера "The Quest for Mach One" - его рассказе о преодолении звукового барьера. Настоящая книга описывает поиски возможности превзойти, хотя бы ненамного, шахматный уровень лучшего белкового шахматиста планеты.

Если продолжать сравнение, то эта книга пожалуй более веселая, чем любая из упомянутых выше. Одна из причин такого впечатления в кажущейся легкомысленности самой идеи создания компьютера, который сможет победить чемпиона мира по шахматам. Но компьютерные специали-

сты такие же люди как и все, и они тоже любят повеселиться. Другая причина состоит в том, что я и мои записки, оказались под сильным влиянием ещё одной моей книги-фаворита - "Вы конечно шутите мистер Фейнман", лауреата Нобелевской премии д-ра Ричарда Ф. Фейнмана. Из книги доктора Фейнмана, я узнал о его своеобразном чувстве юмора, неумемной страсти к жизни, и сугубо деловом способе смотреть на вещи. Но самое главное, я узнал о значении возможности посмеяться над самим собой. Компьютерные шахматы были высококонкурентной областью научных исследований, соперничество здесь было столь же сильным и неистовым, как и в области исследований ДНК. Итоговые матчи с Гарри Каспаровым, чемпионом мира по шахматам, также были чрезвычайно серьезным делом. Способность смеяться над собой и не принимать себя слишком всерьёз держали меня в норме во время очень напряженных ситуаций, возникавших при первых соперничествах в научной среде, а затем и в двух матчах с Гарри. Если вы можете сделать шаг назад и увидеть более широкую картину, то наиболее серьезные моменты в жизни также могут показаться весьма забавными.

О матчах между чемпионом мира по шахматам Гарри Каспаровым и Дип Блю написано много книг, но большинство из них подробно останавливается лишь на аспекте "Человек против машины". Эти книги также имеют тенденцию быть выпущенными на злобу дня. Для шахматных книг, заголовок "Человек против машины" видимо хорошо продается, но он не отражает истинную суть соперничества. В действительности же соперничество происходило между людьми, но в двух разных ипостасях - между человеком как исполнителем и человеком как создателем машины. Между Гарри и Дип Блю было сыграно два матча, закончившихся с разными результатами. В 1996 году человек выиграл матч как исполнитель, а в 1997 человек выиграл матч-реванш уже в качестве создателя машины.

Эта книга представляет собой рассказ о людях, которые занимаются созданием машин. Впрочем, вторая глава, начало третьей главы и приложение А, содержат рассказ о моей жизни до запуска проекта. Тем не менее истории из главы два и начала третьей главы, имеют непосредственное отношение к проекту. Проект возник только потому, что описанные в них события имели место. Приложение А содержит историю начального периода моей жизни, на Тайване, и его можно читать в качестве справочного материала. Я вставил этот материал по двум причинам. Одна из них заключалась в том, чтобы дать ответ на вопрос, что за ненормальный решил взять на себя задачу бросить вызов величайшему уму шахматного мира. Другая причина заключалась в том, чтобы предоставить вам подсказки в отношении того, почему некоторые обстоятельства сложились именно так, а не иначе.

Повествование охватывает две социально и культурно различные организации - кафедру информатики университета Карнеги-Меллон и ком-

панию IBM. Первая половина книги посвящена проекту в Карнеги-Меллон. В этот период сложились основные технические идеи, вокруг шахматного компьютера сформировалась новая дружная команда, и вспыхнуло интенсивное научное соперничество. Остальная часть книги документирует эволюцию проекта в компании IBM: адаптация к новым условиям, болезненные изменения персонала, разработка новых шахматных машин и конечно же, два напряженных и спорных матча между Гарри и Дип Блю. Эпилог книги охватывает послематчевые события, включая явное уклонение Гарри от переигровки - даже спустя два года после поражения от Дип Блю он неизменно отклонял вызов на матч. В ноябре 2000 года, в матче с Владимиром Крамником, Гарри потерял титул чемпиона мира. Возможно ли организовать матч против Крамника? На момент написания этих строк перспективы такого развития событий не ясны.

О Дип Блю часто задают такой вопрос: "Это искусственный интеллект?". Обвинения в мошенничестве, высказанные Гарри в процессе матча 1997 года и после него, подтверждают, что Дип Блю прошел шахматную версию теста Тьюринга (тест "вслепую", который определяет, является ли ваш оппонент человеком или компьютером). Но Дип Блю не искусственный интеллект. Это всего лишь тонко настроенный инструмент, который показывает разумное поведение в ограниченной области. Гарри конечно проиграл матч, но он остаётся игроком с настоящим интеллектом - уж Дип Блю то никогда не смог бы придумать столь оригинальные обвинения.

И последнее, что стоит отметить: Дип Блю - это плод коллективных усилий. Одна из опасностей записок от первого лица заключается в том, что учет коллективных усилий, времени и энергии, положенных другими членами команды могут быть представлены в недостаточной степени. Чтобы сгладить эту проблему, я разыскал членов группы с ранних стадий проекта. Если я всё же не упомянул чей-то вклад должным образом, то ответственность за это лежит исключительно на мне.



## *Благодарности*

Пионерская работа Джо Кондона и Кена Томпсона над шахматной машиной Белл, в Bell Labs, оказала непосредственное влияние на проект. Кен также предоставил некоторые из эндшпильных баз данных, использовавшихся Дип Блю в обоих матчах против Гарри Каспарова. Остальные эндшпильные базы предоставил Льюис Стиллер.

Кафедра информатики университета Карнеги-Меллон и компания ИВМ - две организации, которые сделали проект возможным. Есть также множество людей из обеих организаций, которым я хочу выразить особую признательность:

В университете Карнеги-Меллон,

- Членам команды Дип Сот: Томасу Анансараману, Майку Брауну, Мюррею Кэмпбеллу, Питеру Янсену, и Андреасу Новатчуку, за их вклад и терпимость к моему иногда иррациональному поведению.

- Моему куратору, профессору Х. Т. Кунгу, за его понимание и поддержку, а также за предоставленное финансирование для создания Дип Сот.

- Профессору Раджу Редди и профессору Рэнди Брайанту, за дополнительную финансовую помощь на более поздних стадиях проекта Дип Сот.

- Лоуренсу Бучеру и Джону Зарнею за обеспечение столь необходимой технической поддержки.

- Различным членам команды Хайтек, но в особенности Карлу Эбелингу и Гордону Гочу, за ценные советы и интересные дискуссии. Д-ру Гансу Берлинеру, который сыграл роль главной оппозиции - той шпоры, которая заставляла нас стремиться вперед.

- Другим людям, которые оказывали помощь и поддержку, включая профессора Роберто Бизиани, Кай-Фу Ли, профессора Тома Митчелла, профессора Дэнни Слейтора, профессора Боба Спрулла, и профессора Хайда Токуда.

В компании IBM,

- Членам команды Дип Блю, Мюррею Кэмпбеллу и Джо Хозну, за их вклад и преданность проекту. Между прочим, я хочу также поблагодарить жену Мюррея - Джину и жену Джо - Элизабет за их терпимость и понимание в отношении долгих часов проведенных на работе и потертых выходных. Несколько раз Мюррей и Джо, ценой своей семейной жизни, брали на себя некоторые из моих технических проблем связанных с доводкой шахматных чипов Дип Блю.

- Всей цепочке управления, но особенно нашими менеджерам, Рэнди Мулику и Си Джей Тану, за их поддержку и поощрение.

- Джерри Броуди, за предоставленную техническую поддержку для команды.

Помогали также и многие люди со стороны. Еще во времена Дип Сот помощь оказывали: Ларри Кауфман, Стюарт Крэкэрфт, Джим Джиллогли, Фредерик Фридель, Дон Мэддокс и Дап Хартманн. Многочисленные сотрудники IBM, как внутри, так и вне исследовательского центра IBM, участвовали в организации или осуществляли техническую поддержку на двух матчах Дип Блю, также как и люди из ACM и TSI. Я благодарю их всех.

Дип Блю не стал бы таким какой он есть, без помощи многих гроссмейстеров и других шахматистов, которые либо играли с ним, или же тренировались с Дип Блю и его предшественниками. Среди гроссмейстеров, которые в то или иное время напрямую работали с машиной, были Максим Длуги, Джоэл Бенджамин, Мигель Ильескас, Ник Де Фирмиан и Джон Федорович. Джоэл, естественно, также был и нашим шахматным консультантом на обоих матчах Дип Блю. Гроссмейстер Роберт Бирн, шахматный обозреватель "Нью-Йорк таймс", был хорошим личным другом, который иногда заходил к нам на некоторых играх. Если не считать гроссмейстеров работавших над проектом, то Роберт был тем, кто принёс наибольшую пользу. Ну и наконец, без участия Гарри Каспарова, чемпиона мира по шахматам, мы никогда бы не узнали истинную силу Дип Блю.

Многие люди пересмотрели ранние наброски этой книги и сделали предложения по её улучшению. Деннис Эллисон, Томас Анансараман, Майк Браун, Роберт Бирн, Мюррей Кэмпбелл, Ю-Фарн Робин Чен, Джо Хозн, Роберт Хьятт, Говард Ландман, Джим Лой, Тимоти Манн, Ан-

дреас Новатчук, Джордж Пол, Джонатан Шеффер, Дэнни Слейтор, Си Джей Тан, Кен Томпсон и анонимный рецензент, все обеспечили ценную обратную связь. Мой агент, Уильям Кларк, привнес альтернативное видение со своего, уникального ракурса.

Некоторые фотографии в книге из моей личной коллекции. Многие матчевые фотографии из коллекции IBM. Остальные предоставили Монтни Ньюборн, Андреас Новатчук, и Дэнни Слейтор.

И не в последнюю очередь я хотел бы поблагодарить Дэвида Ирелэнда, моего редактора, за очистку и полировку этого текста. В конце концов, однако, любые ошибки и упущения лежат исключительно на моей совести.





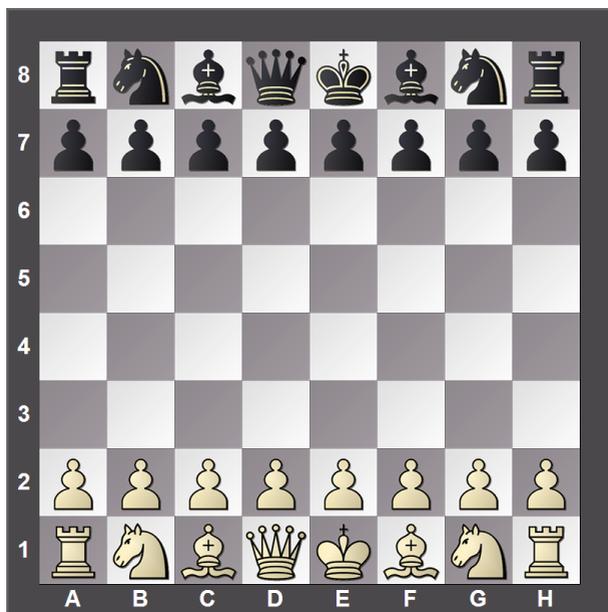
## *Шахматная нотация*

Это не шахматная книга - здесь нет реальных шахматных анализов. По мере возможности я старался избегать использования шахматной нотации или шахматных диаграмм. Однако некоторые из противоречий, особенно из второго матча Дип Блю, завязаны на шахматных ходах сделанных компьютером. Теоретически вы можете следить за спорами, рассматривая шахматные ходы просто как некие знаки, но не повредит и знание того, что же в действительности означают ходы. Чтобы сделать для вас проще визуализацию игровых ситуаций, в главы о двух матчах Дип Блю включены шахматные диаграммы. Вы можете относиться к ним, как будто они являются фотографиями шахматной доски. На следующей странице есть краткое описание алгебраической шахматной нотации, используемой в книге.

На диаграмме показаны обозначения восьми строк (также известных как горизонтали) и восьми столбцов (также известных как вертикали) на шахматной доске. Строки нумеруются с 1-й по 8-ю от нижней строки к верхней. Столбцы помечены от a до h, от крайнего левого столбца к крайнему правому. Имя каждого квадрата (поля) шахматной доски основано на сочетании обозначения столбца и строки, на пересечении которых он находится. Таким образом, квадрат в правом нижнем углу шахматной доски известен как h1, а квадрат в левом верхнем углу известен как a8. Саму шахматную доску можно разделить по вертикали на две равные половины: ферзевый фланг (вертикали a, b, c, d) и королевский фланг (вертикали e, f, g, h). Названия для этих двух половин доски приняты от положения ферзя и короля в начальной позиции игры.

Не считая пешек, существует пять типов фигур: конь, слон, ладья, ферзь и король. Каждая фигура может быть окрашена в белый или черный цвет. В начальной позиции на шахматной доске, белые пешки стоят на второй, а черные пешки на седьмой горизонтали. Фигуры на первой и восьмой горизонталях расставлены на полях от a до h в последователь-

ности: ладья, конь, слон, ферзь, король, слон, конь, ладья. На первой горизонтали стоят белые фигуры, а на восьмой - черные. Игрока с белыми фигурами называют белыми, его оппонента - черными.



**Начальная расстановка фигур на шахматной доске, с обозначением координат.**

Ходы пешкой записываются координатой того поля, где она окажется после хода. Ход e4 обозначает передвижение пешки на поле e4. Взятие (рубка) пешкой записывается обозначением вертикали которую пешка покинула и поля на которое она перешла. Между буквой вертикали и координатой поля может быть помещён дополнительный символ 'x'. Таким образом, запись a×b4 означает рубку фигуры на поле b4 пешкой с вертикали a.

Ходы конём записываются символом 'N', за которым следует координата поля назначения. Ход Nf3 - это перемещение коня на поле f3. При наличии двух коней, которые могут пойти на одно и то же поле, перед координатой поля назначения ставится обозначение исходной вертикали или горизонтали. Например, ход N2f3 будет означать перемещение коня со второй горизонтали на поле f3. Если при ходе производится взятие конем, то перед координатой конечного поля ставится дополнительный символ взятия 'x'. Следовательно, ходом N×g5 конь делает ход и забирает фигуру на поле g5.

Ходы слоном, ладьей, ферзем и королем записываются в том же

формате что и ход конем, но символ перед координатой меняется на 'B', 'R', 'Q' и 'K' соответственно. Следовательно, ход Qa4 означает перемещение ферзя на поле a4.

Символ '+', размещенный после записи хода, сигнализирует о шахе; Rc4+ означает, что ладья пошла на c4 и объявляет шах.

Превращение пешки указывается сразу после записи хода, знаком той фигуры, в которую она превращается. Следовательно, ход g8Q означает, что пешка перемещается на поле g8 и становится ферзем.

Рокировка записывается как O-O и O-O-O, что означает рокировку на королевском и ферзевом фланге соответственно.

Ходы также сопровождаются символами '!', '!!', '?', '??', что означает "хороший ход", "отличный ход", "сомнительный ход" и "плохой ход" соответственно. Так ход h5! означает, что "пешка идет на h5, хороший ход".





## *Пролог*



## ГЛАВА 1

### *Время шоу!*

В конце апреля 1997 года на улицах Нью-Йорка появились плакаты, возвещающие о необычном событии в мире шахмат. Они показывали мрачного и задумчивого господина чуть старше 30-ти, смотрящего сквозь шахматы на зрителей. Небольшая надпись, под подбородком, гласила: "Как заставить компьютер моргнуть?". Джентльмен на плакате был чемпионом мира по шахматам Гарри Каспаровым, возможно сильнейшим из когда-либо живших шахматистов.

Неподалеку от улицы, в подвале "Equitable Building", я смотрел на пустой экран в пустом зале. Через несколько дней зал будет заполнен огромной толпой; телекамеры будут закреплены на выгодных местах и три огромных проекционных экрана впереди оживут. На левом экране будет показана прямая трансляция с 35-го этажа здания, из телестудии выступающей в качестве игровой комнаты. Живая картинка покажет двух соперников сидящих напротив друг друга, за специально разработанным игровым столом. Соперник слева - это Гарри Каспаров. Соперником на другой стороне будет один из двух моих коллег, Мюррей Кэмпбелл и Джо Хозн, или я. Реальным же противником Гарри будет шахматный компьютер, Дип Блю, который мы трое спроектировали и запрограммировали. Во время игры мы будем действовать просто как продолжение Дип Блю и делать за него ходы на реальной шахматной доске. Непосредственно в аудитории, три шахматных комментатора, иногда с одним или двумя приглашенными гостями, будут использовать экран в центре, чтобы показать анализ текущей игры. На правом экране будет показано изображение шахматной доски сверху. Таким образом, зрители в зале будут иметь четкое представление о нынешнем положении в партии.

Мне потребовалось почти двенадцать лет, чтобы достичь этого дня. Когда я начинал, Гарри ещё не был чемпионом мира, оставалось ещё не-

сколько месяцев до того как он будет коронован. За последние одиннадцать лет, с 1986 года, мои партнеры и я последовательно создавали всё более и более мощные шахматные компьютеры. Наша конечная цель состояла в том, чтобы победить чемпиона мира по шахматам, кем бы он или она ни были.

Ещё до нас многие пионеры внесли свой вклад в решение "Проблемы Компьютерных Шахмат"; кто-то из них был знаменит, а кто-то не столь известен. В 1949 году Клод Шеннон внёс свои предложения о том, как запрограммировать компьютер, чтобы тот играл в шахматы. С тех пор тысячи компьютерных ученых, инженеров, любителей, шахматистов, и даже коммерческих организаций, работали над этой проблемой. Некоторые хотели использовать шахматы как экспериментальный инструмент, чтобы узнать, как работает человеческий разум. "Если мы сможем разработать успешную шахматную машину, то вероятно и сможем проникнуть в суть человеческого интеллекта", заявляли Аллен Ньюэлл, Клифф Шоу и Герберт Саймон в одной из ранних работ по компьютерным шахматам. Другие люди рассматривали шахматы как ярко выраженный, четкий пример сложной проблемы. "Решение" шахмат вполне могло предоставить новые методы для решения других сложных проблем. Коммерческие организации конечно же делали это ради прибыли, а некоторые люди, особенно любители, делали это просто так, для удовольствия.

Мы же подошли к проблеме с другой стороны. Мы, или по крайней мере я, рассматривали проблему как чисто инженерную задачу. С конца 1970-х годов было установлено, что шахматный компьютер становится сильнее при увеличении скорости его аппаратного обеспечения. К 1985 году, когда я начинал свой маленький проект, который в конечном итоге перерастет в Дип Блю, экстраполяция экспериментальных данных показывала, что увеличения аппаратной скорости в одну тысячу раз может быть достаточно для получения шахматного компьютера уровня чемпиона мира. Наш проект начинался с простой целью, а именно, выяснить является ли значительное увеличение аппаратного ускорения достаточным, чтобы "решить" Проблему Компьютерных Шахмат. Создание этой "Матери Всех Шахматных Машин" само по себе было интересной задачей. И конечно же это стало бы для нас дополнительным вознаграждением, если наша машина действительно сможет победить Чемпиона Мира.

В Филадельфии, в 1996 году, предыдущая версия Дип Блю проиграла матч Гарри Каспарову. Но первые две трети матча, мы сыграли с Каспаровым вничью. Эта старая версия Дип Блю уже была быстрее, чем та гипотетическая машина, на которую я ориентировался в 1985 году, и всё же этого было недостаточно. Есть что-то большее в решении Проблемы Компьютерных Шахмат, чем просто увеличение производительности

"железа". Начиная с того матча, мы переделали Дип Блю с нуля, прорабатывая каждую из проблем матча и широко привлекая гроссмейстеров к нашей подготовке. Так или иначе, вся эта работа заставила гроссмейстера Джоэла Бенджамина, нашего шахматного советника и одного из лучших шахматистов в США, сказать: "Вы знаете, иногда Дип Блю действительно играет в шахматы". Джоэл уже не мог уверенно отличать ходы Дип Блю, от ходов сделанных топ-гроссмейстерами.

Пресса освещала этот новый матч с большими надеждами. Если новый Дип Блю выиграет матч, то это станет знаменательным событием в многовековой истории людей как создателей машин. К тому же завершилось бы такое долгое ожидание этого важного момента для компьютерных ученых и исследователей искусственного интеллекта. Было почти бесспорно, что этот матч станет бóльшим событием, чем любой из матчей на первенство мира по шахматам, возможно с единственным исключением в виде матча Фишер - Спасский в 1972 году. Если мы победим, то возможно даже будет не лишено смысла и сравнение с матчем Фишер - Спасский.

Новый Дип Блю был значительно улучшен, но будет ли этого достаточно? Завершится ли наконец тот путь, на который я и мои партнеры вступили много лет назад?





*Карнеги-Меллон*





## ГЛАВА 2

### *Группа нарушителей спокойствия*

"Ваша группа - группа хулиганов!", с обреченным видом воскликнул Кунг. Кунг - это профессор Х.Т. Кунг, мой куратор факультета из университета Карнеги-Меллон в Питтсбурге. В свои 40 лет он был высоким, хорошо сложенным мужчиной. Я же был аспирантом кафедры информатики (CS). Мы только что закончили продолжительный приватный разговор в его кабинете.

Это произошло осенью 1987 года. Профессор Кунг был моим куратором всё время моего пребывания в Карнеги-Меллон. Я очень уважительно относился к нему, и не только потому, что он был хорошим консультантом для меня, но также из-за дел, которые он сделал в частном порядке. Профессор Кунг был прямым потомком Конфуция и гордился делать всё что мог, чтобы помочь техническому и экономическому развитию китайского общества во всем мире. У меня не возникало проблем с профессором Кунгом. Мои неприятности связаны с другим преподавателем на кафедре.

В то время в университете Карнеги-Меллон существовало две команды занимающиеся компьютерными шахматами. Команду Хайтек возглавлял д-р Ганс Берлинер. Конкурирующую команду ЧипТест составляла группа энтузиастов, в основном безнадзорные аспиранты, одним из которых был я. В некотором смысле за мной был контроль факультета в лице профессора Кунга, в то время как члены моей команды работали над ЧипТест практически только ради удовольствия. Конкуренция между двумя командами была дружественной, но она вот-вот превратится в острое соперничество.

Сейчас, оглядываясь назад, понятно, что соперничество было неизбежно. Уже тогда между двумя командами существовали определенные трения. Команда ЧипТест была не в восторге от устоявшегося и неправильного общественного мнения, что доктор Берлинер курирует нас, или

что мы были его учениками. В значительной степени этот образ был результатом известности доктора Берлинера как специалиста по компьютерным шахматам, которая автоматически приводила журналистов к предположению<sup>1</sup>, что он один направляет все усилия разработчиков систем компьютерных шахмат в Карнеги-Меллон. Эта характеристика была несколько оскорбительна для команды ЧипТест, но сама по себе она не вызвала бы немедленной эскалации соперничества.

Эскалацию вызвало, помимо всего прочего, приглашение команды ЧипТест сыграть в шахматном турнире. Как оказалось, команда Хайтек собиралась на то же соревнование, и Берлинер предложил Кунгу, чтобы ЧипТест пропустил турнир<sup>2</sup>.

Мой разговор с профессором Кунгом касался именно того, что делать с приглашением. Кунг поддержал команду ЧипТест, и не видел причин, почему мы не должны играть. Тем не менее, чтобы избежать проблем в дальнейшем, команда ЧипТест ещё до этого разговора решила принять предложение доктора Берлинера.

Профессор Кунг был рад, что данный вопрос кажется решен, но когда он делал свое замечание о "хулиганах", его должно быть посетило ощущение "дежа вю". Двумя годами ранее, в 1985 году, у нас состоялся ещё один разговор по вопросу связанному с доктором Берлинером. Этот другой разговор стал важной частью цепи событий, которые привели к созданию ЧипТест и, в конечном итоге, Дип Блю.

Реальные истоки проекта Дип Блю можно проследить ещё дальше. И началось всё это с "хулиганов" профессора Кунга...

### ***Первый год аспирантов***

Кафедра информатики (CS) является одним из подразделений университета [Карнеги-Меллон](#). Некоторые из кафедр университета в своих дисциплинах входили в десятку лучших, но CS входила в тройку лучших в стране, где двумя другими были кафедры в Стэнфорде и Массачусетском технологическом институте. В зависимости от личных предпочтений, некоторые даже скажут, что кафедра CS университета Карнеги-Меллон была лучшей. На кафедре была своя неповторимая атмосфера, и как говорят, доля аспирантов со своими уникальными направлениями исследований была гораздо выше, чем в других учебных заведениях. Тот факт, что кафедра предлагала только программу на звание доктора наук (без програм-

<sup>1</sup> Это неверное предположение сохраняется и по сей день. Почти во всех шахматных книгах о матчах Дип Блю ошибочно сообщается, что Берлинер был куратором факультета команды ЧипТест/Дип Сот.

<sup>2</sup> В разделе "Приглашение из Калифорнии" главы 4 подробно описано, как был разрешен весь этот инцидент.

мы бакалавра или магистра), вероятно давало преподавателям возможность экспериментировать и предлагать уникальную систему обучения.

Отчасти из-за необычной системы, а отчасти из-за различающегося уровня прибывающих студентов, на весь первый месяц каждого осеннего семестра назначался "Курс иммиграции". Для прибывающих студентов это было время, чтобы узнать о среде, инструментах, проектах, и людях, и вообще хорошо провести время. Старшекурсники тратили это время на демонстрацию своих проектов, помогали новым студентам адаптироваться, и конечно же, как правило сами хорошо проводили время. Ближе к концу курса иммиграции, проходил ежегодный обряд "посвящения в студенты", обычно в каком-нибудь причудливом месте в Питтсбурге. У меня как голодного аспиранта, осталась светлая память о "зачистке" стола на том посвящении. Курс иммиграции был временем, когда также имел место процесс "сватовства". Во время курса иммиграции новые студенты искали преподавателей, чьи исследования их интересовали, и решали, кого бы они хотели иметь в качестве кураторов факультета. Преподаватели конечно тоже наблюдали за новыми студентами, решая, нужен ли им этот конкретный студент. Как и в реальной жизни, "браки" не были окончательными, и иногда между преподавателями и студентами происходили "разводы", что стало возможным отчасти вследствие того, что источники финансирования для студентов не обязательно были привязаны к конкретным проектам. Преподаватели управляли их обучением в основном за счет консультаций, которые были важны для них. За исключением курсовых работ, у профессорско-преподавательского состава было очень мало власти над не консультировавшимися студентами.

Когда в 1982 году я "иммигрировал" на кафедру, скорость зачисления принятых студентов была выше, чем ожидалось, и произошел кризис распределения. Обычно, при назначении групп, считалось предпочтительнее смешивать прибывающих студентов с опытными. В результате кризиса распределения я оказался в "пустой" группе, вместе с тремя другими студентами новичками, Майком Брауном, Андреасом Новатчуком и Тони Стенцем. В конечном итоге, все мы четверо без проблем добрались до выпуска, но по ходу учебы факультет вероятно не раз пожалел, что не провел комплектацию групп иначе. В следующем году Тони перешел в другую группу, и в течение нескольких лет только Майк, Андреас и я занимали выделенный нам кабинет, постепенно становясь близкими друзьями. Замечание профессора Кунга о хулиганах, вероятно, не подразумевало Тони.

Майк был вероятно первым американцем, с которым у меня состоялась обстоятельная беседа, и случилась она в мой первый день в кампусе Карнеги-Меллон. Кроме того, это был всего лишь мой третий день в Соединенных Штатах. Когда я открыл дверь в недавно определенный мне кабинет, то обнаружил внутри бородатого мужчину. Это был Майк. Из-за

его бороды, я не сразу смог понять, сколько ему лет, но он оказался одним из самых младших студентов во вводном классе. Родился он в Нью-Джерси, но рос в городе Аллентаун, штат Пенсильвания. Майк получил свою степень бакалавра в университете Лихай всего за три года. В нашем разговоре Майк описал себя как "хакера", которого он определил как человека, который может производить компьютерные программы в больших количествах. То есть такой человек, который созидает, хотя и в специализированной области. Это определение по-прежнему используется и сегодня, хотя чаще встречается определение, используемое в средствах массовой информации - это тот, кто наносит ущерб компьютерным системам или использует их в своих интересах с помощью виртуальных средств. То есть новое определение описывает человека разрушения. Майк очевидно был очень умён, но также был и на удивление скромным. Он объяснял свое ускоренное обучение в колледже целиком и полностью лишь способностью преуспевать в решении многовариантных тестов. "Я просто оказался хорош в решении многовариантных тестов" - сказал он, намекая таким образом, что у него нет других полезных талантов.

В то время как Майк был одним из самых младших среди прибывших студентов, Андреас и я оказались в числе старших. В моем случае это произошло потому что на Тайване, откуда я прибыл, ребята обязаны отслужить два года в армии после окончания колледжа<sup>3</sup>. Андреас был старше, потому что он потратил один дополнительный год, чтобы получить две трудные степени бакалавра: по физике и информатике. Он был родом из Германии, окончил университет в Гамбурге, и один год учился в Германии по программе доктора наук, прежде чем решил перебраться в Карнеги-Меллон. Майк был очень хорошим программистом, и Андреас также не слишком ему уступал. Помимо того, что Андреас был первоклассный программистом, он оказался ещё и человеком с многочисленными техническими навыками. Во время нашего пребывания в Карнеги-Меллон, он никогда не переставал меня удивлять. Я был твердо убеждён, что буду хорош в любом техническом вопросе, если вложу в него свою душу. Андреас же казалось, уже был невероятно хорош во всех технических вопросах.

В наши первые годы в Карнеги-Меллон, Майк и я были несколько легкомысленны, в то время как Андреас с первого же дня был весь в деле. Андреас и я не сразу стали близкими друзьями - только гораздо позднее, когда обнаружили что у нас много общих технических интересов. Дружба, однако, была не совсем симметричной. Я помню много случаев, когда Андреас помогал мне в тех областях, где я не справлялся. Но он был настолько

<sup>3</sup> См. "Обходя авторитетов" в главе "Парень с Тайваня", приложение А, где обсуждается военная служба на Тайване.

самодостаточен, что я не припомню какого-либо случая, когда я каким-нибудь образом помог ему.

Андреас, Майк, и я - все мы до прибытия в Карнеги-Меллон имели некоторое соприкосновение с тематикой шахмат, или компьютерных шахмат. Майк, ещё когда учился в средней школе, считался серьезным турнирным игроком. Андреас не играл в шахматы всерьёз, но у него существовал сильный интерес к компьютерным шахматам. Когда-то, будучи студентом, он помогал в судействе на чемпионате мира по шахматам среди микрокомпьютеров, проводившемся в Германии. Мои предыдущие контакты с компьютерными шахматами в основном проистекали от чтения технических журналов и книг. В период нашей иммиграции, Андреас и я познакомились с существующими исследованиями по компьютерным шахматам на кафедре. Мы оба интересовались разработкой чипов на сверхбольших интегральных схемах (VLSI), а Карл Эбелинг, аспирант в группе VLSI, как раз проектировал шахматную машину на их основе. Но ни Андреас, ни я, не были достаточно заинтересованы в какой-либо работе из области компьютерных шахмат. В то время я думал, что компьютерные шахматы должны пройти ещё долгий путь, и не представлял себе, как он закончится. Кроме того, я был гораздо сильнее заинтересован в чём-то более практичном.

Профессор Кунг был ведущим преподавателем в группе VLSI и очевидным выбором для нас обоих, Андреаса и меня. Майк же решил работать с профессором в области искусственного интеллекта (AI).

Андреас был очень невысокого мнения об AI исследованиях в целом. Майк первое время не разделял этого мнения, но после того как он расстался со своим первым куратором, и он, и Андреас называли AI исследования не иначе как фигней. Я не был столь же категоричен, но мне приходилось видеть некоторые так называемые "исследования" в области искусственного интеллекта, которые действительно заслуживали ярлык самой настоящей фигни. В то время самой большой группой на кафедре была группа AI, включавшая в себя почти половину студентов. Так что мнение большинства нашей группы в отношении AI, явно было точкой зрения меньшинства на кафедре.

Несмотря на наше взаимно невысокое мнение об AI, на протяжении этих лет между Майком, Андреасом и мной состоялось несколько бесед о компьютерных шахматах. Один из разговоров касался Белл - ведущей шахматной машины начала 1980-х. Ещё во время учебы Андреаса в Гамбургском университете, он посетил доклад Кена Томпсона, одного из разработчиков Белл. В докладе Кен описал эксперименты, которые показывали, что Белл играет сильнее, когда получает больше времени. Я поднял вопрос о том, что же произойдёт, если такая машина как Белл будет, скажем, в тысячу раз быстрее. Никто из нас не считал, что такой машины бу-

дет достаточно, чтобы победить чемпиона мира, но она вполне может находиться уже где-то рядом. Так или иначе, когда состоялась эта беседа, ни один из нас не и думал что я, пытаюсь ответить на этот самый вопрос, буду тянуть Андреаса и Майка в проект компьютерных шахмат.

Замечание профессора Кунга о хулиганах возможно подразумевало и Андреаса, так как после нескольких лет учебы они с Андреасом находились в разладе. Я не знаю, что плохого сделал Майк, но возможно это было достаточно плохо для профессора Кунга, чтобы быть отмеченным в "Черную Пятницу", на совещании факультета проводившемся в конце каждого семестра. Андреас вполне мог находиться высоко в списке "хулиганов" профессора Кунга, но я вероятно занимал там первое место, так как был источником многих других неприятностей. Некоторые из этих неприятностей были вызваны моими незрелыми шалостями. Другие проблемы, как вы увидите в следующих главах, случились не совсем по моей вине.

Те приколы, которые я провернул в первые годы учебы, имели два серьезных последствия. Первым стало то, что я приобрел среди студентов репутацию сомнительного характера. По иронии судьбы эта репутация оказалась полезна при наборе других студентов для работы над шахматным проектом. (Конечно вербовка других людей, это лишь первый шаг. В конце концов, проект должен быть интересен сам по себе, и мне пришлось обрабатывать моих друзей должным образом.)

Вторым последствием стало попадание в список "исчезающих видов" на кафедре. Моя первая шутка, о которой я расскажу в следующем разделе, не прибавила мне друзей на факультетском заседании Черной Пятницы. За вторую шалость меня чуть было не выгнали из университета и могли бы посадить в тюрьму, случись она несколькими годами позднее.

### *Лицензия на вредительство*

Свобода тайваньских студентов серьезно ограничена строгими школьными правилами, и в то время когда я ещё находился на Тайване, меня всегда очаровывали рассказы студентов о гениальных шалостях, организованных первого апреля в кампусах американских колледжей.

Во время курса иммиграции, одна из сессий, где присутствовал каждый, состоялась в отделе начальной подготовки. Мы втиснулись в большую классную комнату и представили себя остальным. После представления себя вновь прибывшим студентам, Шэрон Беркс, которая являлась в то время ассистентом административного отдела<sup>4</sup>, в шутку порассуждала, что ожидает как 1 апреля кто-нибудь опять подделает электронную почту от неё. Удивленный услышанным о возможности такого неповиновения

<sup>4</sup> В настоящее время Шэрон - заместитель заведующего кафедрой информатики и заместитель декана по учебной работе факультета информатики университета Карнеги-Меллон.

старших студентов, я сказал про себя: "Это ловко. Таким образом, у нас есть лицензия на вредительство".

Мой первый год в Карнеги-Меллон выдался чрезвычайно напряженным. Я хотел, пройти всё это начальное распределение так быстро, как только мог. За два года проведенных на военной службе на Тайване мои знания несколько "заржавели", поэтому пришлось немало потрудиться, чтобы наверстать упущенное. После первого семестра я уже прилично продвинулся в познании учебных премудростей, а между тем подходил мой первый апрельский "День дурака" в Карнеги-Меллон.

Ещё в начале 1980-х, даже в лучшей аспирантуре по информатике - такой как в Карнеги-Меллон - аспиранты имели гарантированный доступ только к текстовым терминалам в своих кабинетах. У некоторых из нас в кабинетах находились рабочие станции, которые могли отображать черно-белую графику. Несколько других рабочих станций, для общего пользования, находились в комнате терминалов. Но большая часть нашей работы всё ещё производилась на терминалах, подсоединённых к новейшим в то время миникомпьютерам. Миникомпьютеры эти уступают в мощности современным персональным микрокомпьютерам, которые мы можем приобрести сегодня менее чем за 300 \$ (которых, кстати, не хватило бы, чтобы купить хотя бы один из наших тогдашних терминалов). Большинство миникомпьютеров работали на операционной системе UNIX<sup>5</sup>. В наши дни UNIX широко используется в областях, где недопустимы перезагрузки компьютера, вызванные сбоями операционной системы.

UNIX позволяет "общаться" с другим пользователями на общем компьютере, при условии что другой пользователь разрешает вам это. Большинство пользователей устанавливают такую опцию по умолчанию. Когда вы "общаетесь" с другими пользователями, UNIX пишет введенные вами символы непосредственно на терминале другого пользователя. Обычно это безвредно, может быть кроме случаев раздражения других пользователей, когда вы становитесь слишком назойливы. Однако существует способ посеять хаос, если кто-нибудь из пользователей начнёт эксплуатировать компьютерный терминал несколько более "интеллектуально". Более продвинутые компьютерные терминалы обычно могли принимать командную строку, посредством которой можно было переместить курсор (индикатор на экране, который подчеркивает то место, где после печати появится новый символ), и вернуть координаты (x, y) его нового положения. Посылая соответствующую командную строку, вы могли переместить курсор в определённое место экрана вашей жертвы, а затем заставить терминал отослать координаты курсора назад, на компьютер. Так как компьютер в

<sup>5</sup> Операционная система может рассматриваться, как главная программа, которая контролирует все аппаратные аспекты компьютера. Обычные программы получают только косвенный доступ к системным устройствам, через операционную систему.

этот момент скорее всего ожидает команды пользователя, то он почти наверняка воспримет их, как если бы жертва ввела координаты курсора в качестве команды. И вуаля! Вы заставили свою жертву выполнить команду по вашему собственному выбору. Это была основная идея моей шалости на "день дурака" 1983 года.

31 марта у меня состоялся разговор с коллегой, который затем принял участие в этом деле. Наш план состоял в следующем: я должен был написать две программы. Первая программа будет случайным образом выбирать жертв и рассылать соответствующие команды по их терминалам. Затем эти команды заставят терминал жертвы отправить другую команду, которая запустит мою вторую программу. Вторая программа будет посылать случайное, возможно нелицеприятное, сообщение на электронное информационное табло кафедры от лица потерпевшего. Набор случайных сообщений для печати придумал мой коллега. Он проделал большую работу. Самой технически трудной частью всего дела, было повернуть всё таким образом, чтобы жертвы не понимали, что произошло, даже когда они смотрели непосредственно на экран своего терминала. Необходимо было перенести курсор в соответствующее место, с целью формирования компьютерной команды для выполнения второй программы, а затем курсор следовало вернуть на прежнее место. По окончании всего процесса экран должен выглядеть точно так же как и до атаки. Это было сложно, но выполнимо. Даже сидя перед терминалом, жертва могла увидеть только лишь нечто похожее на сильное мерцание, с курсором, мигающим по всему экрану в течение приблизительно секунды. Программы были готовы к вечеру 1 апреля, и мы позволили им свободно работать несколько оставшихся часов того же дня.

На следующее утро мы увидели несколько необычных сообщений на электронном информационном табло, причем большая часть жертв пала на профессорско-преподавательский состав<sup>6</sup>. Интересное сообщение было отправлено одним преподавателем, который спрашивал, кто был владельцем пары колготок, которые он нашел в дамской комнате. Другой преподаватель "отправил" сообщение о том, что он сумел войти в компьютер, но не знает как выйти и нуждается в помощи. Позднее, будучи не в восторге от увиденного и не понимая в какой день это опубликовано, он отправил сообщение уже по-настоящему, требуя чтобы тот, кто поместил объявление от его имени, признался. Я вернул к жизни свои программы, но на сей раз только с одной разрешенной жертвой, а именно мной. Файл сообщений был изменен таким образом, чтобы содержать теперь только одно сообщение. В начале сообщения отмечалось, что профессора временами бывают забывчивы, и что предыдущим днём было 1 апреля. Кроме того, там

<sup>6</sup> Студенты которые работают допоздна, как правило хакеры. А большинство хакеров отключают доступ к написанию сообщений на своём терминале.

было явным образом обозначено, какие сообщения являлись не настоящими. Все заголовки сообщений были заключены в кавычки, и таким образом каждое объявление которое, технически, публиковалось с преподавательской учетной записи, было выведено через тот же самый механизм, просто как сообщение с моей учетной записи.

Инцидент не имел для меня никаких прямых последствий. Но эта, и моя следующая, гораздо более серьезная проделка, вероятно повлияли на мою репутацию в глазах некоторых преподавателей.

После этого эпизода мой коллега отключил доступ к своему терминалу на постоянной основе. Но никто ведь не собирался повторять этот трюк с ним! Другой друг заинтересовался игрой с управлением курсором, и в конце концов создал "психоделическую командную строку". Каждый раз, когда он набирал определенную команду, на экране его терминала отображалась ковбоеподобная фигура, затем из левой части экрана вылетала стрелка и поражала ковбоя, который после этого распадался в прах.

### *Сосед мистера Роджерса*

UNIX является относительно безопасной операционной системой. Но Кен Томпсон, один из её создателей, в своей лекции на вручении премии Тьюринга указал несколько способов её скомпрометировать. Как правило, ухоженные UNIX-системы почти невосприимчивы к любительским атакам. Проблема заключается в том, что большинство UNIX-систем совсем не обязательно поддерживаются в хорошем состоянии.

В начале 1980-х, почти все новые компьютеры в университетах использовали UNIX. Многие из этих систем были связаны с сетью DARPA (агентство передовых оборонных исследовательских проектов министерства обороны США), предшественника современного Интернета. Использование сети DARPA обычно сводилось к работе в сети "Agranet". Кафедра информатики, с её большим количеством исследовательских проектов спонсируемых DARPA, работала в "Agranet".

Работу компьютерных систем на кафедре поддерживали способные и ответственные сотрудники, и я никак не мог найти способа взломать главные машины кафедры. Однако в "Agranet" было много менее защищенных машин.

На всех компьютерах кафедры учетные записи для доступа в сеть "Agranet" были защищены паролем, который необходимо было вводить перед входом в систему. Но в отношении многих других компьютеров в сети, это было не так. На одной из машин Калифорнийского университета в Беркли я случайно наткнулся<sup>7</sup>, на некую гостевую учетную запись, без

<sup>7</sup> Ну, не совсем случайно. У меня были друзья, обучающиеся в Беркли. Другая причина состояла в том, что мне было интересно узнать о некоторых специфических багах в компьютерной игре "Rogue", авторами которой были студенты из Беркли.

пароля. Кто-то оставил дверь приоткрытой. Собственно, сам по себе этот случай не обязательно означает, что есть проблема. Операционная система UNIX позволяет закрыть доступ к вашим личным данным, чтобы другие пользователи не могли получить по сети доступ к вашим любовным письмам. (Хотя зачем вам оставлять свои любовные письма в сети, выше моего понимания.) А гостевая учетная запись по определению обладает ограниченными правами, и следовательно гость не может отпереть замки. Так что все в порядке, не правда ли?

В реальной жизни, например у администратора какого-либо здания, обычно есть мастер-ключи, посредством которых он может открыть любую дверь в этом здании. Аналогичным образом и в UNIX, системный администратор может стать так называемым "суперпользователем", который может делать с системой всё что захочет. Некоторым специальным программам, необходимым для поддержания системы в рабочем состоянии, как правило также предоставляются права суперпользователя, чтобы эти программы могли нормально функционировать. Иногда излишнее доверие к этим служебным программам является неуместным. Сами программы могут быть в полном порядке, но файлы, к которым они обращаются, бывают недостаточно защищены. Любой компетентный системный администратор обязательно удостоверится, что не только сами "суперпользовательские" программы, но и файлы которые они используют, не подвергаются опасности, т.е. сделать то, чем возможно пренебрегают менее опытные системные администраторы. По какой-то причине на машине Беркли некоторые из файлов не были защищены надлежащим образом. И таким образом возникло что-то типа "черного хода", куда гость мог войти, и помочь самому себе создать мастер-ключ.

Так я стал суперпользователем - виртуальным богом на машине Беркли. Что же делать с властью? Очевидно, я не хотел что-либо повредить. Друг предложил создать компьютерную учетную запись на имя Фреда Роджерса, проповедника и ведущего телепередачи для детей "Соседи мистера Роджерса" в Системе Общественного Вещания. Фред Роджерс жил в Питтсбурге и само это шоу тоже записывалось в Питтсбурге, в нескольких минутах ходьбы от Карнеги-Меллон. Предложение показалось вполне подходящим. Вскоре мистер Роджерс, сам того не подозревая, получил возможно свою первую компьютерную учетную запись на машине Беркли. Но мы сделали ошибку в названии учетной записи мистера Роджерса: мой друг думал, что отчество Фреда начинается на S, и соответственно имя учетной записи было задано как "fsg". Однако отчество мистера Роджерса было - Макфили. А значит имя учетной записи следовало записать как "fmr".

Один из постоянных пользователей на машине Беркли по-видимому работал над сетевым проектом для DARPA, и у него имелся файл содер-

жащий пароли для машин по всему "Arpanet". Файл был защищен, но не от суперпользователя. К тому же пароли были в виде обычного текста. Внезапно у меня появился ключ ко многим, обычно заблокированным, входным дверям по всей сети "Arpanet".

В следующие две недели, в моё свободное время, "сосед мистера Роджерса" начал свою экспансию в "Arpanet". В течение этого времени, в моей голове постоянно крутилась песня из шоу мистера Роджерса: "Вот прекрасный день в этом районе. Прекрасный день, чтобы заглянуть к соседу. Может быть вы мой сосед? Могли бы им быть?.."

Создание новых учетных записей для мистера Роджерса продвигалось медленно, поскольку слабости у каждой системы были разные. К тому же у меня оставалось мало свободного времени, так как близилось окончание трёх курсов, которые я проходил. Но на пике, мистер Роджерс владел едва ли не десятью учетными записями в лучших университетах США.

Потом я получил повестку от заведующего нашей кафедрой, Нико Хабермана.

Системный администратор университета Пердью заметил аккаунт созданный для Фреда Роджерса, и пошел по следу назад, в Карнеги-Меллон. Затем, уже сотрудники Карнеги-Меллон вышли на меня.

Нико прочитал мне небольшую лекцию и приказал написать то, что составило мою исповедь, описывающую как это было сделано, и демонстрирующую моё раскаяние. Это был шлепок по руке. От моей деятельности не возникло никакого реального ущерба, и возможно в итоге система даже стала более защищённой. Ну а мистер Роджерс конечно же потерял все свои учетные записи. Это случилось ещё до принятия Конгрессом закона о конфиденциальной информации. Соверши я подобный проступок сегодня, то столкнулся бы с большими проблемами. Кроме того, просматривать защищенные файлы без разрешения попросту неэтично. И даже незащищенные файлы личного характера не следует просматривать без разрешения. Я рассматривал сложившуюся ситуацию как игру, тогда как на самом деле это был серьезный вопрос. С другой стороны, никогда не следует просто так оставлять обычный текстовый файл, содержащий кучу паролей, независимо от того защищён он или нет. И уж конечно, этого не следует делать на системе с гостевой учетной записью, которая не требует пароля. Окружающий мир очень велик, и в нём всегда найдутся плохие люди.

В том году я должно быть оказался в опасной близости от отчисления на очередном совещании Черной Пятницы. Случись ещё один подобный инцидент и меня вероятно попросили бы покинуть кафедру.

## *Важный выбор*

### *Японская трудовая этика*

Я могу работать, когда нужно, но в основном я ленивый человек. К моменту начала учебы на втором курсе университета Карнеги-Меллон, у меня был только один период, когда пришлось упорно трудиться в течение длительного периода времени, и это было время подготовки к моему вступительному экзамену в колледж на Тайване<sup>1</sup>. Но подготовку к экзаменам нельзя считать работой. В этом смысле, пока не начался мой второй год в Карнеги-Меллон, я никогда в своей жизни по-настоящему не работал. Андреас Новатчук, мой немецкий товарищ по группе, был трудягой, но работал он в основном ночью, и его отношение к работе не влияло на меня. Все изменилось, когда я начал работать над одним из проектов профессора Кунга вместе с нашим японским гостем.

Тейи Нишизава был представителем японской компании "Matsushita Electric" ("Matsushita" вероятно больше известна в США как компания, которая выпускает потребительские электронные товары под брендом "Panasonic"). В то время кафедра информатики сотрудничала с крупными японскими компаниями, что позволяло им, за определенную плату, направлять своих представителей для временной работы при кафедре под руководством профессоров. Тейи был одним из таких представителей.

Согласно моему опыту, существует два типа тружеников. Первые имеют тенденцию работать короткими очередями. К этому типу относятся многие из программистов, хотя и не все хорошие программисты так работают. Яркие представители этого типа могут работать, скажем, 48 часов подряд до полного исчерпания творческих сил. Я никогда не мог работать таким образом, я сойду с ума если у меня не будет достаточно времени для сна. Тейи был хорошим примером второго типа тружеников. Он был очень

<sup>1</sup> Обсуждение тайваньской образовательной системы, см. в разделе "Жаворонок" главы "Парень с Тайваня", приложение А.

мотивирован и дисциплинирован. Он не мог работать долгие часы, но мог в течение длительного периода продуктивно трудиться в рабочее время. Этот тип труженика больше подходит для работы конструктора чипов, где будучи в состоянии обеспечить постоянство, получаешь на выходе более высокое качество, чем когда используешь внезапные всплески озарения. Тесное сотрудничество с Тейи на протяжении следующего года, оказалось достаточно поучительным опытом для меня, особенно с точки зрения трудовой этики.

Тейи, Алан Суссман (еще один из подопечных профессора Кунга) и я, вместе работали над совместным проектом профессора Кунга с компанией "General Electric" (GE). Для обоих, Алана и меня, этот проект считался "областью квалификации" - обязательным элементом в получении нами ученой степени. "Область квалификации", как правило, означает какое-то задание, которое выдается куратором факультета для студентов, чтобы продемонстрировать адекватную подготовку в области исследований. В сущности, это был также и способ извлечь определенную пользу для факультета из работы студентов. Моё первое знакомство с японской трудовой этикой состоялось во время этого проекта.

Наш проект заключался в разработке чипа, функционирующего в качестве программируемого канала связи между несколькими коммерчески доступными чипами производившими вычисления с плавающей запятой<sup>2</sup>. Одним из возможных применений этого чипа была компьютерная томография для медицинской диагностики, которая оказалась важным бизнесом для GE. На ранней стадии проекта, Кунг и мы трое, проводили еженедельные встречи для выбора общих принципов работы чипа. Мы всё ещё находились на стадии планирования того как чип будет работать, когда Тейи пришел на встречу с законченными высокоуровневыми схемами начерченными от руки, и с базовой информацией по таймингам. Никогда прежде не видев, чтобы кто-то работал подобным образом, я отметил для себя: "Ого! Этот парень работает быстро!".

GE отвечал за конечную стадию разработки чипа, которая включала в себя физическое размещение и производство микросхемы, в то время как Карнеги-Меллон отвечал за логическое проектирование. Тейи, Алан и я

<sup>2</sup> Есть два типа чисел используемых в компьютерах: с фиксированной запятой и с плавающей запятой. Простейшим примером вычислений с фиксированной запятой является целочисленная арифметика, где двоичная запятая расположена после самого младшего бита (двоичной цифры) целого числа. В вычислениях с плавающей запятой для представления одного числа используют два числа - мантиссу и показатель степени. Показатель степени содержит важный бит указывающий, где на мантиссе находится двоичная запятая, и может рассматриваться как коэффициент масштабирования. Вычисления с плавающей запятой обычно используются в инженерных приложениях. В начале 1980-х, стало возможным разместить все функции для вычислений с плавающей запятой на одном кристалле. Сегодня, вычисления с плавающей запятой являются лишь малой частью всех возможностей микропроцессора.

разделили логическое проектирование на три части, и каждый из нас отвечал за свой участок работы. В начале только Теи придерживался рабочего графика, но вскоре Алан и я усвоили принципы работы и последовали его примеру. Фактически, нам ещё немного помогал Андреас Новатчук. Мы использовали новый набор программ автоматизации инженерных расчетов "Computer Aided Engineering" (CAE), первым пользователем которого довелось быть Андреасу.

Та часть совместного проекта, за которую отвечал Карнеги-Меллон, была завершена в начале 1985 года. К этому моменту я уже выполнил все прочие требования для получения степени доктора наук, предстояло лишь решить ряд мелких вопросов, а именно - предложение, исследование, написание и защита диссертации.

К тому времени совместный проект продолжался уже год. Я не мог использовать его тему в качестве диссертации, поскольку он не содержал ничего существенного для исследования. Тем не менее, опыт проекта сделал меня более дисциплинированным, и к тому же впервые в своей жизни я прошел через весь процесс проектирования логики для чипов. Я не думаю, что был бы готов для следующего шага, без участия в проекте и без тонкого влияния нашего японского гостя.

### ***Очки уважения***

В 1984 году или около того, японский производитель офисного оборудования "Canon" объявил о создании недорогого печатающего механизма для лазерного принтера, который потенциально можно было использовать для производства лазерных принтеров стоимостью менее 3000 \$. В течение года, "Hewlett-Packard" и "Apple" объявили о создании первых персональных лазерных принтеров на основе механизма "Canon". Таким образом, был создан новый сегмент рынка. До анонса фирмы "Canon", лазерные принтеры в основном использовались в больших отделах, и стоили свыше 10 000 \$. Создание персонального лазерного принтера оказалось очень важным для "Hewlett-Packard" и "Apple". Для "Hewlett-Packard" такое развитие событий положило начало их успешному бизнесу по производству компьютерных принтеров. Для "Apple", персональный лазерный принтер создал условия приведшие к "смерти" настольных издательских систем, что позволило компании "Apple", с их компьютером "Macintosh", проникнуть на рынок в бизнес-сегменте.

С распространением новых лазерных принтеров, стало более важно иметь возможность отправлять электронные документы от одного пользователя к другому. Для обмена данными с другими пользователями, необходимо было в некоторой степени стандартизировать формат электронных документов. "Xerox", первая компания создавшая лазерный принтер для бизнеса, имела то, что можно было считать существующим стандартом, но

компания оказалась слишком медлительной в отношении продвижения своего стандарта в качестве массового. "Adobe", недавно созданная небольшая компания из Калифорнии, воспользовалась возможностью и быстро создала свой новый язык описания страниц, "Postscript", ставший стандартом. Сегодня "Adobe" имеет процветающий бизнес, и её рыночная капитализация больше чем у самой "Хегох"<sup>3</sup>.

Я следил за бизнесом по созданию принтеров с тех пор как стал студентом, и находил, что цепь событий запущенная после анонса компании "Canon" довольно любопытна. Механизм "Canon" мог печатать до восьми страниц в минуту, но у контроллера принтера, использовавшегося в 1985 году, были проблемы с печатью на максимальной скорости даже для простых страниц. Если же кто-то захочет напечатать на высокой скорости сложные китайские иероглифы, то его попытка пожалуй вряд ли будет удачной. Кроме того, ни стандарт "Хегох", ни стандарт "Adobe", не обрабатывали китайские иероглифы. Существовало "окно" возможностей для создания пользовательского контроллера принтера на VLSI, который может позволить печатать более сложные страницы на высокой скорости. Существовала также возможность создать новый стандарт или доработать один из двух существующих стандартов для обработки китайского, японского и других восточноазиатских языков. Как казалось, тут была возможность для бизнеса, а идеи вероятно позволяли поднять достойную тему для диссертации. Я рассказал профессору Кунгу о своих идеях, и в начале 1985 года начал собирать литературу по принтерам, компьютерным шрифтам и т.д.

В Соединенных Штатах было трудно собрать подходящую китайскую литературу. Однако доклад о чипе, который мы разработали совместно с GE, был принят для конференции на Тайване в мае 1985 года, и у меня появилась возможность бесплатно<sup>4</sup> съездить назад на Тайвань, чтобы собрать китайскую литературу. Все шло хорошо.

Но затем произошло нечто неожиданное. Д-р [Ганс Берлинер](#), который был преподавателем по AI, попросил меня помочь с проектированием Хайтек - шахматной машины, которую разрабатывали он и группа аспирантов.

На самом первом семинаре, который я посетил в Карнеги-Меллон, я узнал о генераторе ходов Хайтек, который использовался для генерации шахматных ходов непосредственно аппаратными средствами Хайтек. Семинар проводился группой VLSI; ведущий был Карл Эбелинг. Генератор ходов состоял из 64-х чипов, по одному чипу на каждый квадрат шахматной доски размерностью 8×8. Это был интересный материал, но даже при

<sup>3</sup> По состоянию на июль 2000г., Adobe стоит более 16 млрд. долларов, в то время как Хегох стоит чуть более 13 млрд. долларов.

<sup>4</sup> Будучи в то время бедным аспирантом, я обнаружил как важно "бесплатное" участие.

первом знакомстве, в глубине моего сознания возник вопрос. А действительно ли необходимо использовать 64 чипа?

Когда доктор Берлинер обратился ко мне, ранняя версия Хайтек только что была спроектирована и изготовлена. Я не был первым аспирантом с опытом разработки чипов, к кому обратился Берлинер. Задолго до того как я приехал в Карнеги-Меллон, Берлинер убедил Карла Эбеллинга спроектировать генератор ходов для Хайтек. Позже, после согласия создать всю шахматную машину целиком, Карл стал главным разработчиком Хайтек.

Шахматная машина состоит из трех основных компонент: *генератора ходов*, который выискивает шахматные ходы, *оценочной функции*, которая оценивает качество позиций, встречающихся шахматной машине в процессе перебора, и *контроля поиска*, который управляет анализом последовательностей ходов исследуемых шахматной машиной. Обычные шахматные программы используют ту же самую базовую структуру, за исключением того что генератор ходов, оценочная функция и контроль поиска у них полностью реализованы в виде программного обеспечения. Это также относится и к коммерческим "шахматным машинам", которые можно купить в магазине, так как на самом деле они всего лишь шахматные программы, заключённые в автономный микрокомпьютер. Когда исследователь компьютерных шахмат говорит о шахматной машине, то речь как правило идёт о машине, которая имеет по меньшей мере генератор ходов и оценочную функцию реализованные аппаратными средствами. Вы вполне можете рассчитывать на то, что шахматная машина использующая аппаратные средства будет по меньшей мере в сто раз быстрее, чем шахматные программы запущенные на микропроцессорах, произведенных по той же самой полупроводниковой технологии. Когда доктор Берлинер разговаривал со мной, у Хайтек был генератор ходов состоящий из 64-х чипов и очень простая аппаратная оценочная функция.

Доктор Берлинер хотел улучшить оценочную функцию Хайтек. Он спросил, не заинтересует ли меня разработка 64-чипной системы вычислений, определяющей насколько хорошо шахматные фигуры контролируют поля шахматной доски. Я сказал доктору Берлинеру, что у меня уже есть тема диссертации по которой я хотел бы работать, но если его задача может быть разрешена в течение лета, то я не прочь взяться за неё. Я не возражал помочь доктору Берлинеру, но не хотел чтобы ему показалось, будто он может легко эксплуатировать моё время. Должен признаться, что я также с нетерпением ждал возможности поработать с Карлом, который собирал реальные системы, а я никогда не делал ничего подобного. И конечно же, вся эта задача казалась хорошим способом временами отвлекаться от написания диссертации.

Я встретился с доктором Берлинером, чтобы поподробнее узнать о

том, что ему нужно. Ближе к концу разговора он отметил, что за эту работу я не получу ничего кроме "очков уважения". Это был новый термин для меня. Берлинер объяснил мне его - это значило, что я не получу ничего кроме ощутимой признательности за проделанную работу. Изначально я ничего не ожидал от данной работы, что должно быть довольно очевидно исходя из того факта, что я был готов работать над этой задачей только в течение лета. Разговор оставил меня со странным чувством.

Я провел около недели над проектом доктора Берлинера, всё глубже погружаясь в многоуровневые схемы цепей. Затем я встретился с группой Хайтек и представил некоторые из своих выводов. Хорошая новость заключалась в том что: "Да, это может быть сделано". А плохая в том что: "64-чипное разделение создаёт необходимость добавления большого количества внешних цепей, а потому система будет довольно медлительна". Год спустя я обнаружил, что мое определение "довольно медлительна" было более чем достаточно быстро для Хайтек, но во время встречи никто этого не понял. Доктор Берлинер казался недовольным и попросил меня попробовать разместить внешние цепи на чипе. Я объяснил, что система станет ещё медленнее, так как, когда медленные FET-драйверы (на полевых транзисторах) на чипе, заменят более быстрые биполярные драйверы<sup>5</sup> вне чипа, задержки на вводе/выводе чипа увеличатся. Заседание закончилось без принятия какого-либо решения.

Я не стал удачным консультантом. Корнем проблемы оказалось 64-чипное разделение. Вопрос из глубины моего сознания, когда я впервые услышал о проекте Хайтек, вернулся. Было ли разделение необходимо?

В начале 1980-х годов, [Кен Томпсон](#) и Джо Кондон из Bell Laboratories создали Белл, специализированную шахматную машину, на основе малых и средних интегральных схем. В 1983 году Белл стала первым шахматным автоматом, играющим на уровне американского национального мастера. Когда я проходил военную службу на Тайване, она утвердилась как новый лидер шахматных машин, вместо Чесс 4.X. Я узнал о существовании Белл только после прибытия в Карнеги-Меллон.

Кен Томпсон и Джо Кондон написали статью о Белл, описывающую её базовую архитектуру, и дома у меня была копия этой статьи. После встречи с группой Хайтек, той же ночью, я взял статью и перечитал её. Да, действительно, генератор ходов описанный в статье о Белл, не мог быть размещен на одном чипе. Но может быть получится изменить его конструкцию так, что это станет возможным?

<sup>5</sup> Драйверы в интегральных схемах (IC) используют относительно крупные транзисторы, обычно двух типов: биполярные и полевые. Биполярные транзисторы как правило быстрее, из-за их более высоких характеристик по управлению током. Чтобы в полной мере объяснить различия между биполярными и полевыми транзисторами потребуется слишком много места.

На этом пути, как мне представлялось, возникали две основные проблемы.

Первая заключалась в том, что в генераторе ходов Белл было слишком много транзисторов. Размер схемы был слишком большим.

Генератор ходов в шахматной программе, в буквальном смысле "производит" шахматные ходы, которые программа затем исследует. Но чтобы работать правильно, генератор ходов должен делать больше, чем просто производить ходы. Он также должен генерировать *только неисследованные*, или иначе говоря, ещё не просмотренные программой ходы. В проекте Белл эта вторая задача - генерация только неисследованных ходов - работа, которой занимался исключаящий стек. Исключаящий стек в Белл имел 64-битную<sup>6</sup> разрядность памяти, по одному биту на каждый квадрат шахматной доски.

Исключаящий стек использовал два входа на каждый исследуемый ход. Обычный шахматный ход состоит из начального квадрата (атакующего) и конечного квадрата (жертвы). Каждому входу исключаящего стека соответствовал один из двух типов квадрата.

Генерация ходов в Белл состоит из двух стадий. На первой стадии (поиск-жертвы), генерируется новый конечный квадрат (жертва). Для примера, предположим что на первой стадии можно сгенерировать "ладью на h8" как жертву. Первый вход на исключаящем стеке используется для "маскировки" всех конечных квадратов, уже найденных на этой стадии. Если "ладью на a8" уже рассматривали как жертву, то квадрат a8 будет замаскирован.

После того, как жертва была найдена, Белл вступает во вторую стадию генерации ходов. На второй стадии (поиск-атакующего), для данной жертвы ищется новый начальный квадрат (он же атакующий). Ну скажем, мы можем установить, что "конь на g6" является атакующим для "ладьи на h8". Второй вход на исключаящем стеке используется, чтобы маскировать все начальные квадраты (атакующие), которые уже были найдены для данной жертвы. Если не осталось ни одного из атакующих квадратов, то Белл возвращается к первой стадии, чтобы найти новую жертву.

Во всех шахматных машинах, которые я позже разрабатывал, я позволял программе проводить перебор на глубину до 128 полуходов<sup>7</sup> вперед. С двумя входами на ход, исключаящему стеку, чтобы поддерживать перебор на 128 полуходов вперед потребовалось бы 256 слов глубины.

<sup>6</sup> Бит - двоичная цифра, принимающая значение 1 или 0.

<sup>7</sup> "Полуход" - слово из жаргона компьютерных шахмат. Оно означает ход, сделанный одним из двух игроков. Слово "ход" могло бы быть более подходящим, если бы не тот факт, что в шахматной литературе "ход" может означать пару полуходов, когда каждая сторона, и белые и черные, делает по одному ходу.

Допустим, что нам потребуется шесть транзисторов на каждый бит памяти. Тогда число транзисторов, используемых в исключаяющем стеке должно быть не менее 1500 на каждый квадрат шахматной доски, или около 100 000 транзисторов на всю доску. Не так уж много по сегодняшним меркам. Но вернемся в 1985 год - после добавления всех других цепей, поместить генератор ходов Белл на одном чипе было практически невозможно.

Тогда какие существуют возможности для сокращения количества транзисторов? Копия статьи о Белл лежала в моей квартире более двух лет, но я никогда не задумывался над этим вопросом, по двум причинам. Первая - я не верил, что решение Проблемы Компьютерных Шахмат находится в пределах досягаемости. Таким образом, у меня не было мотивации для более глубокого исследования вопроса. Вторая - я сделал неправильное предположение. Я предполагал, что разработчики Белл, а также группа Хайтек, должны были изучить способы уменьшения количества транзисторов. Но я забыл, что разработчики Белл, хоть они и были талантливы, не пытались поместить свою конструкцию на одном чипе. Они проектировали Белл из отдельных серийных чипов, и чипы использовавшиеся для исключаяющего стека было достаточно легко достать. Для них, исключаяющий стек был пожалуй наиболее оптимальным решением. Это было не самым лучшим решением только лишь для однокипного проекта. Тот факт, что группа Хайтек приняла 64-чипный дизайн для своего генератора шахматных ходов, также затуманивало моё видение этого вопроса. Если группе Хайтек для создания их генератора ходов необходимо 64 чипа, как вообще возможно создать генератор шахматных ходов на одном чипе?

Здесь я, лежа на своей кровати, в первый раз всерьёз задумался над вопросом об исключаяющем стеке. Как только я начал думать над этим вопросом, то понял, что тут и в самом деле может быть решение. Разработчики Белл не искали альтернативных решений, а доктор Берлинер вероятно вполне удовлетворился тем, что дизайн Хайтек отличается от дизайна Белл. Когда Карл Эбелинг взялся за работу по созданию генератора ходов, группа Хайтек уже определилась с идеей использования 64-х чипов, по одному чипу на каждый квадрат шахматной доски. В результате, Карл сосредоточил все свои усилия на совершенствовании 64-чипного дизайна. Таким образом, хотя все вовлеченные в разработку люди и были очень талантливы, у них не было веских причин, чтобы искать альтернативные варианты. А в них-то как раз и могла существовать очень хорошая альтернатива исключаяющему стеку!

Наиболее радикальным ответом стало бы просто полное удаление исключаяющего стека из чипа генератора ходов. Самый простой способ это сделать - вывести исключаяющий стек из чипа генератора ходов, а затем подключить чип генератора ходов к внешнему исключаяющему стеку 64-мя проводниками, по одному проводнику на каждый квадрат шахматной

доски. Это было одно из возможных решений, но оно мне не нравилось. В идеале, я предпочёл бы для любого чипа сохранять количество контактов<sup>8</sup> меньше 40-ка. Корпуса с бóльшим количеством выводов в те времена могли стоить свыше двадцати пяти долларов. При такой цене корпус может стоить дороже, чем сам чип. Более личной причиной для желания сохранить количество контактов до сорока, было желание увидеть, насколько далеко я могу зайти с этой идеей. Чипы генератора ходов Хайтек использовали 40-выводные корпуса. Будет очень даже неплохо, если не только получится перейти к одночипному дизайну, но и если новый проект при этом сможет использовать те же самые корпуса что и чипы Хайтек. Ещё одна причина, почему мне не нравилось решение с внешним исключаяющим стеклом, состояла в том, что на самом-то деле здесь использовался девятичипный дизайн. Для обеспечения 64-битной разрядности, внешнему исключаяющему стеклу потребуется ещё восемь чипов памяти, поскольку даже самые продвинутые чипы памяти в то время обладали всего лишь 8-битной разрядностью.

И в этот момент меня осенила идея. Идея заключалась в том, чтобы избавиться от исключаяющего стека всю конструкцию, а не только сам чип.

Сама идея отталкивалась от того, какую именно информацию реально передает исключаяющий стек. Исключаяющий стек хранит историю ходов просмотренных ранее. Но в шахматной машине те же данные содержит и "стек ходов", хотя и в иной форме. 64-битные структуры хранящиеся в исключаяющем стекте теоретически можно вычислить из последнего найденного хода, который в настоящее время хранится в стеке ходов. Начальный и конечный квадраты последней двигавшейся фигуры содержат всю информацию, необходимую для вычисления 64-битной исключаяющей маски. Я сел, взял ручку и бумагу, и начал работать над деталями. Каждому из шестидесяти четырех квадратов шахматной доски присваивается уникальный номер приоритета. Для данного начального или конечного квадрата, мы исключаем все квадраты с более высоким приоритетом. Мы можем вычислить 64-битную исключаяющую маску из 6-битного номера квадрата, используя схему приоритетного дешифратора<sup>9</sup> размерностью шесть на шестьдесят четыре. Схема приоритетного дешифратора использует около десяти транзисторов в среднем на каждый

<sup>8</sup> Кремниевые чипы обычно общаются с внешним миром через контактные штырьки на своем корпусе. В некоторых современных корпусах интегральных схем вместо штырьков могут использоваться контактные площадки.

<sup>9</sup> Вот простое объяснение приоритетного дешифратора. Приоритетный дешифратор размерностью шесть на шестьдесят четыре, вычисляет функцию с 6-ю бит на входе и 64-мя бит на выходе. 6-битный вход можно рассматривать как целое число  $N$ , принимающее значение от 0 до 63. Если 64 выходных бита (контакта) пронумеровать от 0 до 63, то все выходные биты с номером меньше  $N$  должны принять значение - 0, а все остальные выходные биты значение - 1.

квадрат, а не полторы тысячи транзисторов, как в случае исключаящего стека. Это была экономия в соотношении 150:1. Насколько значительно такое сокращение? В моей последней реализации полного генератора ходов использовалось около пятисот пятидесяти транзисторов в среднем на каждый квадрат. Без изменения схемы, их количество составило бы более двух тысяч на квадрат, и чип стал бы в четыре раза больше.

Я был приятно ошеломлён. Но существовала и вторая серьёзная проблема с проектом Белл. Для непрофессионала эта проблема может показаться неожиданной. В юности она несомненно стала бы сюрпризом и для меня. Когда я был маленьким ребенком, лучшими радиоприемниками были те, которые содержали больше электронных ламп или больше транзисторов. Что может быть важнее для кремниевого чипа, чем количество транзисторов на нём? Ответ - количество проводников, в частности, количество длинных проводников. В генераторе ходов Белл было слишком много длинных проводников.

Генератор ходов Белл создавал для каждого из шестидесяти четырех квадратов шахматной доски шесть сигналов приоритета фигур, по одному на каждый тип фигуры. Сигналы приоритета фигур использовались, чтобы отсортировать ходы по ценности фигур, *перед* обычным выбором хода исходя из положения фигур на основе исключаящего стека. В общем, мы должны в первую очередь рассматривать те ходы, при которых наиболее ценную жертву рубит наименее ценная атакующая фигура. Этот метод выбора хода, основанный на его предварительной оценке, может резко повысить эффективность шахматной машины.

384 (6×64) сигнала приоритета фигур подаются в приоритетный шифратор, который использует цепи сравнения, для выбора лучшего хода. Проблема была связана с 384-мя сигналами приоритета фигур. Она состояла в 384-х длинных проводниках.

Для 3-микронной CMOS (КМОП) технологии, которая была тогда доступна, одни лишь 384 длинных проводника покроют половину чипа. Мне был необходим альтернативный способ сравнения ходов. Чтобы найти работоспособную альтернативу мне потребовалось менее одной минуты. Конечно, всё это было вопросом удачи. В те дни я выписывал много журналов IEEE (Института Инженеров Электротехники и Электроники). IEEE давал студентам огромные скидки при подписке на журнал. За несколько недель до той роковой ночи, я читал статью в журнале IEEE "Computer Magazine" о новом стандарте компьютерной шины под названием "Шина Будущего". Шина Будущего использовала цепь "арбитра распределения", производившую выбор среди плат подключенных к шине. "Арбитра распределения" требовалось всего несколько проводников, и он мог бы хорошо подойти для решения моей проблемы с длинными проводниками в генераторе ходов Белл. Журнал лежал рядом со мной. Быстрая сверка со

статьёй подтвердила, что слегка измененный арбитр распределения справится с этой задачей. Количество длинных проводников уменьшится с 384-х до 48-ми - сокращение в восемь раз.

Таким образом, переделанный генератор ходов Белл вполне реально было разместить на одном чипе, использующем всего лишь 40-выводной корпус. Несомненно, здесь были все основания предполагать, что такой генератор ходов может стать более чем в десять раз быстрее, чем 64-чипный генератор ходов использовавшийся в Хайтек. В конечном итоге, реальный чип оказался примерно в двадцать раз быстрее. А с точки зрения затрат более чем в тысячу раз ( $64 \times 20$ ) эффективнее.

Всё это было неожиданно и очень интересно. Вплоть до этого момента я всегда считал, что решение Проблемы Компьютерных Шахмат находилось вне пределов досягаемости. Моя вера казалось бы подтверждалась 64-чипным дизайном генератора ходов Хайтек. Если использовать шестьдесят четыре VLSI чипа, чтобы изготовить относительно медленный генератор ходов, то проблема действительно будет неразрешима. Но теперь оказалось, что можно поместить генератор ходов всего лишь на одном чипе. Проблема Компьютерных Шахмат заслуживала повторного рассмотрения.

В шахматной машине Белл, помимо генератора ходов, большую часть остальной машины занимала оценочная функция. Можно ли поместить на одном чипе также и оценочную функцию? Хорошая оценочная функция будет намного сложнее, чем генератор ходов. Если едва удавалось поместить на одном чипе генератор ходов, то есть ли шанс проделать то же самое для хорошей оценочной функции? Это выглядит невыполнимо, не так ли? Но существовал один вариант, а именно: мы могли обменять пространство на время. Шахматная оценочная функция имеет повторяющиеся компоненты, а потому можно использовать меньшую по размерам цепь несколько раз, чтобы проделать те же самые вычисления, хоть и с потерей временем. Интересным фактом является то, что нам не требуется расплачиваться потерей времени постоянно. Оценочную функцию можно разбить на две составляющие: материальную (по сути, общая ценность фигур оставшихся на доске) и позиционную (всё остальное). Материальную оценку можно вычислить очень быстро. Позиционная оценка напротив, потребует много времени. Как правило, позиционная оценка имеет относительно небольшую величину, обычно меньше чем стоимость пешки. Если материальный перевес слишком велик, скажем, у одной из сторон потеря ферзь, то позиционные факторы оценочной функции могут быть проигнорированы и не должны вычисляться. Статистика, измеренная позже на реальных шахматных машинах, показала, что полная оценка необходима только примерно в 10-20 % времени. Многократное использование небольших цепей с целью уменьшить площадь кристалла оказалось вполне жизнеспособным вариантом. Предварительный расчёт показал мне, что

делать 64-чипную оценочную функцию не имеет смысла, и в этот момент я потерял интерес к помощи доктору Берлинеру в отношении его 64-чипной оценочной функции. Дело в том, что система Хайтек была довольно медленной, что позволяло многократно используемой одночипной оценочной функции всё же быть более чем достаточно быстрой.

На следующий день я послал по электронной почте письмо доктору Берлинеру, где сообщал, что больше не заинтересован в создании 64-чипной оценочной функции, и что можно было бы создать одночипный генератор шахматных ходов и одночипную оценочную функцию. Я также предложил сделать простую версию одночипной оценочной функции, если ему интересно. Первая реакция доктора Берлинера заключалась в том, чтобы попытаться заставить меня "проектировать целый чип правильным способом". То есть разрабатывать чип так, как он определён, предполагая 64-чипный проект. Я ясно дал понять, что не хочу заниматься 64-чипным проектом. Через неделю хождений взад-вперёд, я послал доктору Берлинеру одну страницу предварительной спецификации, где описал простую цепь многократного использования, вычисляющую одно из подмножеств оценочной функции. Доктор Берлинер был не совсем доволен тем, что я предлагаю. Я решил стоять на своем и сказал, что больше не хочу продолжать сотрудничество, если моё предложение не приемлемо. Возможно, я был слишком резок. В данный момент я больше не собирался делать ничего связанного с компьютерными шахматами, к тому же мне предстояла серьёзная работа над проектом диссертации.

Вскоре после этого у меня состоялась встреча с профессором Кунгом, где я рассказал ему о случившемся. Профессор Кунг настоятельно рекомендовал мне записать идеи по дизайну чипа и выступить с докладом для нескольких преподавателей. Профессор Кунг не говорил этого, но по его тону я почувствовал, что у меня могут быть серьезные проблемы на собрании факультета в Черную Пятницу (заседание факультета, которое проводится в конце каждого семестра, чтобы решить судьбу каждого аспиранта кафедры). В своём резком ответе доктору Берлинеру я фактически утверждал, что Хайтек устарел, без какого-либо обоснования своих слов. Из-за моей предыдущей выходки с "Arpanet", мой статус в глазах преподавателей уже был достаточно шатким. Если я напишу статью и подготовлю доклад, то на факультете по крайней мере будут знать, что мои заявления сделаны не просто так. В течение следующих нескольких недель, я направил усилия на изложение своих предложений и написал технический отчет. Я также выступил с докладом для профессорско-преподавательского состава, за день до того как мне предстояло сесть в самолет отправляющийся на Тайвань.

Большую часть мая 1985 года я провел на Тайване. Часть времени была потрачена на сбор книг по теме контроллера принтера: о китайских шрифтах, каллиграфии и т.д. Всё остальное время я в основном просто

отдыхал. Я обдумывал, хочу ли я вступить на путь разработки шахматного компьютера. Я не для того поступал в Карнеги-Меллон, чтобы работать над компьютерными играми. Работа над компьютерными шахматами будет достаточно серьёзным отклонением от моих первоначальных интересов. Кроме того, такой выбор легко мог потребовать от пяти до десяти лет работы. Однако написание технического отчета и подготовка доклада заставило меня понять, что в целом у меня есть план, как создать "Мать всех шахматных машин" - машину, которая могла бы победить чемпиона мира. Другими словами, я имел возможность заняться одним из старейших Святых Граалей в области компьютерных наук и, возможно, творить историю. С другой стороны, контроллер принтера выглядел весьма многообещающе, и это была не та идея, которая могла подождать. Персональные лазерные принтеры всё ещё находились в зачаточном состоянии, и существовало ограниченное по времени окно, чтобы сделать собственную микросхему контроллера принтера, до начала широкого внедрения промышленных стандартов. Существовали кое-какие шансы, что идея контроллера принтера может сделать меня финансово независимым. Но не было практически никаких шансов, что решение Проблемы Компьютерных Шахмат когда-нибудь предоставит финансовое вознаграждение, соразмерное с затраченным временем и усилиями. Если бы я и взялся за Проблему Компьютерных Шахмат, то работал бы ради славы и знания, что решил эту проблему. Я вероятно не лишился бы средств к существованию, но этот путь мог потребовать больших личных жертв. Альтернативный вариант развития событий мог дорого мне обойтись. Я мог потратить большую часть самых продуктивных лет своей жизни на проект, не приносящий ощутимого результата.

Решение было трудным. В конце концов, после тяжелых душевных терзаний, я решил встать на путь к славе. Всё-таки вы не каждый день получаете шанс войти в историю.

### ***Не менее двух лет***

Иногда нет ничего важнее, чем оказаться в нужное время в нужном месте.

Если бы я не поступил в Карнеги-Меллон, то не познакомился бы с Майком Брауном и Андреасом Новатчуком, моими товарищами по группе. Если бы Майк и Андреас не интересовались шахматами или компьютерными шахматами, то мой интерес к компьютерным шахматам вероятно полностью рассеялся бы к тому времени, как доктор Берлинер попросил меня помочь. Если бы в моей квартире в ту роковую ночь не нашлось, как статьи о Белл, так и журнала IEEE, то я вряд ли бы понял, как поместить шахматную машину на одном чипе. Если бы доктор Берлинер принял мое предложение, то я бы наверное просто сделал то что мог, и продолжил

свой первоначальный научно-исследовательский проект. Если бы я преподавал на кафедре информатики Карнеги-Меллон нечто другое, и если бы профессор Кунг не был моим куратором от факультета, то я, будучи аспирантом, мог бы и не обладать той свободой, которая позволила начать проект самостоятельно. Тот факт, что когда я начинал проект на дворе был 1985 год, также имело большое значение. Пятью годами ранее технология ещё не была достаточно продвинутой, чтобы изготовить генератор шахматных ходов на одном чипе. Пятью годами позже вы смогли бы поместить генератор ходов Белл на одной микросхеме в первоначальном виде, и тогда кто-нибудь другой мог бы превзойти меня. То, что я оказался на том пути, который выбрал, в той или иной степени было делом случая.

Когда я ещё только-только стал подопечным профессора Кунга - за многие годы до того как получил ярлык хулигана - он сказал мне, что аспиранты представляли собой реальную силу на кафедре, так как именно они обладали подлинным пониманием научно-исследовательских проектов. Профессор Кунг вероятно поощрял меня стать более напористым, так как существовала проблема молчаливости большинства азиатских студентов.

После возвращения с Тайваня, я рассказал профессору Кунгу о своём решении заняться Проблемой Компьютерных Шахмат. Профессор Кунг был удивлен, но принял мое решение. Он намекнул, что у меня будет очень ограниченное время для работы над чипом. Он не назвал причины, но не нужно быть гением, чтобы понять, что я не могу себе позволить слишком медлить. На кафедре уже был проект компьютерных шахмат. Запуск нового, без быстрого прогресса, станет академическим самоубийством.

Прежде чем я смог посвятить работе над шахматным чипом всё своё время, произошло ещё кое-что. Через несколько дней после моего возвращения, профессор Кунг сообщил мне, что у специалистов GE есть проблемы с моделированием чипа, который мы создавали вместе с ними, и они нуждаются в помощи.

К тому времени Тейи уже вернулся в Японию, так что Алан Суссман и я были единственными людьми, которые могли помочь. Мы оба предпочли бы потратить свое время на наши собственные исследования, и не соглашались проделать моделирование с начала. В конце концов, нас всё же вовлекли в это дело. Я взял на себя большую часть работы в концовке, и понял что это не пустая трата времени, по крайней мере в моем случае. На электрических схемах чипа, который мы разработали совместно с GE, было довольно мало цепей на транзисторном уровне, поэтому нам часто приходилось моделировать "уровень переключателей", где моделировались транзисторы, как если бы они были вкл/выкл переключателями. Новый генератор ходов ещё не был разработан, но я знал что он будет состоять по

большей части из динамических<sup>10</sup> цепей на транзисторном уровне, а значит опыт работы с чипом GE очень пригодится.

К концу августа 1985 года работа с GE ещё не была закончена. Незадолго до её завершения, я взял на себя работу по обслуживанию системы VLSI CAD (системы автоматизированного проектирования), поскольку предыдущий специалист только что стал отцом. Взяться за эту работу было в моих собственных интересах, поскольку на некоторое время мне предстояло стать единственным пользователем системы. Я был готов начать свой новый проект.

Чтобы закончить 64-чипный генератор шахматных ходов Хайтек, спроектированный Карлом Эбелингом, потребовалось более трёх лет. Я не мог потратить столько же времени на свой чип генератора ходов. Я планировал осуществить свою цель, победу над чемпионом мира, за пять-десять лет и не мог позволить себе потратить три года только на генератор ходов. Я решил продвигаться полным ходом и закончить разработку чипа за шесть месяцев. Почему была поставлена цель уложиться именно в шесть месяцев? Ну, Джо Кондон и Кен Томпсон завершили работу над шахматной машиной Белл за шесть месяцев, и если они смогли создать полноценную шахматную машину за это время, то и я должен суметь закончить генератор шахматных ходов на VLSI за тот же срок. В то время в Карнеги-Меллон, а возможно и в любом другом университете, все чип-проекты любой значимости требовали более года на разработку. Если бы я осуществил свой план, то это стало бы своего рода рекордом скорости.

На первом этапе проектирования - разработке схем, работа была относительно незамысловатой, и во многом вытекала из моего опыта совместного проекта с GE. Это была тяжелая работа, но на этом пути не встретилось больших сюрпризов. Полное проектирование схемы генератора ходов, вплоть до транзисторного уровня, было закончено в течение одного месяца. Кроме того, в тот же период, весь чип был полностью моделирован, вплоть до уровня транзисторного ключа.

Затем последовала самая сложная часть работы. Следующим шагом стало физическое размещение - чертеж всей геометрии, в том числе транзисторов и проводников. В наши дни большинство разработчиков стали бы использовать автоматизированные инструменты, чтобы произвести макетирование. В 1985 году средства разработки не позволяли этого сделать, так что я должен был в значительной степени производить макетирование вручную. Но существовала и другая проблема. Я хотел поместить чип в 40-выводной корпус, а размер кристалла для таких чипов был сильно ограничен. Наибольший размер кристалла для чипов, изготавливаемых

<sup>10</sup> Термин "динамический" имеет особый смысл для разработчиков чипов. Состояния или память по динамической схеме хранятся в виде заряда на конденсаторах, который должен постоянно обновляться.

в промышленных масштабах, сегодня составляет около 2 см (0,79 дюйма) на сторону. Максимальный кристалл, который можно было вписать в 40-выводной корпус MOSIS<sup>11</sup>, должен был иметь размер стороны около 0,7 см (0,28 дюйма), то есть примерно двенадцать процентов от площади больших чипов сегодня. Моя задача заключалась в том, чтобы подогнать проект к ограниченному размеру кристалла, используя имеющиеся у меня подручные средства. Существовала также некоторая проблема в отношении того, что у меня, по сути, не было опыта работы с пошаговым физическим планированием структуры чипов.

На этапе разработки схемы, я уменьшил основную логику примерно до 550-ти транзисторов в среднем на каждый из шестидесяти четырех квадратов шахматной доски. Вследствие краевых эффектов и того факта, что пешка ходит по-разному на разных рядах, цепи для квадратов не были идентичными, но имели много общей логики. В качестве первого шага, я выбрал один из квадратов и сделал его пробный макет. Это заняло около месяца. По завершении пробного процесса компоновки, появилась хорошая новость и плохая новость. Хорошей новостью стало то, что основываясь на площади занимаемой пробным макетом, чип, с большим трудом, но можно было разместить на кристалле. Плохая новость заключалась в том, что мой пробный макет на один квадрат имел неправильную форму. Он был слишком вытянут. Чтобы получить максимально возможную площадь чипа, ему следовало быть практически квадратным. Максимально допустимый размер кристалла составлял 6812 на 6912 микрон, или 0,6812 на 0,6912 см. Поскольку шахматная доска имеет размерность 8×8, то и цепи для каждого логического квадрата должны быть физически реализованы также в виде квадрата.

Следующие два месяца были потрачены на коррекцию формы макета и создание вариантов для всех отличающихся квадратов. Количество отличающихся квадратов учетверилось, когда, чтобы сократить площадь чипа, возникла необходимость укладывать квадраты плиткой, с точной подгонкой в X и в Y измерениях. Для точного совмещения плитки квадратов, я мог поделить проводники и контакты (соединения между проводниками на интегральных схемах) между соседними квадратами, и выжать ещё несколько микрон для каждой пары соседних квадратов. Самый простой способ получить плитку - отзеркалить квадраты в X и в Y измерениях. Такое отражение означает, что даже для квадратов с одинаковыми схемами, существовало четыре различных варианта макета: северо-восточ-

<sup>11</sup> MOSIS (Служба Реализации MOS [Металл-Оксид-Полупроводник]) - это недорогая служба прототипирования VLSI цепей. Первоначально MOSIS обслуживала только правительственные учреждения и университеты. Сегодня MOSIS также оказывает услуги и коммерческим фирмам. В те времена, когда я учился в Карнеги-Меллон, почти все чипы разработанные в университетах США проходили через MOSIS. Чипы были фактически бесплатны, так как каналом оплаты были государственные источники, такие как DARPA и NSF (Национальный Научный Фонд).

ный, северо-западный, юго-восточный и юго-западной. В итоге, центральная часть чипа, которая была логической шахматной доской 8×8, по окончании компоновки больше напоминала массив 4×4. Схема была довольно красивой и несколько смахивала на лоскутное одеяло (когда Дип Сот - шахматная машина на основе этого чипа - стала широко известна, один продавец плакатов спрашивал у меня, можно ли ему выпустить плакаты на основе фотографии кристалла). В то время как конечный результат возможно и был эстетичен, но для меня лично эти два месяца напряженной работы стали просто адскими. Эта работа была утомительной и потребляла гораздо больше времени, чем я ожидал. Чтобы идти в ногу с моим графиком, мне всё больше и больше приходилось работать ночью. Мои выходные, конечно же, стали рабочими днями ещё гораздо раньше, уже на этапе проектирования логики.

Тем временем наступил декабрь, приближался очередной день Черной Пятницы. Профессор Кунг попросил меня выступить с докладом в группе Хайтек. Доктор Берлинер начал проявлять интерес ещё до презентации, но опять же, наши интересы было нереально совместить. Я просто собирался построить очень быструю машину, посмотреть на что она способна, и решить что делать дальше. У доктора Берлинера была совершенно иная цель.

Доктор Берлинер был ведущим специалистом в области компьютерных шахмат и его слова имели большой вес. Он публично заявил, что поиск методом грубой силы<sup>12</sup>, такой, который я планировал использовать, не сможет развиваться дальше, и пришло время вернуться к старой идее выборочного поиска<sup>13</sup>, и в частности к идее алгоритма поиска методом В-звезды (В\*) - алгоритму, который доктор Берлинер придумал в 1970-е годы. Большинство исследователей в области компьютерных шахмат были согласны с доктором Берлинером, что поиск методом грубой силы приближается к своему пределу, но предположение что метод В\* может помочь, не являлось общепринятым.

Моя интуиция подсказывала, что метод В\* ведёт в тупик. Как бы то ни было, я сделал свой доклад, а доктор Берлинер рекомендовал мне метод В\*. Но пока не был готов чип, у меня совершенно не было времени, чтобы следовать его рекомендациям.

<sup>12</sup> Поиск методом грубой силы в компьютерных шахматах означает последовательное рассмотрение всех возможных ходов, в отличие от выборочного поиска, где некоторые из ходов могут не рассматриваться.

<sup>13</sup> Разные люди понимают под выборочным поиском разные вещи. В общем, выборочный поиск имеет две разновидности. Одна из них заключается в углубленном изучении "интересных" линий (также известная как выборочное углубление). Другая заключается в ограничении глубины или полном исключении из рассмотрения "неинтересных" линий, то есть отсечение "неинтересных" линий (также известная как выборочное отсечение). В одной и той же программе можно совмещать обе разновидности поиска. Некоторые люди считают выборочное углубление не выборочным поиском, а разновидностью метода грубой силы.

Андреас Новатчук часто общался с некоторыми из членов группы Хайтек. Через несколько дней после моей презентации, он сказал мне что группа Хайтек, или по крайней мере кто-то из группы, считает что мне потребуется "не менее двух лет", для завершения разработки чипа. Я был очень удивлен. Я только что сделал для группы Хайтек доклад о чипе, который полностью смоделирован, и почти полностью скомпонован, и тем не менее по меньшей мере один человек до сих пор считает, что мне потребуется ещё два года, чтобы завершить проект. Я закончил компоновку всех квадратов, и мог видеть, что у меня есть хороший шанс закончить чип в шесть месяцев, как и планировалось. Прогноз в два года был вероятно основан на том, сколько времени это заняло у Карла. Чтобы закончить генератор ходов Хайтек, ему потребовалось примерно три года. Не то чтобы я как разработчик чипов был лучше чем Карл, но в моём распоряжении находились лучшие инструменты, мне не нужно было согласовывать свою работу с действиями всей группы, которая время от времени изменяла структуру спецификации, и к тому же я был настроен закончить чип в столь короткий срок, насколько это было возможно. Меня бы не смутило, даже если бы это значило, что мне придется тратить на проект много часов, в течение продолжительного времени. Помимо всех этих причин, я ещё и воспользовался косвенной помощью Карла. За время работы над генератором ходов Хайтек он создал инструмент, который можно было использовать для сравнения одного нетлиста (список всех транзисторов и соединений между транзисторами) с другим. Сравнивая нетлист для физического расположения с нетлистом для логической схемы, проектировщик может проверить, соответствует ли физическое расположение логической схеме. Инструмент Карла был очень важен на заключительном этапе верификации проекта.

После двух месяцев укладки всех квадратов шахматной доски, у меня наметилась новая проблема. Даже с учетом всей плотности размещения квадратов, оставалось не так много свободного места по краям чипа. В оставшееся место мне требовалось втиснуть проводники для квадратов, общую логику управления для чипа, интерфейсную логику, связывающую чип с внешним миром, проводники между интерфейсной логикой и контактными площадками Ю (ввода/вывода), и конечно же, непосредственно сами контактные площадки ввода/вывода. Основная проблема была связана с контактными площадками. Существующие площадки, доступные через MOSIS, было просто не разместить. Площадки подключения чипа, как правило механически связаны с внешним миром через золотые проводники. Учитывая механические особенности процесса крепления проводников, зона присоединения проводников на площадках ввода/вывода, по сравнению с другими функциональными узлами чипа, довольно велика. Однако зона присоединения проводников, это лишь малая часть площадок ввода-вывода. Остальное пространство занято специальной схемой защиты, которая защищает чип от внешних электростатических разрядов, а также схемой драйвера ввода/вывода, который уси-

ливает внутренний сигнал до величины достаточной для его передачи во внешние цепи. Контактные площадки ввода/вывода MOSIS представляли собой вытянутые прямоугольники, где зона присоединения проводника располагалась рядом с одной из коротких сторон прямоугольника. Проблема с этими площадками заключалась в том, что длинные стороны площадок были перпендикулярны краям чипа. Они были хороши, если вам необходимо разместить, скажем, более ста соединений ввода/вывода вокруг чипа, но всё обстояло иначе, если вы не нуждались в большом количестве соединений. При использовании площадок MOSIS с подобными вводами/выводами, расположенными кольцом вокруг чипа, мы получим очень толстое кольцо. Если бы я решил использовать площадки MOSIS, то чип генератора ходов непомерно бы вырос в размерах, примерно на 1000 микрон по длине и ширине, то есть примерно на 30 процентов больше допустимого в отношении площади кристалла.

Я разрабатывал свой генератор ходов так, чтобы он использовал не более чем 40 контактов, и таким образом у меня была альтернатива, а именно - получить новый набор контактных площадок. Осматривая край чипа можно заметить, что площадки MOSIS были высокими и тонкими. Мои новые площадки должны были стать короткими и толстыми. Поскольку не нашлось специалиста с опытом разработки требуемых площадок ввода/вывода, я просто продолжал работать дальше и спроектировал свои собственные. На компоновку площадок и оставшуюся часть цепей чипа ушло около месяца. Спустя пять месяцев после старта, я впервые получил сокращенный, полностью скомпонованный чип. Он едва вписывался в максимально допустимый размер кристалла. У меня оставалось не более пяти микрон запаса в любом из измерений - X или Y, чего не хватило бы, чтобы втиснуть даже один проводник. Проблема сокращения размеров чипа была закрыта.

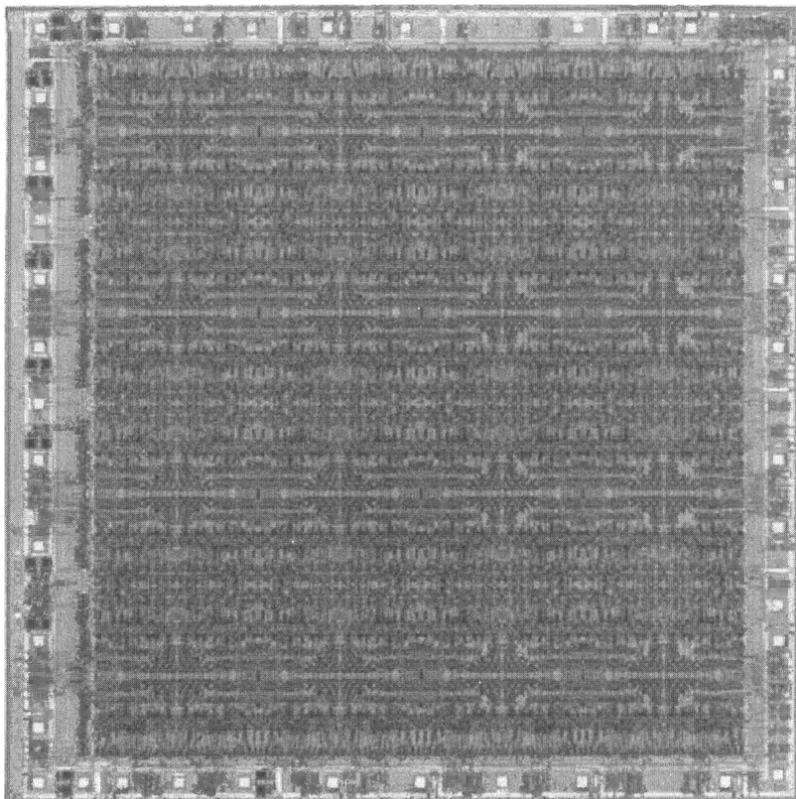
В этот момент я почувствовал себя комфортнее и стал смелее. Прошел ещё один год, прежде чем я представил на кафедре детальный проект своей диссертации, но уже сейчас я был совершенно уверен, что моя диссертация состоится. У меня также имелось чёткое представление в отношении выбора стороннего представителя диссертационной комиссии. В Карнеги-Меллон диссертационная комиссия обычно состоит из трёх представителей от самого университета и одного со стороны. Профессор Кунг автоматически становится главой диссертационной комиссии, и как следствие, он будет играть ведущую роль при поиске представителя со стороны. Не сказав профессору Кунгу, я послал по электронной почте письмо прямо Кену Томпсону, где спрашивал, не против ли он того, чтобы войти в состав моей диссертационной комиссии. Я не сказал Кену лишь об одной мелочи - что у меня ещё не было диссертационной комиссии. Как правило, вам не так-то просто просить у лауреата премии Тьюринга присутствия в вашей комиссии, но я надеялся на особую важность запроса, который мог заинтересовать Кена. Он был очень удивлен, и попросил предоставить дополнительную информацию о моей работе. Я послал ему технический доклад, который написал до своей поездки на Тайвань,

и прочитав его он дал своё согласие. Не знаю, почему я так и не попросил войти в состав моей комиссии также и доктора Берлинера, который был очень хорошо известен в области компьютерных шахмат. Возможно я просто хотел подчеркнуть, что диссертация касалась разработки оборудования и теории вычислений, а не компьютерных шахмат как таковых. Однако сейчас, оглядываясь назад, я понимаю, что вероятно также имела место быть и некоторая подсознательная озабоченность по поводу возможного конфликта интересов.

От моего первоначального шестимесячного графика у меня оставался только один месяц. Чип ещё предстояло проверить. Во-первых, для проверки функционирования чипа, я должен был провести повторное моделирование. Это было просто, но прежде чем повторять моделирование, необходимо было сделать одну вещь. Для улучшения компоновки, мне пришлось изменить некоторые цепи, но я всё ещё не обновил принципиальные схемы с учетом этих изменений. После внесения изменений, было проведено повторное моделирование схемы. На следующем шаге, и здесь уже потребовался инструмент Карла, нужно было убедиться, что нетлист повторного моделирования и физический нетлист были идентичны - транзистор с транзистором и проводник с проводником. На этом последнем этапе возникли небольшие проблемы, поскольку инструмент Карла имел свое собственное представление о том, как должны выглядеть нетлисты. Я написал транслятор для создания нетлистов правильного вида, а затем сравнил два свежих нетлиста. Как правило, большинство разработчиков сравнивают нетлисты по принципу снизу вверх, то есть начинают со сравнения нетлистов для самых маленьких подсхем, затем переходят к нетлистам для схем более высокого уровня, и в конечном итоге смотрят нетлисты для верхнего уровня. На удачу, а вдруг мне повезет, я в первую очередь сравнил нетлисты верхнего уровня.

Сравнение не удалось, что и не удивительно. Существовало слишком много несоответствий. В частности в физическом нетлисте цепи электропитания и земли были замкнуты накоротко (непосредственно соединены). Я получу очень горячий чип, годный лишь для отваривания яиц, если представлю его в таком виде. На верхнем уровне схемы существовали десятки тысяч подключений к точкам электропитания и земли. Естественно, по нетлистам верхнего уровня невозможно было сказать, где электропитание замыкалось на землю. Необходимо было использовать очевидную стратегию - разделять и властвовать, а именно, сравнить два нетлиста по восходящему принципу. После того как началось реальное сравнение нетлистов, я нашел ещё множество других ошибок. К счастью все ошибки можно было исправить не увеличивая размер и без того плотно упакованного кристалла. К февралю 1986 года, спустя шесть месяцев после старта, чип был спроектирован, скомпонован, проверен и подготовлен к производству.

Теперь возник важный вопрос. Заработает ли чип с первого раза? Или прав тот человек из группы Хайтек, предсказавший что мне потребуется не менее двух лет, чтобы получить работоспособный генератор ходов?



### **Кремниевая шахматная доска.**

*Алюминий на кремниевой подложке - разработано Фен Сюн Сю в 1985-1986 гг. Использовался также как однокристалльный генератор шахматных ходов, став основой лучших шахматных машин с 1987-го по 1995-й годы.*

### **Трюк Тома Сойера**

В середине 1980-х годов полупроводниковая промышленность пережила значительные изменения. В начале 1980-х годов, технологией низкой стоимости используемой в массовом производстве была NMOS ([Металл-Оксид-Полупроводник] N-типа). Начиная с середины 1980-х годов, CMOS (Комплементарная MOS) постепенно заменяет NMOS как доминирующая технология низкой стоимости. Технология CMOS использует оба типа транзисторов: MOS-транзисторы P-типа, где основной носитель имеет положительный заряд, и MOS-транзисторы N-типа, где основной носитель имеет отрицательный заряд. CMOS-схемы обладают низким энергопотреблением, но в то же время процесс их изготовления является более сложным, чем у NMOS.

Где-то в 1985 году, MOSIS - посредник предоставляющий услуги по

производству полупроводниковых чипов в американских университетах - начал предлагать услугу по изготовлению CMOS. Вначале лишь немногие университетские исследователи пользовались услугой по изготовлению CMOS. Одной из причин было отсутствие опыта проектирования CMOS, другая заключалась в том, что технологический процесс тех CMOS, которые предлагала MOSIS, ещё не был отработан - ходили слухи что кто-то получил от MOSIS работоспособные CMOS-чипы, но никто их не видел. Чтобы быть справедливым к MOSIS - большинство проектов переданных туда, как NMOS так и CMOS, вероятно вначале имели недостатки.

В марте 1986 года я передал туда свой шахматный чип, выполненный на основе технологии CMOS. Как правило проходило около шести-восьми недель прежде чем из MOSIS возвращались готовые чипы, и мне пришлось некоторое время работать над чем-то другим. Я обратил пристальное внимание на источники, связанные с методом В\*, но они меня не впечатлили. Чтение подтвердило мои первоначальные предчувствия<sup>14</sup>. Вопреки утверждениям, полученные цифры, по крайней мере для меня, показывали что метод В\* был хуже, чем бесхитростный метод прямого перебора каждого хода на ту же самую глубину - так называемый метод грубой силы.

Конечно, какое-то сотрудничество с доктором Берлинером всё ещё было возможно. В конце концов, мне необходим был хороший шахматист в команде, а доктор Берлинер, будучи бывшим чемпионом мира в шахматах по переписке, был лучшим игроком из окружающих.

До этого момента я только делал предположения, что найду какой-нибудь способ как распараллелить поиск. Мой план создания шахматной машины в тысячу раз быстрее чем Белл, состоял из двух этапов. Первый этап заключался в создании шахматной машины, которая целиком поместилась бы или на одном чипе, или на небольшом количестве чипов. Второй этап заключался в поиске способа использовать большое количество шахматных машин параллельно, для качественного ускорения процесса поиска. Учитывая, что однокристалльный шахматный генератор ходов был уже разработан, то я находился на середине пути первого этапа. Однако же второй этап, это совсем другое дело. В то время никто ещё не знал как эффективно распараллеливать поиск, несмотря на много лет активных исследований. Я просто положился на то, что решение будет найдено. Для меня не имело значения, смогу ли я стать тем первым человеком который найдёт решение - если кто-то его найдет до начала окончательной схватки с чемпионом мира, то меня это вполне устроит. Но конечно же будет намного приятнее, если я смогу найти решение самостоятельно.

Проблема оказалась проще чем я думал. В апреле 1986 года у меня уже имелось неплохое решение, которое хорошо себя показало в работе при пре-

<sup>14</sup> В\*-версия Хайтек появилась в начале 1990-х годов. Её публичные турнирные результаты были не лучше, чем у версии Хайтек использовавшей метод грубой силы.

дварительном моделировании и, как было доказано теоретически, обладало некоторыми достаточно хорошими качествами. Примерно в это же время я узнал, что процесс изготовления представленного мною чипа столкнулся с некоторыми проблемами, и прежде чем чипы придут, пройдет некоторое время. Потрясенный этим известием, в начале мая я отправил повторную заявку на чип. Через два дня после повторной заявки, мне пришло сообщение из MOSIS о том, что чип отосланный мной в первой заявке был слишком велик, чтобы уместиться в 40-выводных корпусах, которые я указал. Я сразу же ответил им, что чип точно вписывается в требуемый максимальный размер. Через несколько часов я получил извинения - ошибка в программе привела к добавлению нескольких микрон к моему чипу при их расчетах, и чип вышел за пределы кристалла. Чипы будут упакованы в 64-выводные корпуса, которые примерно в три раза больше чем 40-выводные. Я не мог быть уверен, что во второй заход всё пройдет правильно и, учитывая последовавшие затруднения, я заказал чип ещё дважды, в конце мая и конце июня.

28 июня 1986 года я получил первые тринадцать чипов. К моему удивлению, они были из второй серии и были упакованы в 40-выводные корпуса. У производителя привлеченного для изготовления этой серии была плохая репутация, и потому у меня существовали некоторые опасения. Я измерил сопротивление между цепью питания и землей, и в нескольких микросхемах эти цепи оказались замкнуты накоротко. Тут моё сердце слегка ёкнуло. У рабочей станции CAE, которую я использовал для разработки чипов, имелась возможность подключения дополнительного оборудования, которое можно было использовать для проверки функционирования чипов. Я подключил к ней чипы, которые не имели замыканий. Никакой реакции. Ни один из чипов не показал даже хоть какого-то проблеска жизни, они не проходили даже простейших тестов. Я вскрыл корпуса некоторых из чипов и поместил их под микроскоп - дефекты были очевидны. Тогда я отправил отчет в MOSIS, где сообщил им о дефектах. Их первой реакцией стала просьба выслать один из плохих чипов. Потом я получил ещё один запрос - приходилось ли мне ранее работать над каким-нибудь крупным проектом, и имелся ли у меня какой-либо опыт тестирования чипов. Я был изрядно раздражен, если не сказать больше. Видимо ни один другой человек не сообщал о нулевом выходе в тот же самый день, когда получил чипы. Очень даже возможно, что в тот момент я был единственным, кто жаловался.

Следующая партия чипов прибыла через две недели, 14 июля. Они были из долгожданной первой серии, и были упакованы в 64-выводные корпуса. Однако тестовая установка была рассчитана на 40-выводные корпуса. Тогда Андреас спаял между собой 40-контактный и 64-контактный разъёмы, чтобы использовать их качестве адаптера. Используя этот адаптер, я смог протестировать новые чипы на старой установке. В этот раз чипы вели себя намного лучше. Большинство чипов прошло несколько тестов, а два

чипа прошли все испытания. Бинго! Чип заработал "с первого раза". Процент годных чипов (также известный как выход) был несколько низковат, и просмотр нерабочих чипов под микроскопом показал, что металлические проводники были шире, чем требовалось.

Я послал ещё один отчет в MOSIS, отметив в нём, что эти чипы были той же конструкции, что и в партии с нулевым выходом. На этот раз я получил ответ, что поставщик чипов использовал метод сухого травления слоя металла (травление без использования влажных химических веществ), но в MOSIS подготовили маску для влажного травления. Этим и объясняется первоначальная задержка для данной партии. Через несколько дней прибыла третья партия, с чипами в 40-выводных корпусах. Эта серия имела лучший выход, и около половины чипов работало. Четвертая партия прибыла через месяц, она была изготовлена тем же производителем что и вторая, и снова имела нулевой выход. В MOSIS на этот раз приняли отчет всерьёз, включили поставщика в список особого контроля, и даже предложили использовать шахматный чип в качестве тестового, для отбора поставщиков.

Когда я получил два первых "рабочих" чипа, то только лишь удостоверился, что чипы работают так, как и задумывалось. Но сама по себе схема ещё не была проверена работой в реальной шахматной программе.

Кафедра информатики в Карнеги-Меллон использовала техподдержку организации, известной как Инженерная Лаборатория, которая занималась обслуживанием сети и машин кафедры, и обеспечивала техническую поддержку для исследователей. Некоторые из сотрудников Лаборатории были моими хорошими друзьями. Один из них, Лоуренс Бучер, дал мне компьютерную карту интерфейса шины и небольшую пустую плату для монтажа проводов накруткой (плата для монтажа проводов накруткой является прототипом платы - подключение цепей в ней осуществляются путем навивки проводов вокруг контактов на обратной стороне платы). На этой плате я смонтировал простой интерфейс из девяти шахматных чипов. Лоуренс помог мне сделать кабель, соединяющий две платы. Теперь возникла проблема поиска машины для установки в неё карты интерфейса шины. Одним из вариантов было установить её в одну из машин в Инженерной Лаборатории, но мой кабинет и лаборатория находились на разных этажах. Потом мне пришла в голову отличная идея.

В классическом романе Марка Твена "Приключения Тома Сойера", Тому приказали покрасить забор. Он сделал вид что красить забор, это весело, и таким образом заставил других детей думать что это настолько интересно, что те даже были готовы платить Тому, чтобы сделать за него его же работу. Поскольку сам по себе я ленивый человек, то когда я впервые прочитал эту книгу, будучи ещё маленьким мальчиком, то данная история произвела на мой юный ум довольно сильное впечатление.

В то время когда я работал над чипом, Майк Браун, мой партнер по группе, написал шахматную программу. Я пытался заинтересовать его в

доработке программы, чтобы запустить её на шахматном чипе. Не то что бы я хотел участвовать в соревнованиях шахматных программ, но я хотел убедиться в работоспособности шахматного чипа. Если бы я мог заставить чип функционировать в составе работающей шахматной программы, желатель-но разделив этот труд вместе с кем-нибудь ещё, то я был бы уверен в своём чипе. Мой прямой подход к Майку не сработал. Вспомнив Тома Сойлера, я решил применить метод сплетников.

Томас Анансараман и я учились в одном и том же вводном классе аспирантуры кафедры информатики. Он занимался в группе речевых исследований, но числился также и в группе VLSI. В этой группе учился и я, так что мы с ним часто общались. У Томаса было совершенно необычное воспитание. Его отец, отставной профессор металлургического машиностроения, являлся также и практикующим специалистом по йоге. Его немецкая мать изучала индийскую философию. Томас окончил Технологический институт в индуистском университете Бенареса в Индии. Я не знаю как, но он кажется способен мыслить совсем иначе чем я - иногда он приходил к заключениям, к которым я не мечтал бы приблизиться и за тысячу лет. Кабинет Томаса находился на том же этаже что и мой, и располагался всего лишь через несколько дверей.

Как и Майк, Томас тоже написал шахматную программу для собственного удовольствия, к тому же у него в кабинете находилась рабочая станция, которая была совместима с интерфейсом моего шахматного чипа. Если бы я знал как мой следующий шаг повлияет на исследовательскую работу Томаса для диссертации, то я бы воздержался от него (хотя, в конечном итоге всё закончилось благополучно). Как бы то ни было, я уговорил Томаса разрешить мне установить карту интерфейса в его рабочую станцию. Затем я написал более детальную тестовую программу для проверки чипов. Всякий раз, когда поступала новая партия чипов, я мог все их проверить в течение пяти минут, тратя около десяти секунд на каждый чип. Я поместил исходные коды программы испытаний в общедоступном месте, где Томас мог получить к ним доступ, а потом вернулся к своему моделированию распараллеливания поиска, притворившись что игнорирую Томаса в данный момент.

Несколько дней спустя, как я втайне и планировал, Томас сообщил мне, что он доработал свою шахматную программу для использования с шахматным чипом. Томас смог добиться от своей программы, работавшей совместно с шахматным чипом, просмотра примерно 30 000 позиций в секунду. Сегодня, быстрее шахматные программы для персональных компьютеров по меньшей мере в 10 раз быстрее, но в 1986 году быстрее были только специализированные шахматные машины, или шахматные программы запущенные на суперкомпьютерах. Первую игру новая программа Томаса сыграла против Мюррея Кэмпбелла, аспиранта-сокурсника и шахматного эксперта, а заодно и студента доктора Берлинера. Мюррей делал опреде-

ленную работу для Хайтек, хотя и не как часть своего основного исследования. Он конечно хорошо представлял, как надо играть в шахматы против компьютера. И тем не менее, Мюррей проиграл. После своего тщательного тестирования я был совершенно уверен, что чип работает корректно, но наблюдение за его использованием в работающей шахматной программе рассеяло любые оставшиеся сомнения.

В тот момент, когда я вовлёк в это дело Томаса, я на самом деле не планировал формировать свою собственную команду по компьютерным шахматам. Я предполагал, что найду точки соприкосновения и буду работать вместе с группой Хайтек. Мотивирование Томаса на доработку его шахматной программы просто стало коротким путем к выполнению той части работы, которой мне пришлось бы заниматься самому. В то время мой план заключался в создании шахматной машины из трёх чипов. Кроме уже завершённого чипа генератора ходов, два новых чипа должны были оценивать шахматные позиции (чип оценки) и руководить поиском (контроллер поиска). Из-за технических трудностей я так и не смог закончить разработку комплекта чипов. Одна из этих трудностей заключалась в том, что чип оценки должен был содержать RAM (Оперативное Запоминающее Устройство). Проектирование RAM без детального контроля технологического процесса, как и в случае со службой MOSIS, было отнюдь не тривиальной задачей. Другое серьёзное техническое затруднение заключалось в том, что в то время я крайне мало знал о шахматах. Позже, когда Томас и я решили участвовать в соревнованиях по компьютерным шахматам, проект комплекта чипов стал постоянно откладываться.

## *Шахматная машина, которой не было*

### *Семь недель*

Достижение Томаса Анансарамана в создании очень быстрой шахматной программы не осталось незамеченным на кафедре. В 1986 году самыми быстрыми шахматными программами были Белл, Хайтек и Крэй Блиц. Белл и Хайтек, это специально разработанные шахматные машины, размером примерно с офисный холодильник. Крэй Блиц - шахматная программа работающая на суперкомпьютере Крэй стоимостью несколько миллионов долларов. Лучшие программы в то время просматривали примерно 100 000 шахматных позиций в секунду. Томас же получил 30 000 шахматных позиций в секунду на стандартной офисной рабочей станции плюс карта интерфейса шахматного чипа - размером примерно с роман в мягкой обложке, пусть и с неполноценной шахматной оценочной функцией.

Частые TG-вечеринки (от Thank Good - Слава Богу [это пятница]) были одной из тех неофициальных дополнительных льгот, которые существовали для аспирантов на кафедре. Они не всегда проводились в пятницу, и могли состояться по любому поводу. Кафедра оплачивала некоторые из них, но по крайней мере половину суммы вносили аспиранты и профессорско-преподавательский состав<sup>1</sup>.

Именно во время одной из таких TG-вечеринок, Гордон Гоеч, аспирант работающий с доктором Берлинером над Хайтек, в шутку предположил что Томас и я заявим программу в предстоящий ежегодный чемпионат АСМ (Ассоциация вычислительной техники) по компьютерным шахматам в Далласе. Гордон считал что программа имеющая очень мало шахматных знаний,

<sup>1</sup> Позже, когда наши шахматные машины ЧипТест и Дип Сот одержали крупные победы в турнирах, мы сами спонсировали четыре TG по случаю побед.

быстрая и глупая программа - такая как у Томаса, может оказать серьезное сопротивление в турнире, несмотря на заявления многих об обратном. Конечно не победить - существовали программы и побыстрее, которые были не так глупы - но понаблюдать, что произойдет, было бы интересно. В тот момент ни Томас, ни я не приняли всерьез предложение Гордона.

После TG-вечеринки, Андреас Новатчук и я перебрались в Инженерную Лабораторию вместе с некоторыми из их инженеров. Я не собирался делать то, что предлагал Гордон, но у меня имелся давнишний вопрос насчёт шахматного чипа. С программой Томаса работающей на скорости 30 000 шахматных позиций/сек я знал что шахматный чип работает, но я понятия не имел до какой скорости его можно разогнать без перегрева. Если бы я придерживался своего первоначального плана создания набора шахматных чипов, прошел бы еще как минимум год, прежде чем я узнал ответ. Это было рискованно. Мне вероятно следовало создать что-то, что поможет проверить шахматный чип на высокой скорости. Если я создам такой тестер скорости, а затем модифицирую его в своеобразную "бюджетную" шахматную машину, тогда участие в соревновании АСМ станет весьма интересным. Конечно, здесь существовало несколько препятствий.

Во-первых, оставалось всего семь недель до турнира АСМ. Во-вторых, в моем распоряжении находились лишь собственные студенческие средства, то есть ничего. И наконец, что не менее важно, если я действительно хотел через семь недель принять участие в турнире АСМ с конкурентоспособной программой, то мне требовалась помощь.

Первая помощь поступила от Андреаса, после того как я упомянул об идее тестера скорости в разговоре с ним и инженерами Лаборатории. Его глаза загорелись, и он предложил источник для получения прототипа платы, который можно было использовать для тестера - списанные рабочие станции Perq на складе кафедры. Perq, первая рабочая станция появившаяся на рынке, появилась одновременно и слишком рано и слишком поздно. Рынок рабочих станций в конечном итоге поднялся, но Perq, придерживавшуюся старой мультичипной схемы CPU (центральный процессор устройства), обошли более проворные конкуренты, которые использовали более дешевые однокипные микропроцессоры CPU. Фирма "Three Rivers Computers", производитель Perq, вышла из бизнеса в 1986 году, и кафедра списала большую часть Perq'ов. Склад был наполнен различными образцами плат Perq, и было совсем не трудно оснастить одну из них гнездами разъемов для накрутки проводов, в качестве замены полноразмерной платы для монтажа проводов накруткой. Лоуренс Бучер, инженер который дал мне карту интерфейса шины, вызвался выполнить монтаж проводов накруткой на плате, когда её разработка будет завершена. Существовала ещё одна проблема - получение электронных компонентов для тестера. У профессора Кунга, в его кабинете, было много запасных частей для одного проекта DARPA. Я

решил позаимствовать некоторые запчасти из его кабинета - если они когда-нибудь станут необходимы, то их всегда можно будет снять с тестовой платы и вернуть обратно. В ту же ночь я составил инвентарный перечень запасных частей в кабинете Кунга, а Андреас разыскал подходящий образец платы Perq, приличного вида. Тестер был разработан с использованием деталей только из кабинета профессора Кунга, хотя тот и не знал о заимствованных деталях до тех пор, пока тестер чипа не был закончен.

На следующее утро у меня состоялся разговор с Томасом. Я проинформировал его о тестере чипа, о том как будет выглядеть новый программный интерфейс, и какие новые аппаратные функции будут предусмотрены. Наиболее важной новой функцией являлась возможность осуществлять поиск непосредственно аппаратными средствами тестера, что позволит нам ускорить поиск и использовать шахматный чип на более высокой скорости. С учетом ограниченного времени разработки, поиск выполняемый в аппаратной части неизбежно будет весьма незамысловат. Аппаратный поиск не будет знать о рокировке или ходах со слабыми превращениями (превращение пешки в ладью, слона или коня, вместо обычного в таких случаях превращения пешки в ферзя). Это означает, что аппаратная часть машины не будет даже знать обо всех ходах разрешаемых правилами игры в шахматы. Более того, аппаратная часть не будет знать, что повторение позиции в шахматах может привести к использованию правила ничьи. К тому же, поскольку она должна была стать всего лишь тестером чипа, аппаратная часть могла производить оценку шахматной позиции только лишь на основе таблицы расположения фигур (таблицы содержащей оценки каждой фигуры в зависимости от того, на каком квадрате шахматной доски она расположена). Всё это конечно можно использовать как шахматную машину, но только как очень недоделанную. Для компенсации аппаратных ограничений, первые несколько полуходов изучаемых вдоль любой линии в процессе поиска, будут сделаны в программной части машины, и таким образом она узнает обо всех допустимых ходах и ничьих повторением позиции. Последние несколько полуходов должны быть выполнены на аппаратном уровне. Общая скорость всей системы будет ближе к скорости аппаратной части машины, так как гораздо больше новых позиций встречается, к примеру, в 10-ти полуходах от корневой<sup>2</sup> позиции, чем, скажем, в шесть полуходах. К тому же такой подход даёт возможность добавлять более сложные вычисления к шахматной оценке в программной части дерева поиска.

Изменения, которые нам требовалось внести в программу Томаса, были

<sup>2</sup> Позиции, пройденные шахматной программой в ходе поиска можно рассматривать как дерево поиска, где позиция на реальной (физической) шахматной доске выступает в качестве корневой. В этом случае ходы можно рассматривать как ветви дерева, а позиции как места ветвления.

относительно просты, и он согласился их сделать. Томас был хорошим программистом, но ни один из нас не был шахматистом. Нам был нужен по меньшей мере один приличный шахматист, чтобы написать программу оценочной функции и подготовить дебютную книгу (ходы, которые компьютер будет делать в начале игры).

Я снова попытался заинтересовать Майка Брауна. Он был одним из лучших программистов из тех кого я знал, и к тому же показывал неплохие результаты на шахматной доске в средней школе, но он был занят другими вещами. На кафедре было несколько аспирантов, которые хорошо играли в шахматы. Один из них, Питер Янсен, проявил некоторый интерес, но он был занят курсовой работой.

Мюррей Кэмпбелл, первая жертва программы Томаса с аппаратной поддержкой, был пожалуй сильнейшим шахматистом среди аспирантов, и к тому же имел опыт работы над компьютерными шахматами раньше. Мюррей был шахматным вундеркиндом, дважды представлявшим провинцию Альберта на чемпионате Канады среди юниоров. Он перестал играть в серьезные шахматы, когда в своем последнем шахматном турнире, ещё участвуя в борьбе за приз, он рано согласился на ничью чтобы поиграть в теннис. По его словам, "Это был момент когда я понял, что не хочу больше играть в соревновательные шахматы". Он стал бы прекрасным дополнением к команде, но была одна сложность. Он числился в группе Хайтек, и было бы неправильно для меня ходить за ним.

Через две недели после разговора в Инженерной Лаборатории я получил по электронной почте письмо-сюрприз от Мюррея, в котором он спрашивал о том, можно ли перестраивать таблицу расположения фигур на тестовой плате после каждого хода. Если это так, то у него есть некоторые идеи о том, как направить программу в приемлемые позиции после первых нескольких ходов; если конечно нам это интересно. Таблицу действительно можно было регулировать, и узнав что Хайтек вероятно не будет играть в турнире, мы предложили реализовать его идею у нас. Примерно в это же время, не имея на руках ни законченного проекта, ни работающей программы, я отправил заявку в турнирный комитет АСМ. Мы назвали новую программу ЧипТест, отчасти потому что основой её аппаратной части был тестер чипа, а отчасти потому что мы хотели подчеркнуть, что это была не полноценная шахматная машина.

Спустя четыре недели из отпущенного нам семинедельного срока, проект аппаратного обеспечения начал складываться. Я почувствовал себя достаточно комфортно чтобы действовать в открытую, и опубликовал электронное сообщение, в поисках дополнительной помощи. Поскольку Мюррей не обещал работать над оценочной функцией, я разговаривал с несколькими другими шахматистами, но мне не повезло. Тем не менее, я получить один положительный ответ на мое сообщение, от

Гая Jakobsona. Гай был не просто рядовой аспирант. Он был одним из авторов "Rog-O-Matic", автоматической программы, которая играла в "Rogue", популярную компьютерную игру среди аспирантов в то время. По общему мнению, он был одним из ведущих программистов на кафедре.

У меня состоялась встреча с Томасом, Мюрреем и Гаем. Томас взял на себя большую часть программирования. Мюррей взялся за задачу по подготовке дебютной книги и написанию программного обеспечения для таблицы расположения фигур, которая фактически была основой оценочной функции. Надо сказать, что Мюррей расширил свое участие в проекте, когда убедился, что Хайтек не будет играть в предстоящем турнире. Гай собирался работать над программным обеспечением для оценки пешечной структуры, чтобы машина могла понять, какие пешки в программной части дерева поиска были сильными, а какие слабыми.

К концу пятой недели оборудование было готово для монтажа проводов накруткой, и Лоуренс Бучер быстро закончил работу, на которую мне потребовалось бы несколько дней. [Аппаратура](#) содержала около девяноста чипов, которые стоили бы около 500 \$, если бы нам пришлось покупать их самостоятельно.

Из-за нехватки времени, мне пришлось разрабатывать тестер используя минималистический подход. К сожалению, я зашел слишком далеко - тестер совсем не имел цепей для тестирования самого себя. Тем не менее, тестер был микропрограммируемым; то есть его можно было запрограммировать посредством специальных микропрограмм, которые управляли всеми цепями оборудования напрямую. В теории, тестер можно было частично проверить, при условии, что у меня есть микропрограммы тестирования. Но для того чтобы проверить правильность работы микропрограмм тестирования, мне было необходимо иметь работоспособное оборудование. Это была классическая проблема курицы и яйца.

Андреас пришел мне на помощь, создав высококачественный микроассемблер (программа, которая преобразует микропрограмму в соответствующие наборы битов, управляющие аппаратными средствами), который сделал кодирование микропрограмм гораздо проще. Но всё ещё требовалась примерно одна неделя и несколько микропрограмм для завершения тестирования оборудования. Была ещё одна микропрограмма которую требовалось написать - та, которая управляет функцией аппаратного поиска. Времени оставалось мало.

Между тем, Гай даже не удосужился приступить к работе над программой, что означало что у нас нет программы для оценки пешечной структуры. О, ну конечно, помощь Гая была бы подарком с самого начала.

Ещё не пришло время для паники, пока нет, но нам следовало бы располагать планом действий на случай непредвиденных обстоятельств. Мы могли бы конечно сыграть без аппаратного поиска, но тогда нам

пришлось бы страдать от серьезного снижения быстродействия. Микропрограмма поиска была намного больше, чем все тестовые микропрограммы вместе взятые, и к тому же она была намного сложнее для отладки. Перед тем как улететь в Даллас - место проведения турнира АСМ, я не спал всю ночь, продолжая работать до тех пор, пока не вынужден был отправиться на самолет. Андреас отвез меня в аэропорт, и я молчал всю дорогу. Томас взял на себя работу над микропрограммой на время проведения соревнований. У нас не было рабочей микропрограммы на весь турнир.

Я просил Кена Томпсона войти в состав моей диссертационной комиссии ещё в прошлом году, но только в Далласе я впервые смог встретиться с ним вживую. Он присутствовал на турнире как должностное лицо, но после того как Крэй Блиц отказалась участвовать, ссылаясь на отсутствие машинного времени, Белл была призвана играть, и Кен стал одним из наших конкурентов. Лидером посева в этом году была Бебе, и именно она и стала нашим соперником в первом туре. Авторами Бебе были Тони и Линда Шерцер, пара из Чикаго. Мой первый разговор с Тони вышел не слишком удачным. Я пытался объяснить ему, почему ЧипТест не будет работать на полной скорости, говоря, что мы начали создание машины за семь недель до турнира, и что нам нужна ещё неделя или две, прежде чем мы сможем достичь максимальной скорости. На что Тони ответил: "Да все говорят, что им не хватило недели". Для него я наверно выглядел как хвостун (а их было много вокруг них в мире компьютерных шахмат). Бебе, которая была ещё одной специализированной шахматной машиной, оказалась более сильным игроком и переиграла ЧипТест без особой борьбы. Тони оказался хорошим парнем, когда я узнал его получше. Он был очень открытым в отношении того что делал, и у меня состоялось много взаимовыгодных бесед с ним.

В следующем туре мы играли против Острич, программы Монти Ньюборна. Монти участвовал в организации АСМ турниров с 1970 года, с их самого начала. Это был последний турнир Острич. В прежние времена Острич была серьезным соперником, но сейчас уже не считалась сильной программой. ЧипТест довольно легко получил против Острич выигранную позицию, но потом случилась беда. В программной и аппаратной части ЧипТест было ещё несколько ошибок, и Томас проводил "лечение". К сожалению "лечение", будучи по замыслу очень простым, оказалось хуже болезни. Всякий раз, когда программа обнаруживала что имеется проблема, она просто делала первый же ход порожденный аппаратным генератором ходов, который фактически был случайно выбранным ходом. В этой игре ЧипТест внезапно сделал ход ставший следствием такого "лечения". Этим ходом он отдал ладью за пешку, а вместе с

ладьей и партию. Томас работал всю ночь и заменил "лечение" на более безопасную альтернативу - лучший ход предыдущих расчетов сохранялся в памяти, и всякий раз когда программа выходила из под контроля, воспроизводился этот лучший записанный ход.

В следующей партии ЧипТест без особых затруднений выиграл у Рекс, и таким образом записал на свой счет первую победу. Далее он сыграл с Мерлин, авторитетной программой из Германии. ЧипТест выиграл партию, пересчитав Мерлин, но не без происшествий. Он сделал рокировку не по правилам, но также и заявил что рокировка была неправильной, и что программа находится в неопределенном состоянии. Директор турнира и наш оппонент согласились дать нам возможность перезапустить программу. После перезагрузки ЧипТест сделал легальный ход, и продолжил свой путь к победе в партии.

В последнем туре ЧипТест играл против Реком. Реком был предшественником Ребел - одной из лучших коммерческих шахматных программ в наши дни. Но даже тогда, в 1986 году, это была сильная программа. Вначале ЧипТест играл как следует, но потом опять всплыли проблемы из игры с Острич. С новым "лечением" ЧипТест делал ходы, которые не приводили к немедленному поражению, но позиция становилась всё хуже и хуже.

А затем случилось чудо. ЧипТест вдруг заявил что игра ничейна, и сделал ход, которым в очередной раз отдал ладью за пешку. Но в отличие от игры с Острич, это была корректная жертва. Я так радовался, что аж подпрыгивал. Через некоторое время и Реком понял, что игра действительно ничейна, и мы, вместе с его оператором, заключили перемирие. С тех пор, каждый раз когда я встречал оператора Реком, он всегда вспоминал сцену моих прыжков в конце той игры.

По неизвестной причине, в официальном бюллетене была размещена неправильная запись нашей игры с Реком. Доктор Берлинер обнаружил, что окончательная позиция, опубликованная там, полностью проиграна для ЧипТест, и был до такой степени удивлен, что связался со мной по электронной почте, спрашивая - не сломался ли Реком. Кажется, никто другой не заметил ошибки. Правильная запись партии приведена в приложении В, что стало возможным благодаря помощи Кена Томпсона.

Дебют для ЧипТест выдался совсем не легкой прогулкой, но для первой попытки, равный счет по партиям (две победы, два поражения и одна ничья) был весьма неплохим результатом.

### ***Единственные prolongations***

Несмотря на то, что в чемпионате АСМ 1986 года машина Бебе была лидером посева, победить в нем она не смогла. Это было и не удивительно, поскольку чемпионат проводился по "швейцарской" турнирной си-

стеме. В турнирах по швейцарской системе, в очередном раунде соперниками обычно становятся игроки с примерно равным количеством очков, ещё не игравшие друг с другом. "Швейцарка" лучше чем нокаут-турнир, в ней есть какой-то шанс на то чтобы оправиться от раннего поражения, но даже для лучшего игрока шансы на общий выигрыш всё же не слишком велики. На самом деле даже, вероятность того что самая сильная программа победит в чемпионате АСМ, или подобном ему турнире, довольно низка.

В 1986 году Бебе проиграл Белл - будущему победителю турнира. В битве за второе место, Бебе был побеждён программой Лачекс (LACHEX - Los Alamos Chess EXperiment), которая работала на суперкомпьютере Крэй в Лос-Аламосской национальной лаборатории. Тони Шерцер был очень разочарован поражением. Он рассказывал всем, кто хотел слушать, что случилось в игре, и это была интригующая история.

Бебе и Лачекс в какой то момент перешли к последовательности вынужденных ходов, где обе стороны имели только один хороший вариант продолжения партии. Ни одна из программ и понятия не имела, к чему это может привести в конечном итоге. Обе стороны просто продолжали делать "единственные" ходы, пока вдруг обе программы не поняли, что Бебе проиграл. Бебе был одной из лучших программ, да и Лачекс тоже не плох. Как обе программы оказались так невежественны? И что можно сделать по поводу данной проблемы?

Турнир АСМ был не просто соревнованием, но также и ежегодным собранием исследователей в области компьютерных шахмат. Между турами, когда собиралась даже небольшая группа людей, случались импровизированные дискуссии. Одна из дискуссий, которая состоялась у меня с Тони Шерцером и некоторыми другими людьми, касалась идеи выборочного поиска. Тони сделал заявление что относительно старая идея "выборочного отсеечения" (отказ от рассмотрения "неперспективных" ходов) уже мертва, и заменена новой идеей "выборочного углубления"<sup>3</sup> или "выборочного продления", а именно - исследования интересных ходов на большую глубину.

Может ли идея "выборочного углубления" быть использована для решения проблемы, которая выявилась в игре Лачекс - Бебе? Ну, это возможно, если мы каким-то образом определим, что есть только один хороший ход для текущей позиции. Я немного думал об этом и пришел к выводу, что нет надежных способов получить такую информацию, не расплачиваясь за неё скоростью работы машины. В очень редких случаях такую информацию можно получить "бесплатно", но мы говорим возможно об одном случае на миллион. Я отодвинул этот вопрос вглубь своей памя-

<sup>3</sup> Тони, возможно, был первым человеком, использовавшим это выражение.

ти до следующего дня, когда мне предстояло подняться в самолет отправляющийся обратно в Питтсбург.

Человеческий способ делать выборочные углубления или выборочные продления в основном базируется на шахматных знаниях. Если одна из сторон под шахом, то позиция изучается глубже. Если пешка приближается к восьмой горизонтали чтобы стать ферзем, то позиция опять исследуется глубже. В тот момент, очень трудно было добавить в ЧипТест какие-либо шахматные знания для увеличения числа выборочных продлений. Но, вот если бы мы смогли получить работоспособные микропрограммы, то у нас была бы самая быстрая шахматная программа на планете, и тогда поиск стал бы сравнительно дешев. Во всяком случае, именно так начиналась идея "единственных продлений". Но, на самом деле, не обязательно было иметь в наличии быструю программу. Я сообразил, что в любом случае мы могли бы позволить себе замедлить программу, слегка изменив поиск, или провести дополнительный поиск для сбора информации о том, что ход является просто единственным или единственный разумным ходом. Как только мы убедимся, что этот ход является единственным, то мы могли бы исследовать позицию глубже. Один из способов собрать информацию о "единственности", это детальный поиск всех альтернативных ходов и проверка, являются ли они значительно хуже чем исследуемый ход. Достаточно эффективно это можно сделать вдоль PV, или иначе говоря, "основного варианта" (варианта, где обе стороны делают лучшие ходы), так как все альтернативные ходы вдоль PV в любом случае будут рассмотрены в обычном поиске. Это основная идея того, что позже получило название "единственные продления PV". Во всяком случае, в то время я считал идею теоретически любопытной. Но у меня имелись более важные дела, которыми следовало бы заняться, когда я вернусь в Питтсбург. Речь идет о времени, когда требовалось представить на рассмотрение проект моей диссертации.

Хотя Кен Томпсон и был включен в состав моей диссертационной комиссии уже в течение года, я ещё не представил на рассмотрение проект своей диссертации. После того как я закончил разработку чипа генератора шахматных ходов, профессор Кунг высказал предположение, что в составе моей комиссии должен присутствовать доктор Берлинер. В то время это казалось хорошей идеей. В конце концов, если я хочу создать "окончательную" шахматную машину, то в ближайшем будущем мне потребуется сотрудничество по крайней мере с одним хорошим шахматистом. Доктор Берлинер был без сомнения лучшим шахматистом в Карнеги-Меллон, и к тому же он был чемпионом мира в шахматах по переписке (игра в шахматы по почте). Его титул чемпиона мира не означал, что он был из высшего эшелона обычных шахмат, но тем не менее он всё же играл в силу международного мастера<sup>4</sup>, что позволяло ему попасть в число 50-ти лучших игроков в США. Быть таким сильным игроком само по себе является значительным достижением. Он мог играть одновременно против двадцати игроков

моего уровня и выиграть все партии. Как ни странно, присутствие в комиссии доктора Берлинера вероятно обрекало на неудачу любую возможность дальнейшего сотрудничества между нашими коллективами<sup>5</sup>. Как бы то ни было, я принял предложение профессора Кунга, и доктор Берлинер стал третьим членом моей диссертационной комиссии. Четвертым был Алан Фишер, профессор в группе VLSI.

К тому моменту как я вернулся с турнира ACM, Томас почистил и переписал микропрограмму поиска. Она работала, но была ещё не оптимизирована, и в ней всё ещё присутствовали некоторые аппаратные ошибки, которые время от времени приводили к сбоям. Я работал над аппаратной частью, над завершением микропрограммы и одновременно со всем этим занимался подготовкой проекта моей диссертации. Через месяц после турнира ACM, я представил проект диссертации, который подытоживал разработку реальной шахматной машины и прорабатывал детали того, как использовать несколько шахматных машин, чтобы добиться беспрецедентной скорости поиска. Диссертация, когда она была закончена, стала планом будущей шахматной машины Дип Блю.

Вскоре после представления диссертации я отладил аппаратную часть ЧипТест и оптимизировал микропрограмму. У Томаса тоже нашлось немного свободного времени для работы над программным обеспечением. Через два месяца после турнира ACM ЧипТест сыграл свою первую партию против Хайтек. В то время у обеих команд были доверительные отношения, и обе команды были заинтересованы в получении спарринг-партнера<sup>6</sup>. ЧипТест выиграл игру, но Хайтек вероятно всё ещё обладал в целом более сильной программой. Однако было уже ясно, что ЧипТест это одна из лучших шахматных машин в мире, спустя всего два месяца после своего тусклого дебюта. Она просматривала около 300 000 шахматных позиций в секунду - примерно в три раза больше, чем любая другая шахматная программа. Не плохо, для того что разрабатывалось в качестве тестера чипа.

После того как ЧипТест стал стабильной шахматной машиной, у меня

<sup>4</sup> Начиная от лучших, шахматисты могут быть классифицированы в следующем порядке: чемпион мира, гроссмейстер (GM), международный мастер (IM), старший мастер (SM), мастер, эксперт, класс А, класс В, класс С и т. д. Первые три звания являются международными. Мастер ФИДЕ (FM) - это относительно новое международное звание. По силе игры мастер ФИДЕ примерно соответствует уровню старшего мастера. Супергроссмейстер - это очень сильный гроссмейстер, но по сути этот термин представляет собой просто своеобразное признание заслуг и не является официальным званием.

<sup>5</sup> Эта договоренность непреднамеренно сформировала такое общественное мнение, что будто бы команда ЧипТест работала на доктора Берлинера, что позже стало источником трений.

<sup>6</sup> У доктора Берлинера был неограниченный доступ к ЧипТест, которого он постоянно использовал в качестве спарринг-партнера для Хайтек. Мы сохраняли технические протоколы (логи) всех игр ЧипТест, так что спарринги сыгранные доктором Берлинером были полезны и для нас. Мы тоже проводили игры против Хайтек, чтобы отладить ЧипТест. Мюррей, который также работал и над Хайтек, руководил сеансами отладки в команде ЧипТест.

состоялось несколько бесед с Мюрреем Кэмпбеллом об идее единственных продлений PV. Не будучи сам настоящим шахматистом, я использовал Мюррея как собеседника, чтобы выяснить имеет ли идея смысл. Мюррей высказал мнение, что она заслуживает серьезной проверки. Во время выходных Томас реализовал идею, и мы столкнули версию с единственными продлениями PV против версии без них в матче из двадцати игр. Результатом стал большой сюрприз. Новая версия победила старую со счетом 15-5. Победы и поражения в соотношении три к одному соответствуют разнице в 200 рейтинговых очков, или полному классу в шахматах. Речь идет о разнице между чемпионом мира и типичным гроссмейстером. Она огромна. Мы все были очень взволнованы, хотя наше волнение и смягчалось пониманием того, что результат матча между двумя тесно связанными программами, и соответственно разница в силе, скорее всего сильно преувеличена. Игрались двадцать партий из десяти стартовых позиций с переменной цвета. В паре игр из одного и того же исходного положения, две программы обычно делали одни и те же ходы до критической позиции, где новой версии удавалось избежать немедленной катастрофы, что в конечном итоге приводило к ничьей или выигрышу партии. Принимая аналогию с телесериалом "Стар Трек", две версии программы можно рассматривать как два идентичных корабля класса Энтерпрайз, у одного из которых повреждены все сенсоры дальнего действия, а у другого тоже повреждены сенсоры дальнего действия за исключением сенсоров в передней части корабля. Так как корабли направляются к массивной черной дыре, то корабль с работающими передними сенсорами дальнего действия будет тем, кто засечет черную дыру, и вовремя уйдет от её смертельных объятий.

Ни один уважающий себя капитан корабля не позволит своему судну долго передвигаться без полного комплекта сенсоров дальнего действия. Но что если там, по правому борту, на некотором расстоянии есть интересная планета? Без правых сенсоров дальнего действия, планета будет упущена. Мы оказались в подобной же ситуации. Единственные продления PV позволяли программе обнаруживать потенциальную катастрофу с лучшим текущим планом, но продления не помогали программе найти интересные альтернативы нынешнему плану. Применительно к шахматам, единственные продления PV не помогали программе обнаруживать комбинации, то есть неочевидные последовательности ходов, которые приводят к значительному преимуществу. Нам требовалась новая идея. Можем ли мы распространить идею единственных продлений PV на борьбу с данной проблемой?

В первую очередь следует отметить, что если какой-нибудь альтернативный шахматный ход не так хорош как наш нынешний лучший ход, то у нашего оппонента должно быть его опровержение. То есть фактически должно существовать опровержение каждого из возможных альтернатив-

ных продолжений, которые мы можем сыграть. Следовательно, чтобы убедиться, что альтернативный ход является не лучшим для нас, нам нужно в ответ на него найти один годный опровергающий ответ за нашего противника. Что делать, если после нашего хода противник имеет *всего лишь один* годный опровергающий ход? Тогда, кажется, после *единственного* опровергающего хода оппонента имеет смысл искать глубже. Интуитивно понятно, что если у игрока (нашего оппонента) есть только один хороший ход, вполне возможно, что этот ход - единственный оставшийся, который только лишь отодвигает неизбежную для него катастрофу. Это главное обоснование того, что мы назвали *превышением верхней грани единственных продлений* (исследователи компьютерных шахмат называют ходами превысившими верхнюю грань, опровергнутые ходы).

Введение превышения верхней грани единственных продлений произвело качественный скачок в способностях ЧипТест обнаруживать комбинации. Но в соревновании один на один новая версия не стала играть заметно лучше старой. Дополнительные затраты машинного времени на вычисления превышения верхней грани единственных продлений съели всё усиление. Мы решили оставить новые продления, полагая что они могут иметь положительный эффект при игре с людьми. По крайней мере, продления сделают невозможным для шахматистов-людей угадать, способна ли программа увидеть особенно глубокую комбинацию.

Пару лет спустя, Томас решил отказаться от своей первоначальной темы диссертации и сделать детальное исследование единственных продлений, а также некоторых других продлений поиска, которые мы использовали. Внутри команды состоялись кое-какие дебаты в отношении того, следует ли некоторые выводы из диссертации Томаса принимать за чистую монету. Результаты Томаса были получены с помощью недоказанного косвенного метода измерений с использованием Дип Сот - нашей следующей шахматной машины. Его результаты заставляли задуматься, но они ставили больше вопросов, чем давали ответов. По словам Томаса, единственные продления слабо влияют на силу игры программы, по крайней мере в том виде как они были реализованы в Дип Сот. Только в 1991 году, когда к работе приступил Дип Сот II, с совершенно новой реализацией единственных продлений, мы убедились что эффект от единственных продлений был довольно существенным. Но это случилось уже после того, как мы ввели несколько новых дополнительных идей в отношении того как управлять единственными продлениями и их производными, которых не было в Дип Сот. В частности в Дип Сот II было реализовано расширение поиска на ходы, которые не были реально единственными. Например, когда ход является одним из всего лишь двух хороших ходов, Дип Сот II всё ещё расширяет поиск, но уже не до такой степени как если бы этот ход был единственным.

## *Разгром "Чемпионов Мира"*

После введения единственных продлений ЧипТест играл примерно на равных с Хайтек. Он был тактически сильнее чем Хайтек, но его шахматные знания были близки к нулю. Для улучшения ЧипТест мы могли бы добавить какую-нибудь простую программную оценку позиции, но у меня на уме было кое-что другое.

Когда я только начинал проект, то планировал разработать чип оценки, который работал бы совместно с чипом генератора ходов. У меня было некое примерное представление о том, как будет выглядеть его структура, но я понятия не имел о том, какого рода функции шахматной оценки туда вложить. Имея рядом команду Хайтек, я надеялся что смогу опираться на местные знания и опыт. Проблема заключалась в том, что Хайтек разработан на основе другой философии, и не совместим с моей идеей размещения оценочной функции целиком на одном чипе. К тому времени когда ЧипТест был отлажен и заработал, я пришел к выводу что прежде чем я смогу всерьёз рассматривать идею чипа оценки, мне следует получить некоторый опыт самостоятельного проектирования шахматной оценочной функции.

В то время, первые программируемые пользователем вентиляемые матрицы (FPGA), только что появились в продаже. Эти FPGA позволяли реализовать логические цепи средней сложности на стандартных компонентах. Они, казалось, идеально подходили для задачи экспериментальной аппаратной оценочной функции в реальной шахматной машине. Профессор Кунг имел контроль над некоторыми денежными фондами и согласился платить по счетам. Эта новая машина станет основой для получения полезного опыта в области реализации шахматной оценочной функции аппаратными средствами. Но судя по результатам ЧипТест, от новой машины можно также ожидать, что она станет более сильным шахматистом, чем любая существующая на тот момент шахматная машина. У меня появилась надежда задать жáру на турнире ACM 1987 года! Однако учитывая сырой характер программного обеспечения FPGA в то время, и то что я никогда не работал с FPGA, шансы на участие новой машины в турнире 1987 года были невелики.

За месяц до турнира ACM 1987 года стало ясно, что нет абсолютно никаких шансов закончить разработку новой машины вовремя. Мы разработали резервный план. Во-первых, мы добавили к программному обеспечению ЧипТест оценку пешечной структуры, которая у нас была запланирована ещё в 1986 году. Во-вторых, мы убедились что и аппаратное и программное обеспечение находятся в хорошем состоянии, проведя серьёзное игровое тестирование ЧипТест как против самого себя, так и против Хайтек<sup>7</sup>. В-третьих, "приобрели" быструю рабочую станцию, среди тех что были нам доступны. Рабочая станция нам не принадлежа-

ла, она была позаимствована через наши связи с сотрудниками Инженерной Лаборатории. Официально рабочая станция проходила испытания перед её установкой в лаборатории своего реального владельца. Быстрая рабочая станция сократила накладные расходы программного обеспечения, и ЧипТест смог исследовать около 400 000 шахматных позиций в секунду, увеличив скорость на тридцать процентов.

После добавления в программное обеспечение оценки пешечной структуры, ЧипТест стал примерно на 100 рейтинговых очков сильнее в играх против машин. Поскольку Мюррей официально числился в группе Хайтек, существовал один большой вопрос - будет ли Хайтек играть в чемпионате АСМ. Он не играл в турнире 1986 года, потому что его оборудование в то время модифицировалось. В 1987 году доктор Берлинер решил снова пропустить соревнования, ссылаясь на желание сконцентрироваться на соревнованиях против людей, так что не было никаких проблем в том что Мюррей продолжает работать над ЧипТест.

Несмотря на отсутствие Хайтек, АСМ-турнир 1987 года, проводившийся в Далласе, собрал сильный состав. Присутствовала вся группа лидеров чемпионата мира по шахматам среди компьютеров 1986 года, за исключением Хайтек. ЧипТест был посеян третьим, позади Крэй Блиц, выигравшего чемпионат мира 1986 года по дополнительным показателям, и Белл, победителя чемпионата АСМ 1986 года. Бебе и Феникс были посеяны четвертым и пятым соответственно, но на чемпионате мира 1986 года они набрали равное количество очков с победителем.

В первом туре ЧипТест легко победил Цирус 68К. Второй тур принес нам более трудного противника, Лачекс, который занял второе место на турнире АСМ в 1986 году. В начале партии ЧипТест выиграл пешку, но получил трудный для выигрыша эндшпиль и стал последним компьютером закончившим игру, продолжавшуюся до 3:00 утра по Центральному времени США. Питтсбург находился в Восточном часовом поясе, так что биологически для меня было 4:00 утра и время моего сна уже прошло. Я очень устал, но был счастлив от того что партия закончилась победой.

В следующем туре мы переместились на первую доску, чтобы сыграть против Крэй Блиц. У нас был черный цвет.

ЧипТест разыграл дебют, называемый на шахматном языке Скандинавской защитой. У этой защиты была не слишком хорошая репутация. Главной мишенью для критики скандинавской защиты выступало то, что черный ферзь выходил в центр уже в дебюте, на очень ранней стадии партии, и мог подвергнуться атакам. Я поморщился, когда увидел этот

<sup>7</sup> В действительности, лишь немногие из тестовых игр против Хайтек мы провели своими силами. Дело в том, что обычно ЧипТест использовал доктор Берлинер, в качестве спарринг-партнера для Хайтек. А мы просто проверяли технические протоколы (логи) игр, чтобы убедиться, что не происходит ничего странного.

дебют. Одна из шахматных книг для начинающих, которую я читал, давала этот редкий дебют в качестве примера того, как не надо играть в начальной фазе игры. Но у Мюррея было не очень много времени на дебютные разработки, и он решил использовать эту защиту, так как её было относительно легко подготовить. Кен Томпсон подошел и спросил: "Как вы можете играть этот мусор ещё раз?". В игре с Лачекс, ЧипТест тоже играл скандинавскую защиту. Увидев игру с Лачекс, команда Крэй Блиц подготовила улучшенный атакующий вариант за белых.

Довольно скоро после дебютной стадии, позиция на доске стала выглядеть несколько рискованной для ЧипТест, и в этот момент он вдруг предсказал, что Крэй Блиц может выиграть пешку. ЧипТест перешел в состояние, которое мы называли Режимом Паники, пытаясь найти выход из ситуации путём перебора всех ходов. Примерно через тридцать минут расчета он пошел на остроатакующее продолжение, которое по-прежнему вело к потере пешки, но уже с некоторой компенсацией. Майк Вэльво, директор турнира, был просто потрясен тем, что какая-то программа тратит полчаса на один ход, и похвалил ЧипТест за способность проводить время с умом в критический момент. На самом деле причина того что ЧипТест потратил тридцать минут на один ход, состояла в том что единственные продления как правило вызывают резкий рост дерева перебора, когда используются в сочетании с режимом паники. Мы узнали об этом в ходе наших тестовых игр, и поэтому дали ЧипТест очень большую норму времени для тех случаев, когда он оказывался в режиме паники.

Получив неожиданный ответ от ЧипТест, Крэй Блиц необъяснимо решил не выигрывать пешку. Если бы ЧипТест выбрал напрашивающееся продолжение, которое прогнозировал Крэй Блиц, то Крэй Блиц сделал бы очередной ход, и сразу бы взял пешку. Крэй Блиц вычислял свой ответ на напрашивающееся продолжение в течение всех тех 30-ти минут, пока ЧипТест вёл расчет. Я вздохнул с облегчением. Дебютное преимущество Крэй Блиц рассеялось. В течение нескольких следующих ходов шла, как казалось, примерно равная игра. Но вдруг, ЧипТест неожиданно заявил, что выигрывает. Используя единственные продления, он рассчитал очень длинный форсированный вариант и сообщил, что в конце варианта получает крупный материальный перевес. Крэй Блиц просто не знал, что его позиция вот-вот рухнет как картонный домик. Крэй Блиц потребовалось три или четыре хода, прежде чем он понял что игра проиграна. Партия длилась всего двадцать семь ходов, и вероятно была самым коротким и разгромным поражением в карьере Крэй Блиц на тот момент. По-видимому, это была также и первая публичная игра, где единственные продления сыграли важную роль.

В последнем туре у нас были белые фигуры против Феникс - программы, которая работала на сети рабочих станций. Мы были абсолютно

не подготовлены в дебюте. У Феникс, в его дебютной книге, было намного больше ходов, чем у ЧипТест. Так как ЧипТест играл белыми, то эта неподготовленность в дебюте не была фатальной. Мы потеряли преимущество получаемое от первого хода и игра достигла эндшпиля с равными возможностями для обеих сторон. Джонатан Шеффер, автор Феникс, был шахматистом уровня мастера; после доктора Берлинера, Джонатан возможно был сильнейшим шахматистом среди активных исследователей в области компьютерных шахмат. Бывший чемпион мира Михаил Ботвинник, как предполагалось, тоже работал над шахматной программой, но он вероятно не может считаться активным исследователем в области компьютерных шахмат, так как никто за пределами его группы никогда не видел, чтобы его программа сделала хотя бы один ход. Будучи слабым игроком я внимательно прислушивался к тому, что Джонатан говорил о позиции, и постоянно сверял его мнение с оценкой ЧипТест. Джонатан позже говорил что я, будучи слабым игроком, был одним из тех парней, настроение которых колебалось вверх и вниз параллельно с изменением оценки позиции их собственной программы. Это безусловно справедливо для данной игры. Джонатан считал, что у его программы позиция лучше, но так как ЧипТест оценивал позицию как совершенно равную, то я был совершенно спокоен. Джонатан всё ещё находился в приподнятом настроении, когда оценка ЧипТест поползла вверх, в его пользу. Затем Джонатана осенило, что Феникс возможно попал в беду. Позиция Феникс не выдерживала никакой критики. ЧипТест уже видел пути к выигрышу материала. Несколько ходов спустя Джонатан сдался за Феникс, и ЧипТест стал победителем чемпионата со стопроцентным результатом.

На данный момент ЧипТест вероятно был лучшей шахматной машиной в мире. Он выиграл титул АСМ, опередив троих из четырех лучших машин чемпионата мира по шахматам среди компьютеров 1986 года. Из четверки лучших на чемпионате мира, отсутствовал один лишь Хайтек, но до турнира АСМ у ЧипТест был перевес в играх против него. Насколько силен был ЧипТест? У меня есть основания полагать, что возможно это была первая машина уровня старшего мастера (SM). ЧипТест никогда полноценно не проверялся в человеческих турнирах, так что это только предположение.

За победу ЧипТест получил приз размером в 2000 \$, что выше стоимости его создания, оцениваемой в 500 \$. Чтобы отпраздновать победу, мы использовали часть призовых денег, проведя в честь ЧипТест TG-вечеринку для всей кафедры. Это кажется вполне уместным, если в первую очередь учитывать то, как ЧипТест появился на свет.

### *Приглашение из Калифорнии*

Во время одной из бесед на чемпионате АСМ 1987 года, Джонатан Шеффер, автор Феникс, сказал что есть два человека в области компьютерных шахмат, которых он действительно уважает.

Первым человеком был Кен Томпсон. Джонатан уважал Кена не только за его достижения и вклад в развитие компьютерных шахмат, но также и за ряд его бескорыстных действий. Он отметил несколько поступков Кена, один из которых я наблюдал сам. Каждый год на чемпионате АСМ Кен собирал результаты игр после каждого раунда, вводил их в компьютер, а затем публиковал для остального мира. Это не то, что вы ожидаете от занятого и важного человека, который получил премию Тьюринга - эквивалент Нобелевской премии среди ученых.

Второй человек, которого уважал Джонатан, стал большой неожиданностью для меня. Это был д-р Ганс Берлинер. Оглядываясь назад, я помню что был удивлен, отчасти из-за моих профессиональных разногласий с доктором Берлинером, а отчасти потому что считал его не самым легким человеком для работы с ним, но думаю я могу понять, почему Джонатан высоко ценил его. Когда Джонатан смотрел на доктора Берлинера, он наверное, в некоторой степени видел себя, или по крайней мере того, кем он хотел бы стать. Они оба были очень хорошими шахматистами, проводившими исследования в области компьютерных шахмат. Джонатан всё ещё находился на пути к успеху, в то время как доктор Берлинер был хорошо известен. Доктор Берлинер работал над компьютерными шахматами с 1970 года, когда он принял участие в соревнованиях АСМ со своей первой программой. Имея в активе полученный ранее титул чемпиона мира в шахматах по переписке, доктор Берлинер возможно надеялся, что сможет стать тем человеком, который наконец решит Проблему Компьютерных Шахмат, создав шахматную машину которая сможет победить чемпиона мира по шахматам в матче. Он вернулся в аспирантуру уже в зрелом возрасте, получил степень доктора наук, и стал преподавателем-исследователем университета Карнеги-Меллон, кафедры информатики которого обладала историческими традициями передовых работ в области компьютерных шахмат. Он собрал группу аспирантов с разнообразными навыками и привел их к созданию Хайтек. Немного найдётся людей, которые могли бы сравниться в активности с доктором Берлинером.

Спустя несколько недель после моего разговора с Джонатаном, дружеское соревнование между командой ЧипТест и доктором Берлинером внезапно превратилось в открытое соперничество.

Прежде чем я расскажу вам эту историю, я должен подвести вас к правильному настрою. Во-первых, эта история очень важна. И такие ве-

щи действительно иногда случаются. Мне не нравится об этом говорить, но этим событием отмечен необратимый переход в отношениях между командой ЧипТест и доктором Берлинером. Во-вторых, эта история может заставить вас взглянуть на доктора Берлинера с неблагоприятной стороны. Прежде чем сделать это, пожалуйста дважды подумайте о том, что бы вы предприняли на его месте. Представьте, что у вас есть цель жизни, высшее призвание. Вы работали десятилетиями, чтобы достичь этой цели, принося много личных жертв. Сейчас вы широко признанный авторитет в выбранной вами области. За последние несколько лет вы добились больших успехов, и ваша цель кажется уже просматривается. Теперь представьте себе кучу студентов, приезжающих из ниоткуда. Они не из вашей области исследований, и имеют свою, особую точку зрения. У вас мало серьёзной власти над ними, так как они не являются вашими студентами. Их подход является полной противоположностью того, что защищаете вы. Что ещё хуже, они кажется добиваются быстрого прогресса, что делает для вас ещё труднее убедить их следовать вашему видению вопроса. Что бы вы сделали? Что вы можете сделать? Это очень сложная ситуация.

Андреас Новатчук, мой одноклассник, как-то побывал в Лаборатории реактивного движения (JPL) НАСА в Пасадене, штат Калифорния. Там он встретил Стюарта Крэкрафта, энтузиаста компьютерных шахмат, который в то время работал в Лаборатории реактивного движения. Стюарт задал Андреасу много вопросов о ЧипТест. В Лос-Анджелесе вот-вот должен был начаться большой шахматный турнир, "American Open". У Стюарта по-видимому были хорошие связи с организаторами турнира и он предложил, чтобы мы заявили ЧипТест в турнир. Стюарт отметил, что у него есть друзья, которые с удовольствием помогут с настройкой связи и с управлением машиной на расстоянии. Андреас считал что это была хорошая возможность увидеть, насколько хорош ЧипТест против живых игроков.

Томас был целиком за участие в турнире. Мюррей не хотел принимать чью-либо сторону, так как и он и я знали, что Хайтек собирается участвовать в том же турнире. Я был против участия, но не потому что там играл Хайтек. Я обнаружил, что трачу слишком много времени за просмотром игр ЧипТест, и у меня не получается много работать. Я был не настолько дисциплинирован, как мне того хотелось. Если ЧипТест начнёт играть в турнирах, то новая машина над которой я работал, никогда не увидит свет. Так или иначе, я послал по электронной почте письмо доктору Берлинеру с просьбой высказать своё мнение.

На следующее утро доктор Берлинер отправил ответное сообщение, где высказался категорически против участия ЧипТест, приводя в качестве обоснования своего мнения три причины. Первая причина заключалась в том, что ЧипТест совершенно не проверен в играх против игроков-людей. Вторая, что репутация Карнеги-Меллон может сильно пострадать. Его третий аргумент состоял в том, что было бы глупо позволить постороннему человеку, не связанному с университетом, управлять ЧипТест.

С моей точки зрения, то что ЧипТест не проверен против игроков-людей было прекрасным поводом чтобы обкатать его в турнире. В конце концов, мы же учимся в исследовательском университете. Кроме того, я никогда не слышал, чтобы репутация университета когда-либо пострадала от плохих результатов студенческих проектов в шахматных турнирах. Третьим возражением доктор Берлинер поднимал вполне обоснованный вопрос, но ЧипТест являлся студенческим проектом с нулевым бюджетом, и я не видел каких-либо серьезных доводов против получения помощи в управлении машиной извне. В противном случае, чтобы полететь в Лос-Анджелес, нам пришлось бы выложить серьезную сумму из собственных средств<sup>8</sup>.

Я не согласился с доводами доктора Берлинера, но так как на самом деле я не хотел участия ЧипТест в турнире, то просто переправил Андреас его сообщение.

Во второй половине дня Андреас ответил, что потенциальный оператор имеет связь с университетом. Это был Джим Джиллогли, один из ранних пионеров компьютерных шахмат, получивший степень доктора наук на кафедре примерно в то же время, что и Берлинер. Спустя пару часов Джим прислал мне по электронной почте официальное согласие стать оператором, если это будет необходимо. Я передал эту информацию доктору Берлинеру.

Доктор Берлинер по-видимому был застигнут врасплох. На этот раз он выдвинул другую причину. У команды ЧипТест не было печатных публикаций по единственным продлениям, но доктор Берлинер знал о них. Группа Хайтек всё ещё находилась в процессе реализации единственных продлений для своей машины. Поскольку у Хайтек не было единственных продлений, то доктора Берлинера беспокоило что он мог бы закончить турнир ниже ЧипТест, и группа Хайтек будет выглядеть плохо. Нельзя сказать что это заявление было совсем уж безосновательным. Мы, конечно, пришли к идее единственных продлений сами, без помощи доктора Берлинера, так что в этом смысле его просьба была не-

<sup>8</sup> Поездки на чемпионат ACM кафедра оплачивала, но участие в чемпионате ACM считалось академической деятельностью.

обоснованной. Но с другой стороны, мы кое-чем обязаны доктору Берлинеру. Когда Мюррей согласился помогать Томасу и мне с оценочной функцией для ЧипТест, он не начинал с нуля. В то время я ещё не знал этого, но Мюррей использовал код "Крэй Блиц Симулятора"<sup>9</sup>, написанный доктором Берлинером, в качестве отправного шаблона для создания оценочной функции в ЧипТест. Крэй Блиц Симулятор имел простую (по сравнению с Хайтек) оценочную функцию, использовавшуюся Берлинером для запуска на Хайтек симуляции ожидаемого поведения Крэй Блиц. Объем кода д-ра Берлинера составлял менее половины процента от всего кода ЧипТест, но тем не менее он там был. Впервые я узнал о природе обсуждаемого кода всего лишь за несколько недель до чемпионата АСМ 1987 года. Гордон Гоеч, из группы Хайтек, тогда пошутил о возможности Крэй Блиц в настоящий момент переиграть Крэй Блиц Симулятор.

Если бы доктор Берлинер предъявил это возражение с самого начала, то мы бы вероятно попросту уважили его просьбу. Но к тому времени я уже был немного зол на него. У меня состоялась дискуссия с Томасом и мы пришли к следующему компромиссу. Мы примем участие в турнире, только если у Хайтек будут работоспособные единственные продления. По факту же мы не составляли никаких планов по поездке на турнир, поскольку не могли и представить, что они смогут закончить свою работу вовремя. Я проинформировал Берлинера и Андреаса о нашем решении.

Андреас предположил, что вероятно была и другая возможная причина возражений доктора Берлинера - Хайтек находился в пределах досягаемости от Большого Приза и Берлинер не хотел оказаться обойденным у самой цели - совершенно понятная позиция, учитывая что обе команды были потенциальными соперниками. Еще в конце 1970-х годов профессор Эдвард Фредкин учредил приз в 100 000 \$, за первый компьютер который победит чемпиона мира по шахматам в матче. Университету Карнеги-Меллон было поручено управление призом Фредкина, а доктор Берлинер стал председателем комитета приза Фредкина. Чтобы поощрить непрерывный прогресс в этой области, было создано еще два промежуточных приза Фредкина, но с меньшей наградой. Первый промежуточный приз Фредкина востребовала команда Белл, за выполнение нормы мастера. Возможно доктор Берлинер положил глаз на второй промежуточный приз Фредкина, за выполнение нормы гроссмейстера, поскольку создание Хайтек было уже закончено. Не в полной мере осведомленный о правилах

<sup>9</sup> Как же, в конце концов, в ЧипТест использовался этот код от доктора Берлинера? Никто из нас теперь не знает наверняка. Томас Анансараман полагает, что он возможно извлек этот код, после того как Гордон Гоеч предложил его ему. В свою очередь Гордон возможно просто пытался помочь нам подготовиться к чемпионату АСМ 1986 года, за те краткие семь недель что имелись у нас. Однако Гордон не может ни подтвердить, ни опровергнуть то, что сказал Томас.

присуждения приза Андреас отмечал, что с единственными продлениями Хайтек может выступить достаточно хорошо, чтобы достичь рейтинга в 2400 пунктов и стать первым компьютером - старшим мастером. Однако в правилах для второго промежуточного приза указывалось требование сыграть двадцать пять игр с общим результатом более 2500 пунктов. Я не верил что Хайтек настолько хорош, даже с единственными продлениями. Я считал что и ЧипТест не сможет справиться с этой задачей. Если доктор Берлинер хочет чтобы Хайтек официально стал первым в истории компьютером - старшим мастером, что ж, тогда удачи ему. Я же нацелился на рыбу покрупнее. Так или иначе, мы договорились что не будем участвовать в турнире, хотя и с оговоркой.

Для доктора Берлинера Хайтек стал его последней шахматной машиной - потребовались годы, чтобы её закончить и впоследствии свыше десяти лет она оставалась в эксплуатации. На создание ЧипТест потребовалось семь недель совместных усилий, и с того времени прошел всего один год. Но ЧипТест уже фактически полностью окупил себя, заработав больше призовых чем составляла его стоимость, а на подходе у меня была новая машина. Отсутствие ЧипТест на турнире было не так важно для меня, как окончание работы по созданию новой машины.

Вскоре после этого профессор Кунг созвал совещание для обсуждения текущих событий, на котором присутствовали доктор Берлинер и я. Мюррея и Томаса там не было. В первой части совещания обсуждали приглашение из Калифорнии. Доктор Берлинер высказался первым, выразив своё недовольство тем, что ЧипТест использовал код "Крэй Блиц Симулятора", и это стало сюрпризом для меня. До окончания чемпионата АСМ 1986 года я ни разу не видел этот код. На протяжении большей части прошедшего года, я предполагал что Мюррей написал весь код сам. А когда я недавно узнал о его происхождении, то подумал, что Мюррей использовал его с благословения доктора Берлинера. Если бы доктор Берлинер сообщил нам о своём неудовольствии, то мы бы удалили код и переписали бы всё с нуля. Как уже отмечалось ранее, в любом случае он занимал менее половины процента от всего кода. Я объяснил что ничего не знал об этом, и Мюррей - единственный кто был в курсе происхождения кода (я не знал тогда, но Томас возможно был тем, кто изъясил этот код). Доктор Берлинер принял мои объяснения. Затем я повторил, что мы не хотим играть в турнире, так что проблема с приглашением была окончательно закрыта.

Вторая часть совещания касалась моего будущего. На кафедре обдумывали возможность оставить меня в университете после окончания обучения. Естественно, они предпочли бы, чтобы доктор Берлинер и я работали вместе. Я и в самом деле во многом наслаждался атмосферой на кафедре, но меня беспокоил один вопрос. Как насчет признания заслуг? Доктор Берлинер ответил "признание придет само по себе". Я не был в

точности уверен, что он подразумевал под этими словами, но я видел что случилось с Хайтек. Большинство людей называли Хайтек машиной доктора Берлинера, а Карл Эбелинг в значительной степени был неизвестен внешнему миру. Такое восприятие возможно было связано с неаккуратным освещением в прессе, но мнение закрепилось, а я не хотел, чтобы что-то подобное произошло с любым из проектов где я работал. Ну, это было интересное предложение, но мне пришлось отказаться, так как у меня не было уверенности что репутация действительно появится сама собой. Чтобы продолжить свой труд после окончания аспирантуры, мне придётся искать работу в другом месте. Перспективы трудоустройства доктора наук по информатике в то время были не слишком радужными. Ну ладно, будь что будет. Нужно было делать новую машину, причем желательно столь успешную, чтобы мы смогли продвигаться вперед, в частности и после получения промежуточного приза Фредкина. Также мы должны были сделать очевидным для каждого, что новая машина полностью независима от работы команды Хайтек.

После этого эпизода я стал гораздо более чувствителен к проблеме признания заслуг. Я не хочу никого третируют, и не хочу видеть, как кого-то третируют. После совещания я поклялся себе, что в нашей команде не будет официального лидера. Команда разделена функционально, и было бы несправедливо объявлять какое-то конкретное лицо в качестве лидера.

Оглядываясь назад, я задаюсь вопросом, была ли это просто удача. Весь опыт моих проектов на тот момент был своего рода партнерством - мой преддипломный проект на Тайване, и проект в GE, оба были выполнены с напарниками. Отношение моего факультетского руководства, состояло в том, чтобы отпустить вожжи, и просто позволить нам делать всё, что угодно. Таким образом, решение не иметь официального лидера было своего рода естественным. Шахматный проект оказался проектом, который потребовал полной самоотдачи от каждого члена команды. Эта самоотдача стала возможна только потому, что мы были равноправными партнерами.

В некоторых книгах и статьях констатировалось, что команда Хайтек и команда ЧипГест/Дип Сот были злейшими врагами. На самом деле отношения были более цивилизованными, чем сообщалось. Для команды Дип Сот это было легко, так как мы оказались в роли победителей. Кроме того, реально всё испортилось только после приглашения из Калифорнии. Можно с уверенностью сказать, что впоследствии ни одна из команд не будет приглашать других на частные вечеринки. После того как мы оставили Карнеги-Меллон, время и расстояние помогли залечить раны; я ду-

маю обе стороны смягчились. Когда вошел в строй Дип Сот II, мы больше не рассматривали Хайтек в качестве конкурента. Но нам по-прежнему претила мысль о поражении от Хайтек. Черт, мы не хотели проиграть никому, включая Гарри Каспарова!



## *Гонка за званием первого машинного гроссмейстера*

### *Примерно 2200*

В 1970-х и 1980-х годах, британский писатель-фантаст Дуглас Адамс написал очень популярную научно-фантастическую трилогию, которую BBC превратило в радио-шоу и телевизионный сериал. Когда я служил в тайваньской армии, по местной радиостанции шло радио-шоу BBC, основанное на первой книге трилогии - "Автостопом по Галактике". Тем не менее, я так и не собрался прочесть сами книги, пока не перебрался в Соединенные Штаты.

Во вселенной романа "Автостопом по Галактике" инопланетная раса создала компьютер под названием Дип Сот, чтобы решить вопрос "Жизни, Вселенной и Всего Сущего". После того, как прошли миллионы лет вычислений, компьютер выдал ответ - "42". Но не нашлось никого, включая и самого Дип Сот, кто знал бы теперь суть первоначального вопроса. Однако Дип Сот, будучи самым мощным компьютером из когда-либо созданных, знал как изготовить еще более мощный компьютер, который даст ответ на вопрос, каков же был вопрос для ответа "42".

Ну что ж, машина которая сможет победить чемпиона мира безусловно достойна именоваться Дип Сот.

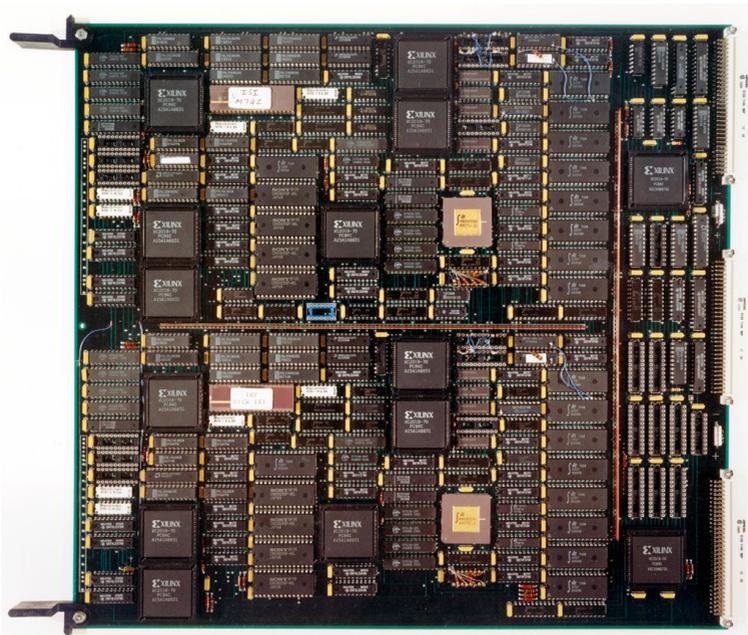
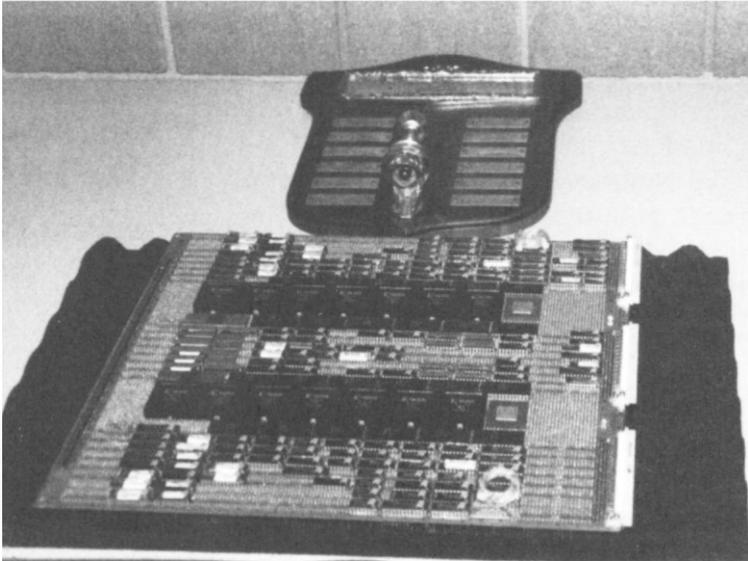
Я не считал что машины созданной нами в начале 1988 года, которая была к тому же нашей первой настоящей шахматной машиной, будет достаточно чтобы победить чемпиона мира. Она вероятно была по крайней мере в 100 раз медленнее. Учитывая разницу в скорости, первая версия новой программы была названа Дип Сот 0.01. Позже, после того как мы получили работоспособную двухпроцессорную версию, она стала называться Дип Сот 0.02. В конечном итоге, когда мы решили присоединиться к IBM и создать новую машину с новым названием, она стала именоваться просто Дип Сот.

Андреас вернулся в Карнеги-Меллон из Пасадены после Нового Года. Мы обсудили аргументы за и против относительно возможности создания

программы, которая сможет настраивать шахматную оценочную функцию автоматически. Андреас был захвачен новой идеей. Новая идея однако требовала, чтобы оценочная функция была написана по-другому. Мюррею понравилась идея Андреаса, и он согласился написать совершенно новую оценочную функцию в том виде, как указал Андреас. Новая оценочная функция отчасти писалась для обработки новых оценочных примитивов поддерживаемых аппаратной частью Дип Сот, который вот-вот будет закончен. Но истинной причиной для создания новой оценочной функции и программы автоматической настройки, была необходимость начать с чистого листа. Нам нужно было избежать проблем с кодом "Крэй Блиц Симулятора", как это у нас вышло с ЧипТест, для того чтобы иметь возможность свободно конкурировать. Автоматическая настройка оценочной функции часто упоминается как наиболее оригинальный аспект Дип Сот, но она появилась чисто по необходимости. Андреас и раньше немного помогал при подготовке ЧипТест, а теперь в связи с его более активным участием, я наконец получил его согласие рассматриваться как один из авторов Дип Сот.

Как только Андреас всерьез подключился к работе, я нацелился на Майка Брауна, другого моего товарища по группе (ладно-ладно, в дружбе со мной есть свои недостатки). Одной из самых больших проблем для ЧипТест была его дебютная книга, или вернее её отсутствие. Майк согласился написать программу, которая автоматически просматривает все дебютные варианты в поиске дебютных ловушек (плохих начальных ходов), и теоретических новинок (новых начальных ходов, которые могут быть интересны), и таким образом стал пятым членом команды Дип Сот.

В течение большей части 1980-х годов Фонд Фредкина спонсировал серию ежегодных соревнований по компьютерным шахматам. Заключительное соревнование серии состоялось в 1988-ом, спустя год после победы ЧипТест на чемпионате АСМ. Деньги для спонсирования соревнований поступали из приза Фредкина, с процентов начисляемых на призовой фонд размером в 100 000 \$. В этих соревнованиях, в отличие от состязания компьютеров в чемпионате АСМ, лучшие шахматные программы играли против шахматистов-людей. Традиционно туда приглашался действующий чемпион АСМ вместе с некоторыми из сильнейших на тот момент программами. Последним в серии стал турнир Фредкин Мастерс Оупен 1988 года, проводившийся с 28-го по 30 мая в кампусе Карнеги-Меллон. В турнире было предусмотрено шесть туров, по два тура в день. ЧипТест, вместе с Дип Сот 0.01, был приглашен как действующий чемпион АСМ. Также был приглашен Хайтек, как чемпион АСМ 1985 года. Хайтек впервые предстояло использовать единственные продления в турнирных играх.



### Две версии Дип Сот I.

*Версии плат Дип Сот I - выполненная накруткой проводов (вверху) и изготовленная в виде печатной схемы (внизу). Два витка проводов на правой стороне платы смонтированной накруткой, используются для задержки двух важных сигналов на несколько наносекунд (электрические сигналы проходят по проводу чуть менее тридцати сантиметров за каждую наносекунду).*

Когда начались работы по аппаратной части Дип Сот, у меня была надежда подготовить его к чемпионату АСМ 1987 года. Но Дип Сот так и не довелось поучаствовать в нём. Пропускать Фредкин Мастерс Оупен я не собирался; и тем не менее, разработка Дип Сот была закончена очень близко к крайнему сроку. Наиболее важным нововведением в Дип Сот, по сравнению с ЧипТест, была его аппаратная оценочная функция, которая распознавала многие динамические позиционные признаки, включая такие шахматные понятия, как пешечная структура, проходные пешки, ладьи на открытых вертикалях, и так далее. Новая аппаратная оценка была выполнена на программируемых пользователем вентильных матрицах (FPGA), которые потребовали больше времени на программирование, чем я ожидал. К тому же плата Дип Сот, выполненная накруткой проводов, имела некоторые неприятные проблемы с электричеством, которые потребовали времени, чтобы их отследить. Кроме того, на плате Дип Сот, помимо новой аппаратной оценочной функции, имелось два шахматных процессора, и оба необходимо было полностью проверить. С дополнительным усложнением, затраты на плату Дип Сот приблизились к 5000 \$, или десятикратной стоимости ЧипТест. Даже простая закупка деталей для Дип Сот заняла больше времени, чем проектирование и создание ЧипТест. По состоянию на март 1988 года плата Дип Сот частично работала, но отладка платы, наряду с созданием нового программного обеспечения, казалось не закончится никогда. За два дня до Фредкин Мастерс Оупен плата Дип Сот была перемонтирована ещё раз, а Томас до самого начала турнира продолжал добавлять последние штрихи к новому программному обеспечению.

Организацией турнира занимался шахматный клуб Питтсбурга. Участвовало около тридцати игроков, из них приблизительно двадцать игроков уровня мастера или выше. Одним из иногородних мастеров был Александр Иванов, недавний советский эмигрант. Александр имел рейтинг 2597 пунктов по шахматной шкале США, что было близко к силе гроссмейстера, хотя он и не имел этого звания в то время (он стал гроссмейстером примерно через год). Лучшим мастером Питтсбурга был Вивек Рао, подросток с рейтингом 2491. Он также был и лучшим игроком в штате Пенсильвания. Рейтинг Вивека ставил его на уровень близкий к силе международного мастера (IM). Мастерá из Питтсбурга считались особенно трудной компанией для компьютеров. Многие из них участвовали в предыдущих соревнованиях на приз Фредкина или играли с Хайтек раньше. Это была очень хорошая проверка для компьютеров.

Используя денежный приз ЧипТест из чемпионата АСМ, я заплатил за ЧипТест и Дип Сот вступительные взносы на турнир и членские взносы шахматной федерации США (USCF). После оплаты я сверился со стартовым листом, вывешенным на стене для участников. Ни ЧипТест,

ни Дип Сот не имели рейтингов в то время, и я был удивлен, увидев помещенный рядом с их именами рейтинг. Я спросил у директора турнира, и тот сказал, что рейтинги обеих машин были оценками доктора Берлинера. Обе программы в списке имели рейтинг 2200 - по существу это рейтинг очень слабых мастеров. В то же время Хайтек был оценен в 2376 пунктов. Я вздрогнул, но ничего не сказал, поскольку мог догадаться о резонах лежащих в основе присвоения таких рейтингов. Низкие значения рейтингов при сильном составе участников означали, что противниками ЧипТест и Дип Сот в первом туре будут сильные мастера.

Томас был оператором ЧипТест, а я управлял Дип Сот. Первым соперником Дип Сот стал Росс Спрэг, адвокат из пригорода, который играл в консервативном стиле. Его рейтинг, согласно стартовому листу, составлял 2339 пунктов. Исход игры всё ещё не просматривался, когда пришло время отложить её до следующего утра. Тем временем ЧипТест одержал свою первую победу в игре против человека, сильного мастера.

На следующий день я пришел пораньше, чтобы закончить игру с Россом. Мы оба знали что игра склоняется к ничьей, но Росс мог бы попытаться избежать ничьи, сделав рискованный ход. Вначале он ещё некоторое время играл так, чтобы убедиться что Дип Сот не погубит себя сам. Наконец он пришел к выводу, что человек с рейтингом 2339 должен выигрывать у машины с рейтингом 2200 и решил рискнуть. Оценка позиции Дип Сот сразу же подскочила вверх и несколько ходов спустя Росс выбросил белый флаг. Если бы Дип Сот не присвоили рейтинг в 2200 пунктов, то в этой игре он вероятно добился бы только ничьей. В играх второго тура и Дип Сот и ЧипТест сыграли вничью с сильными мастерами.

В третьем туре противником Дип Сот был Кимбалл Недвед. Сын Кимбалла, Руди, работал на нашей кафедре, да и сам Кимбалл был хорошо знаком с шахматными компьютерами. Ранее, в играх с Хайтек, у него случались и победы и поражения. Кимбалл был настолько спокоен, что в течение игры время от времени делал замечания. В предыдущем туре он сыграл вничью с ЧипТест и лестно отзывался о его игре. Дип Сот был ещё не достаточно стабилен, и неожиданно, вследствие внутренней несогласованности, выполнил один из ходов без раздумий. Я удивленно поднял брови, когда делал этот ход. Кимбалл понятия не имел, чему я так удивлён и сказал вопросительно: "Почему? Это хороший ход". Ну, ход просто случайно оказался таковым. Больше инцидентов в игре не было, и в конечном итоге Кимбалл сдался, даже не поняв, что Дип Сот мог столкнуться с той же проблемой снова. Между тем ЧипТест, при ужасной игре, выиграл свою партию в третьем туре. В четвертом туре Дип Сот довел до победы ещё одну игру, а ЧипТест закончил свою партию вничью. На третий день мы встретились за доской с лучшими игроками.

В пятом туре Дип Сот попал в пару к Александру Иванову, а ЧипТест к Вивеку Рао. Дип Сот по-прежнему использовал ту же дебютную книгу, которую ЧипТест применял на чемпионате АСМ 1987 года, и конечно же это означало что мы опять увидим защиту центральной пешки, также известную как скандинавская защита. Я был удивлен увидев что Александр, вскорости ставший гроссмейстером, проводит много времени в дебюте. Перед игрой он сказал, что никогда не изучал скандинавскую защиту всерьёз. В конце концов, может быть скандинавская защита была не таким уж и "мусором". Александр играл аккуратно и мощно. В какой-то момент он погрузился в глубокие раздумья над позицией, которая выглядела довольно опасной для Дип Сот. Мне казалось, что Александр может развить очень сильную атаку на короля Дип Сот. К моему удивлению Александр сделал ход, который, казалось, снимал всю напряженность в позиции. Что же он делает? Казалось, что ход ведет к равному для нас эндшпилю. При более внимательном взгляде на доску я почувствовал себя дурно. Это не был равный эндшпиль. Александр видел глубже, чем Дип Сот, и как результат, Дип Сот проиграл свою первую игру. В то время как Дип Сот разбирался со своими проблемами, интересные события разворачивались на доске ЧипТест. Перед игрой Вивека с ЧипТест, тот открыто выражал свое презрение в отношении шахматного компьютера, имея многочисленные приятные воспоминания на счет Хайтек в предыдущих встречах. ЧипТест вынудил Вивека сдаться на двадцать втором ходу, предложив неожиданную жертву. Спустя несколько часов после окончания игры, Вивек всё ещё показывал другим людям неожиданную комбинацию ЧипТест.

В последнем туре ЧипТест прервал свою беспроигрышную серию против шахматистов-людей, проиграв сильному мастеру. Несмотря на поражение Вивека в партии с ЧипТест, тот продолжал выражать презрение к шахматным компьютерам, и в последнем туре получил шанс доказать свою точку зрения. Он попал в пару к Дип Сот. Пострадав от тактических способностей ЧипТест, в партии против Дип Сот Вивек перешел к спокойной игре. Партия пришла к позиции с "изолированной ферзевой пешкой". Дип Сот лучше контролировал центр доски, но у его изолированной ферзевой пешки существовало и потенциально слабое место. У этой пешки на соседних вертикалях не было пешек поддержки. Если Вивек сможет перевести игру в окончание, разменяв большинство фигур, то он скорее всего выиграет, так как ферзевая пешка Дип Сот станет главным недостатком в эндшпиле. Вивек успел разменять две фигуры, и казалось получил более выгодную позицию. В этот момент Дип Сот стал делать бессмысленно выглядящие ходы. На лице Вивека начала складываться улыбка. Почувствовал ли он вкус крови? Дип Сот

оставался равнодушным. Вивек продолжал тихие маневры с невинно выглядящими ходами. И тут Дип Сот продвинул свою пешку на вертикали f, угрожая вскрыть позицию. Его оценка подпрыгнула. Вивек замер, сделал еще один взгляд на доску, и вышел из комнаты на свежий воздух. Это был хороший ход. Чуть позже он вернулся и сел за стол, на этот раз прикрыв уши руками. Какой-то парень открыл дверь, и сделалось немного шумно. Вивек цыкнул на него. Продумав в течение двадцати пяти минут Вивек сделал свой ход. Последовала серия разменов. Десять ходов спустя, после того как "дым сражения" рассеялся, оказалось что у Вивека стало на пешку меньше. Ещё через несколько ходов, когда ему предстояло потерять ещё больше материала, он сдался. Таким образом, лучший игрок Пенсильвании в один и тот же день дважды проиграл новичкам шахматной федерации США (USCF) в штате Пенсильвания.

По окончании игры с Вивеком к нам подошел Росс, наш соперник из первого тура, и прокомментировал: "Примерно 2200". После чего добавил, что если б знал, с кем имеет дело, то просто свёл бы свою партию вничью.

Турнир выиграл Александр Иванов, набрав 5 очков из 6. Дип Сот разделил второе место с двумя мастерами, набрав 4,5 очка из 6-ти возможных. ЧипТест разделил пятое место, набрав 4 из 6. Хайтек выступил на турнире плохо, набрав 3,5 из 6. Турнирный рейтинг Дип Сот составил 2599 пунктов, а у ЧипТест - 2521 пунктов. Хайтек сыграл на 2312 пунктов рейтинга.

Если бы ЧипТест и Дип Сот можно было рассматривать как одну машину, то её турнирный рейтинг после двенадцати игр составил бы около 2560 пунктов. Правила промежуточного приза Фредкина предусматривали участие в двадцати пяти играх с общим результатом более 2500 пунктов. Мы сделали очень хороший выпад, и можно было предположить, что Хайтек не сможет достичь успеха раньше нас. До Фредкин Мастерс Оупен я вообще полагал, что как Хайтек, так и ЧипТест, не смогут добиться такого результата. Но теперь ситуация выглядела так, будто у ЧипТест получается его достичь, и кто может поручиться, что и Хайтек не сможет сделать то же самое? У нас снова появилось ощущение срочности. У Дип Сот был лучший разовый результат среди трёх машин, но тем не менее это будет гонка. Мы лидировали и имели более сильную машину. Но не забывайте, что произошло с зайцем в гонке против черепахи.

***Спасибо! Спасибо!***

Одним из недостатков постоянной подготовки новых машин к шахматным соревнованиям, является необходимость иметь дело со множеством неожиданных ошибок отсроченного действия. В этом отношении первое выступление ЧипТест на чемпионате АСМ 1986 года было невоз-

можно забыть. В свою очередь, дебютное выступление Дип Сот 0.01 на Фредкин Мастерс Оупен конечно имело свои напряженные моменты, но всё-таки не принесло никаких очевидных ошибок, по крайней мере с точки зрения наших оппонентов. Дебют Дип Сот 0.02 состоялся в 1988 году на открытом первенстве США, проводившемся в Бостоне с 7-го по 19 августа. Этот турнир принёс переживания, напомнившие о первом выступлении ЧипТест.

На плате Дип Сот, изготовленной с использованием метода накрутки проводов, находилось два шахматных процессора. В Фредкин Мастерс Оупен использовался только один из процессоров, поскольку в тот момент не было времени чтобы проверить работоспособность двух-процессорной версии. Однопроцессорная версия, которая играла во Фредкин Мастерс Оупен, по сути представляла собой адаптированный ЧипТест - она использовала старый код поиска, но с новой оценочной функцией. По причинам, которые теперь затерялись во времени, мы не стали играть в турнирах в течение двух месяцев до открытого чемпионата США. Возможно, нам хотелось как можно скорее получить двух-процессорную версию. Другая вероятная причина заключалась в том, что мы хотели получить достойную дебютную книгу.

Дебютной книги ЧипТест было явно недостаточно для игры против людей. Перед Фредкин Мастерс Оупен Мюррей Кэмпбелл получил докторскую степень, а также предложение занять должность научного сотрудника кафедры информатики. Эта должность была эквивалентна доценту, но в научно-исследовательском направлении. Берлинер стал его полуофициальным боссом<sup>1</sup>. После Фредкин Мастерс Оупен, Мюррею сказали, что он больше не может тратить время на Дип Сот или ЧипТест, он ведь в конце концов нанят для работы над другими проектами. В рабочее время Мюррей следовал букве указаний, но в свободное время продолжал работать над двумя программами. Так как время Мюррея становилось дефицитным ресурсом, то мы перенесли работу над новой дебютной книгой в верхнюю часть списка дел. Поскольку у Мюррея не будет достаточно времени чтобы работать над ней, мы стали искать помощь за пределами университета. Международный мастер Ларри Кауфман предложил передать нам дебютную книгу, которую он подготовил для шахматной программы Рекс, и мы приняли его предложение. По иронии судьбы, именно Рекс стал первой жертвой ЧипТест на чемпионате АСМ в 1986 году.

Пока мы пестовали новую версию, 23-24 июля 1988 года Хайтек сыграл на чемпионате штата Пенсильвания, выиграл титул и набрал на-

<sup>1</sup> Доктор Берлинер был старшим научным сотрудником, что эквивалентно профессору, но в научно-исследовательском направлении.

конец рейтинг превышающий 2400 пунктов - спустя три года после своего рождения официально став первым компьютером получившим звание старшего мастера<sup>2</sup>. У ЧипТест и Дип Сот рейтинг был выше чем у Хайтек, но они ещё не сыграли двадцать рейтинговых игр, минимально необходимых чтобы официально считаться старшим мастером. Несмотря на отсутствие приза связанного со званием старшего мастера, среди членов команды Дип Сот появились определенные предчувствия, что нам следовало бы посылать однопроцессорную версию Дип Сот на турниры. Во всяком случае, черепаха Хайтек начала нас догонять, и мы не могли больше ждать.

Открытый чемпионат США - главный турнир шахматной федерации США - проводился в Бостоне и состоял из двенадцати туров. В Бостоне у Томаса Анансарамана был друг, у которого он мог бы остановиться, так что он добровольно вызвался съездить в Бостон, и быть оператором. Расходы Томаса будут оплачены из наших предыдущих выигрышей в чемпионате АСМ и Фредкин Мастерс Оупен. Так как компьютерам не разрешалось получать денежные призы в обычных турнирах, то теперь мы не получим выигрыш и должны следить за тем сколько мы потратили. Впервые мы будем играть с двухпроцессорной версией.

Первые три партии на открытом чемпионате США были сыграны с двухпроцессорным кодом, и результаты их были катастрофическими. Первая партия закончилась вничью, что стало следствием ошибки взаимодействия между аппаратным и программным кодом - правда в то время мы не были уверены в причине. Во второй игре Дип Сот 0.02 удалось выиграть, поскольку противник сдался рано, но если бы он знал что произойдёт в третьем туре, то наверняка играл бы до конца. В третьем туре мы получили противника уровня эксперта, который просто отказался сдаваться, когда его позиция стала явно проигранной. У Дип Сот 0.02 был перевес в ладью, но соперник продолжал играть. Затем стали происходить странные вещи. Дип Сот 0.02 начал делать бессмысленные ходы. Противник сделал ход угрожавший матом на следующем ходу, но Дип Сот 0.02 и не побеспокоился защититься от этой угрозы. Противник естественно сделал матующий ход, а затем восклицая "Спасибо! Спасибо!" быстро ушел.

Оказалось, что новый двухпроцессорный код Томаса осуществлял доступ к аппаратным средствам иначе, чем однопроцессорный код. Как следствие, это приводило к побочному эффекту, заставляющему аппаратную микропрограмму при определенных условиях изменять знак

<sup>2</sup> В первом издании своей книги "Каспаров против Дип Блю", Монти Ньюборн ошибочно указал, что Хайтек стал старшим мастером в 1987 году.

оценки для мата. Вместо того, чтобы избегать мата, Дип Сот стремился к получению мата!

Поскольку Томас находился в Бостоне, то отлаживать двухпроцессорный код было трудно, и после третьего тура мы вернулись к более надежной однопроцессорной программе. В следующих пяти играх, Дип Сот 0.01 лишь один раз сыграл вничью, выиграв в четырех других партиях.

Девятый тур принес нам первого сильного противника, международного мастера Игоря Иванова. (Годы спустя я взял почитать книгу о начале карьеры чемпиона мира Гарри Каспарова, и с удивлением узнал о турнире, где Игорь и Гарри разделили первое место. Но я забегаю вперед.) Гораздо раньше, еще до создания ЧипТест, мне уже приходилось видеть Игоря в деле. Это была турнирная партия между ним и Хайтек, которая игралась в кампусе Питтсбургского университета в десяти минутах ходьбы от моего кабинета. В этой игре Игорь без особых усилий расставил свои фигуры для атаки и разгромил Хайтек. Гордон Гоч из группы Хайтек указывал на эту игру в качестве примера того, насколько большой путь ещё необходимо пройти компьютерам. После создания ЧипТест я проверил позиции из игры Хайтек против Игоря и был весьма впечатлен его игрой. ЧипТест вероятно увидел бы поражение Хайтек на несколько ходов раньше чем сам Хайтек, но он тоже понятия не имел что тому следовало предпринять. Игорь играл в силу гроссмейстера, но звания гроссмейстера у него не было. Он бежал из СССР во время турнира на Западе, и возможно это затруднило для него получение титула. Он был канадским со-чемпионом, и с рейтингом 2641 по шкале США был одним из лучших игроков на турнире.

Как мог Дип Сот противостоять Игорю Иванову? Мы в Питтсбурге заметно нервничали. Находясь в Бостоне, Томас вероятно не знал о его прошлом, но одного его рейтинга уже было достаточно, чтобы произвести впечатление. Игорь играл черными. Позже Томас отмечал, что в начале игры Игорь читал журнал; он не испытывал уважения к Дип Сот. Результаты Фредкин Мастерс Оупен были ещё в значительной степени неизвестны в шахматном мире.

Игра против Игоря превратилась в одно из самых странных противостояний, что я когда-либо видел. Дип Сот понравилось двигать свои пешки. Говоря шахматными терминами - он стремился к увеличению занимаемого пространства. Хорошим шахматистам ещё на ранней стадии обучения преподают, что продвижение пешек слишком далеко вперед может создать слабости в позиции. Шахматная школа "гипермодернизма", специально рекомендует провоцировать соперника продвигать свои пешки, надеясь что пешки станут чрезмерно выдвинутыми и их

будет трудно поддерживать. Если это и было намерением Игоря, то оно ему блестяще удалось, по крайней мере в части провокации. К девятнадцатому ходу все пешки Дип Сот продвинулись по крайней мере на одну клетку вперёд; фактически, за исключением двух пешек по краям, все они продвинулись по меньшей мере на две клетки. Я был очень обеспокоен энергичным продвижением пешек Дип Сот, но ему очень нравилась своя позиция. Что же происходит? По словам Томаса к этому моменту Игорь на несколько ходов отложил свой журнал; ему не нравилось то, что он видел. Следующим ходом Дип Сот оттеснил все его фигуры обратно к двум первым рядам, и он едва мог двигаться. Эти пешки не были чрезмерно выдвинуты - они доминировали в позиции. Через два хода позиция Игоря ухудшилась и стала критической. На двадцать девятом ходу он сдался, так как вскоре его ожидали серьезные материальные потери.

В десятом раунде в соперники к Дип Сот попал гроссмейстер Лев Альбурт, победитель открытого чемпионата США 1987 года. Его рейтинг, в 2652 пунктов, был немного больше чем у Игоря. Поражение Игоря от Дип Сот стало очень неожиданным результатом, и следовательно Лев получил серьёзное предупреждение в отношении того, с кем ему предстоит иметь дело. Лев играл осторожно и перешел в эндшпиль с перспективной позицией. На девятнадцатом ходу положение Дип Сот стало критическим, и тут он передвинул пешку, стоявшую перед его королем, на две клетки вперед. Лев был удивлен ходом, который пожалуй был единственным, удерживающим позицию Дип Сот. Несмотря на то что позиция Дип Сот выглядела уродливо, она не была проигранной. Однако хитрый Лев нашел способ добиться прогресса. Игра перешла в ладейное окончание, где у обеих сторон было по ладье и по пять пешек. Лев всё ещё владел преимуществом, но как известно, в ладейных окончаниях победить трудно. Возможно мы могли бы заполучить ничью. На 52-м ходу Дип Сот действительно имел в своих руках ничью посредством повторения позиции, но только в том случае если бы он делал ничейные ходы. Дип Сот нашел нужный ход, но по неизвестным причинам решил затем рассмотреть альтернативный ничейный ход. Однако новый ход проигрывал сразу. Дип Сот обнаружил что при новом ходе ничьи не получается, но программа управляющая распределением времени была недостаточно умной, чтобы позволить ему вернуться обратно, к действительно ничейному ходу. Мы все наблюдали агонию. Дип Сот потратил двадцать минут в попытках найти ничейный ход, который он знал ещё недавно. Он не нашел этот ход снова, и на шестьдесят первом ходу мы сдались за компьютер.

В следующей игре Дип Сот выиграл у мастера, а затем, в последнем туре, сыграл вничью со старшим мастером. Его предварительный

рейтинг снизился с 2599 до 2495 пунктов, в основном в результате сбоя в первых трёх турах. Если мы исключим те три партии о которых идет речь и будем учитывать только партии сыгранные Дип Сот 0.01, то результат для его пятнадцати партий (шести из Фредкин Мастерс Оупен, и девяти из последних туров открытого чемпионата США) составит примерно 2592 пунктов. Сыграй Дип Сот 0.01 вничью в партии против Льва, то общий рейтинг этих пятнадцати игр достиг бы отметки примерно в 2634 пункта.

Открытый чемпионат США стал отрезвляющим опытом. Во-первых, у нас имелись ошибки для исправления. Во-вторых, очевидно что промежуточный приз Фредкина находился в пределах досягаемости, но вопрос заключался в том, не обойдет ли нас Хайтек на пути к нему.

Хайтек редко играл в турнирах, поэтому у нас было некоторое время чтобы перестроиться. Следующие два месяца мы провели за отлавливанием ошибок в Дип Сот 0.02. В ходе этого процесса мы обнаружили ещё одну важную ошибку. Дип Сот не генерировал ходы *взятия на проходе*<sup>3</sup> в той части поиска, которым управляла микропрограмма. В то время для нас было загадкой, почему в личных встречах Дип Сот 0.01 играл не лучше чем ЧипТест, несмотря на то что имел гораздо больше шахматных знаний. Возможно главным виновником этого стала ошибка *со взятием на проходе*.

В октябре 1988 года Дип Сот 0.02 сыграл еще в двух турнирах: "American Open", в Лос-Анджелесе штат Калифорния с 8-го по 10 октября, и на разрядном чемпионате США в Сомерсете штат Нью-Джерси с 28-го по 30 октября. Стюарт Крэкэрфт и Джим Джиллогли любезно согласились поработать на нас операторами в "American Open". В Нью-Джерси, где Дип Сот победил ещё двух международных мастеров, отправился Андреас. После разрядного чемпионата США у Дип Сот уже было двадцать девять сыгранных рейтинговых партий. Общий рейтинг по двадцати девяти играм, включая три игры омраченные ошибкой матования, составил 2509 пунктов. Лучший рейтинг на отрезке из двадцати пяти игр, включая опять же и три плохие игры, составил 2519 пунктов.

<sup>3</sup> Вот объяснение правила взятия на проходе для людей которые не играют в шахматы. В шахматах все пешки начинают игру на второй горизонтали доски. До эпохи Возрождения пешки могли за один ход продвигаться вперед только на одну клетку. В эпоху Возрождения, чтобы ускорить игру, правила были изменены. Теперь, при своём первом ходе со второй горизонтали, пешки могли передвигаться на две клетки вперед. Это, однако, позволяло пешке избегать взятия её пешкой(ами) противника с соседних вертикалей, которые при обычных обстоятельствах могли бы срубить эту пешку на третьей горизонтали. Поэтому было добавлено правило взятия на проходе (мимоходом). Сразу же после хода пешкой на две клетки, противник может срубить *только что* сходявшую пешку соседними пешками, как если бы она была пешкой на третьей горизонтали.

Другими словами, сразу же после разрядного чемпионата США мы уже могли предъявить права на промежуточный приз Фредкина. Тем не менее мы не знали что Дип Сот уже достиг требуемого рубежа, мы знали только что он был близок к нему, основываясь на устаревшей на несколько месяцев настенной таблице с рейтингами. Незнание того что мы уже выиграли гонку оказалось даже к лучшему. В следующем месяце Дип Сот громко заявил о себе в шахматном мире.

Учитывая что перед открытым чемпионатом США по результатам личных встреч ЧипТест слегка опережал Дип Сот 0.01, не исключено что он мог предъявить права на промежуточный приз Фредкина ещё в 1987 году, если бы мы только давали ему играть в человеческих турнирах. Но тогда пострадало бы развитие Дип Сот.

### ***Впереди чемпиона мира***

В январе 1988 года на пресс-конференции в Париже, чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова спросили, сможет ли компьютер победить гроссмейстера в турнирных условиях до 2000 года. Он ответил: "Ни в коем случае, и если у какого-нибудь гроссмейстера возникнут затруднения в игре с компьютером, я буду рад помочь ему своим советом". Гарри не знал, что это произойдёт уже в том же самом году. Не подозревал он и того, с какими трудностями он сам столкнётся в 1997 году, девять лет спустя и за три года до 2000 года.

В тот момент, когда Гарри сделал свой прогноз, он казался вполне надёжным. Компьютеры действительно победили гроссмейстеров в блиц-партиях (по пять минут) более десяти лет назад - тогда в качестве жертв выступили гроссмейстер Майкл Стин и гроссмейстер Роберт Хюбнер. Но при использовании турнирного контроля времени, компьютеры ни разу не сыграли с гроссмейстерами даже одной игры вничью. Хотя ЧипТест уже играл в свою полную силу, он всё ещё был неизвестен за пределами сообщества компьютерных шахмат. На самом деле даже мы сами толком не знали, какова сила ЧипТест, поскольку до Фредкин Мастерс Оупен у программы не было рейтинга. Чемпионом мира по шахматам среди компьютеров был Крэй Блиц, но в матче 1984 года международный мастер Дэвид Леви унизил его, выиграв все четыре партии. У Хайтек, обладателя самого высокого рейтинга среди шахматных компьютеров, в течение долгих лет он колебался всего лишь в пределах от 2350 до 2400 пунктов по шкале шахматной федерации США. В то же время у гроссмейстеров рейтинг как правило превышал 2550 пунктов по той же шкале. Несомненно, предсказание Гарри звучало для него вполне правдоподобно.

С 4-го по 6 ноября 1988 года в Кантоне, штат Огайо, проводился турнир "Hall of Fame Chess Festival". Дип Сот играл на нём с Майком

Брауном в качестве оператора. Для Дип Сот это был удачный турнир, он выиграл в первых четырех турах, в том числе и у ещё одного международного мастера. В пятом туре Дип Сот сыграл с Игорем Ивановым, второй раз в своей короткой карьере. У Игоря был белый цвет, и на этот раз он не читал никаких журналов! Игра закончилась боевой ничьей. Разделив первое место с Игорем, Дип Сот одержал свою первую турнирную победу.

В следующие выходные Дип Сот сыграл на своем первом чемпионате АСМ, в Орландо, штат Флорида. Дип Сот выиграл титул, обойдя по дополнительным показателям Фиделити Челленджер, партия с которым в первом туре закончилась вничью. В этом же турнире Дип Сот в первый раз публично играл с Хайтек и выиграл. (Дип Сот ещё три раза играл с Хайтек в соревнованиях по компьютерным шахматам - одну из партий он проиграл и победил в двух других. Победа в соотношении 3 к 1 между двумя программами соответствует примерно 200-м очкам разницы рейтинга, разделяющим программы.) Дип Сот был единоличным победителем или со-победителем всех чемпионатов по компьютерным шахматам, в которых он выступал. Но тем не менее, в этих результатах большую роль сыграла удача. Учитывая, что эти чемпионаты проводились по швейцарской системе, Дип Сот, несмотря на то что он был явным фаворитом, в каждом отдельном случае имел только около пятидесяти процентов шансов на победу.

В период с 24-го по 27 ноября в Лонг Бич, штат Калифорния, проводился турнир "Software Toolworks". С общим призовым фондом 130 000 \$ он был одним из трех крупнейших американских шахматных турниров в 1988 году. Кроме нескольких сильных гроссмейстеров США и международных мастеров на него были приглашены три легенды: бывший чемпион мира Михаил Таль, бывшие участники отборочных соревнований к матчу за звание чемпиона мира - "Великий датчанин" Бенг Ларсен и Сэмюэль Решевский. Михаил и Бенг по-прежнему активно выступали и обладали высоким рейтингом в мировом рейтинг-листе - шестнадцатым и сорок вторым в мире соответственно.

Стюарт Крэкрэфт и Джим Джиллогли опять предложили свою неопенимую помощь в качестве удаленных операторов. Джим, который, как оказалось, знал одного из основателей "Software Toolworks" (известную как "Mindscape" в наши дни), улаживал проблемы с телефонной линией с помощью персонала Toolworks. Радж Редди, в то время профессор кафедры информатики университета Карнеги-Меллон<sup>4</sup>, предложил оплатить расходы Дип Сот на турнире (это случилось за долгие годы до того как я узнал, что Радж также сыграл первоочеред-

<sup>4</sup> Позднее Радж стал деканом факультета информатики университета Карнеги-Меллон.

ную роль в процессе учреждения приза Фредкина). К моменту начала турнира мы знали что Дип Сот возможно уже выиграл промежуточный приз Фредкина, но существовала некоторая неясность относительно того, как должен рассчитываться общий рейтинг. Если будет использоваться математически некорректная формула, то Дип Сот может и не добрать рейтинга. В таком случае нам требовались ещё две удачные игры.

Не смотря на то что Дип Сот играл в турнирах уже в течение полу-года, в шахматном мире в основном не знали о его существовании. Когда директор турнира узнал рейтинг Дип Сот, то не сразу поверил, и позвонил в шахматную федерацию США чтобы удостовериться, что он правильный. Мой старый знакомый, Сэнджой Махаджан, играл в турнире, и как-то случайно разговорился с международным мастером Патриком Вольфом, который позднее стал гроссмейстером и чемпионом США. Патрик спросил, какой рейтинг у Дип Сот был на начало турнира. Сэнджой сказал, что 2510, на что Патрик ответил: "Не может быть, чтобы он был настолько силён". В ходе турнира Патрику пришлось существенно откорректировать своё мнение.

Две первые партии Дип Сот выиграл без особых проблем. Что касается промежуточного приза Фредкина, то здесь мы могли быть спокойны. На второй игре оператором был Стюарт. Согласно общепринятым правилам этикета, за шахматным столом никто не объявляет, что собирается поставить мат противнику. Как известно, старые мастера прошлого столетия объявляли мат, но сейчас это считается дурным тоном. В конце игры Дип Сот подсчитал, что может поставить своему сопернику мат в 19 ходов - то есть 19 ходов Дип Сот плюс 18 ответов противника, а в общей сложности это составит 37 полуходов. Стюарт был так взволнован, что сказал об этом оппоненту. Оппонент немедленно сдался. Позиция была совершенно проиграна, даже без угрозы непосредственного матования.

На следующий день мы получили известие из Калифорнии, что в третьем туре нашим противником будет не кто иной, как сам "Великий датчанин", Бент Ларсен. Бент был одним из самых успешных гроссмейстеров в послевоенный период. Он был участником кандидатских матчей, где оспаривалась возможность сыграть за звание чемпиона мира, причем не один раз, а в четырех разных циклах розыгрыша мирового первенства. В 1970 году в командном матче "СССР против остального мира" он играл за остальной мир на первой доске, опередив в этом отношении Бобби Фишера. На пике карьеры он поднимался до уровня второго шахматиста в мире. После волнений связанных с выигрышем промежуточного приза Фредкина настало время для серьезной провер-

ки. У Бента был белый цвет. Я надеялся на лучшее, но готовил себя к худшему. Я немного завидовал Стюарту и Джиму. Не все могут каждый день видеть легенду, тем более лицом к лицу.

Бент не был известен как конформист, и играл в необычные шахматы даже тогда, когда противостоял компьютеру. За несколько лет до этой игры я читал его биографию, где упоминалось о его пристрастии к продвижению ладейных пешек (двух пешек по краям доски). В своем первом турнире Дип Сот показал аналогичную тенденцию, но я абсолютно уверен, что у него были на то совершенно иные резоны, чем у Бента. Верный себе, Бент позволил Дип Сот получить в этой игре продвинутую пешку в центре, и выдвинул обе ладейные пешки дальше своих центральных пешек. Даже после стольких лет трудно судить об этой позиции. Один комментатор утверждал, что после дебютной стадии игры Бент обладал перевесом. Однако Дип Сот был вполне доволен своей позицией. У него была продвинутая пешка, что стесняло позицию Бента. Правда в ответ он получил значительное давление на эту пешку. Возможно против игрока-человека это действительно была бы достойная позиция для Бента, поскольку у людей могут возникнуть проблемы с умением сдерживать давление на пешку. Компьютер же просто спокойно рассчитает все варианты и убедится что пешка не теряется, или по крайней мере он получает за неё сопоставимую компенсацию. Тем временем, по мере продолжения игры оценка Дип Сот увеличивалась в его пользу. Я начал задумываться о немислимом. Может у Дип Сот действительно лучшая позиция?

Недавний анализ с более мощным шахматным компьютером (Дип Блю Дж.) показал, что Дип Сот мог провести комбинацию и выиграть игру возможно уже на семнадцатом<sup>5</sup> ходу. Дип Сот не нашел эту комбинацию, но по-видимому позиция всё ещё была благоприятна для него. Аналитики-люди все как один считают, что позиция Бента была лучше на всём протяжении начальной стадии игры. По моим многолетним наблюдениям, только действительно хорошие аналитики могут оставаться объективными, анализируя игру человека против компьютера.

Бент постепенно улучшал расположение своих фигур. Позиция была очень опасна для обоих игроков, но для него она вероятно была всё же опасна в большей степени. Затем, на двадцать шестом ходу, Бент сделал небольшую ошибку. Он сходил своим королем, что привело к блокировке поля отступления для его слона. Дип Сот угрожал перехватить слона своим следующим ходом. Хоть и с потерей темпа, но Бент мог

<sup>5</sup> См. приложение В для просмотра записи игры и потенциальной комбинации.

просто снова сходить своим королем, освобождая поле для выхода слона. В интервью международному мастеру Дэвиду Леви несколько недель спустя, Бент отметил ход королём как "один очень плохой ход". В действительности же, плохим был следующий ход. Не желая признавать ошибку за доской, он набросился на короля Дип Сот, выдвинув вперед одну из своих пешек. Позиция стала для него близкой к проигранной, а после его следующего хода Дип Сот рассчитал форсированный выигрыш. Через пятнадцать ходов Бент сдался и таким образом стал первым гроссмейстером проигравшим компьютеру в турнире при стандартном контроле времени. Мы в Питтсбурге смотрели друг на друга с недоверием. Мы находились на эмоциональном подъеме. Но буквально через несколько часов нас опустили обратно на землю.

В четвертом раунде Дип Сот играл против шестикратного чемпиона США, гроссмейстера Уолтера Брауна. Уолтеру ранее уже доводилось публично играть против компьютеров. В 1978 году он проиграл Чесс 4.6, программе Северо-Западного университета, но ведь в тот момент он одновременно играл ещё и с сорока тремя другими противниками! Однако на этот раз он мог играть против Дип Сот не ослабляя своего внимания. В шахматах есть старая поговорка: "Иногда уроки даете вы, а иногда уроки дают вам". В этой игре Уолтер дал Дип Сот хороший урок. В то время Дип Сот не понимал важности контроля слонем "открытой диагонали" или значения "постоянной связки"<sup>6</sup>. Уолтер красиво использовал эти слабости и довольно легко выиграл партию. Дип Сот упорно боролся, но этого было недостаточно.

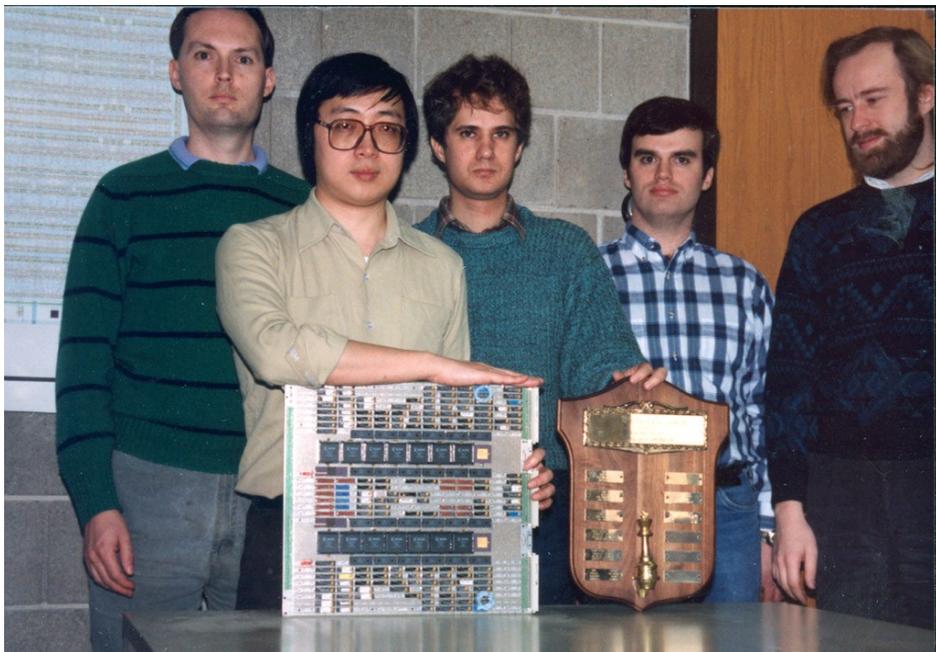
В пятом туре Дип Сот всего лишь во второй раз<sup>7</sup> в своей истории сыграл вничью с международным мастером, Винсом Маккембриджем, а затем, в следующей игре, победил сильного мастера. В седьмом туре, он попал в пару к другому международному мастеру, Алексу Фишбейну. Пару лет назад, на чемпионате АСМ, международный мастер Дэнни Копек представил статью, где приводил описание окончания ладья и слон против ладьи. Согласно книгам посвященным шахматным окончаниям, такие эндшпили обычно заканчиваются вничью. Однако в статье Дэнни Копек отмечал, что в этих окончаниях даже гроссмейстеры часто делают ошибки, приводящие к проигрышу. Поскольку ЧипТест не имел проблем с поиском матовой последовательности в типовых выигрышных позициях Дэнни, то мы приняли осознанное решение разрешить ЧипТест, а позд-

<sup>6</sup> Открытая диагональ - диагональ, на которой больше нет препятствий в виде пешек с обеих сторон. Постоянная связка - это неразрываемая связка, которая как правило образуется когда фигура прикована к своему собственному королю слонем противника.

<sup>7</sup> До этого момента Дип Сот побеждал во всех своих играх с международными мастерами, за исключением одной ничьи с Игорем Ивановым.

нее и Дип Сот, переходить в это окончание. До матча против Алекса Фишбейна Дип Сот дважды выигрывал в этом окончании, играя за сильнейшую сторону против шахматистов уровня эксперта, так что решение казалось здравым. Но я очень пожалел об этом решении, когда Дип Сот позволил Алексу преобразовать явно проигранную позицию в окончание ладья и слон против ладьи за слабейшую сторону. Теоретически, при идеальной игре, позиция на доске была ничейна.

Сэнджой Махаджан обсуждал эту позицию со старшим мастером Адамом Лейфом и международным мастером Патриком Вольфом, и они оба считали что Алекс должен знать как играть здесь. "Он как раз из тех игроков кто знает это" - сказал Патрик. Некоторое время Алекс сохранял шансы на ничью. Поскольку приближался последний тур, то директора турнира отложили игру - её предстояло доиграть по окончании игры последнего тура. Между директорами турнира состоялся интересный спор о том, кто должен попасть в пару к Дип Сот в последнем туре. Если бы

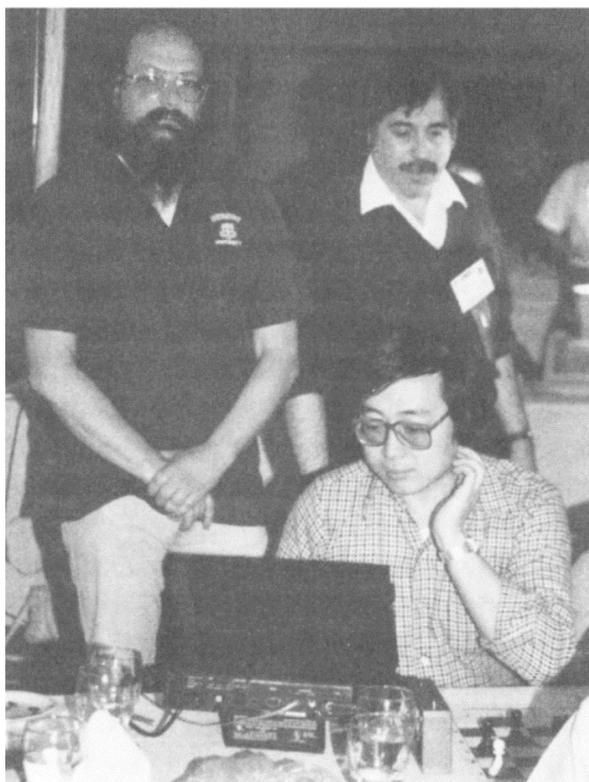


### **Команда Дип Сот.**

*Слева направо: Мюррей Кэмпбелл, Фен Сюн Сю, Томас Анансараман, Майк Браун, и Андреас Новатчук. На переднем плане находится собственно сама плата Дип Сот и почетный знак CDC (знак пожертвован производителем суперкомпьютеров, компанией CDC, для чемпионата АСМ). Снимок сделан в 1988 году, после получения Дип Сот промежуточного приза Фредкина за текущий рейтинг гроссмейстерского уровня.*

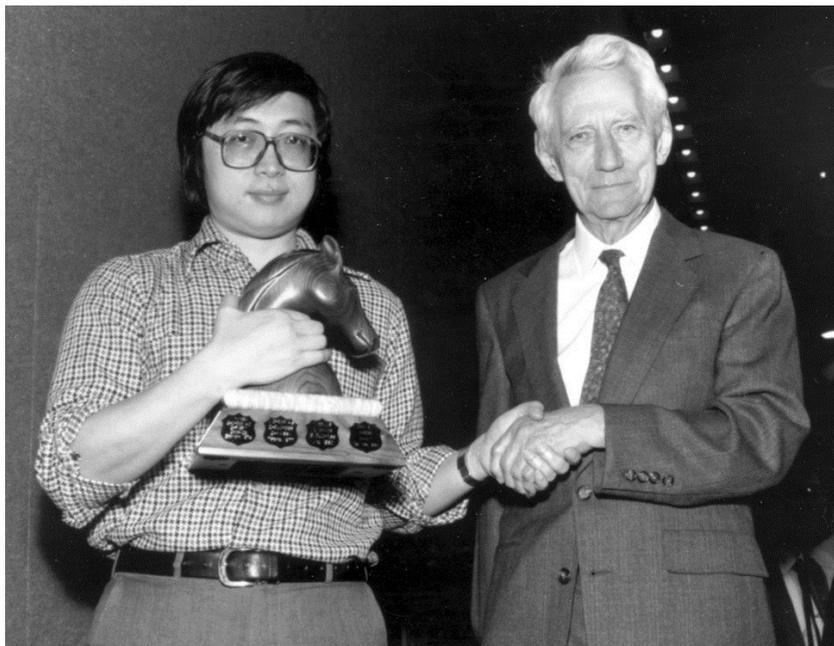
игровые пары определялись как после победы Дип Сот, то нашим противником в последнем туре стал бы британский гроссмейстер Энтони Майлс. Вместо этого игровые пары определялись так, как если бы мы сыграли вничью, в результате чего нам пришлось играть с международным мастером Джереми Сильманом, который к тому же оказался шахматным учителем Стюарта Крэкэрфта. Оказавшись прямо перед взором своего учителя, Стюарт нервничал. Но Дип Сот конечно же не знал, кем был Джереми Сильман. Джереми удалось свести игру к равной позиции, но затем, в трудном окончании, ему пришлось сдаться на пятьдесят седьмом ходу.

Отложенная партия против Алекса Фишбейна состоялась после того, как оба игрока закончили свои партии последнего тура. В последнем туре Алекс проиграл гроссмейстеру Энтони Майлсу, который теперь лидировал в турнире с 6,5 очками из 8. Дип Сот оказался единственным игроком, который мог догнать Энтони. Запечатанный ход Алекса оказался проигрыш-



**С Кеном Томпсон и Дэвидом Слэйтом.**

*Стоят, слева направо: Кен Томпсон (лауреат премии Тьюринга за UNIX и один из авторов Белл) и Дэвид Слэйт (один из авторов Чесс 4.X). Снимок сделан на WCCC (Чемпионат мира по шахматам среди компьютеров) в 1989 году.*



**Клод Шеннон вручает автору награду, выполненную в форме головы лошади.**  
*Снимок с WCCC 1989 года.*

ным и Дип Сот быстро нашел последовательность выигрывающих ходов. На этот раз Стюарт не объявлял мат и игра продолжалась до восьмидесятого хода, после которого Алекс сдался.

Гроссмейстер Энтони Майлс и Дип Сот стали со-победителями турнира опередив остальных шестерых гроссмейстеров, в том числе бывшего чемпиона мира Михаила Таля. Это был первый случай, когда какой-либо компьютер занял первое место в каком-либо турнире опередив гроссмейстеров, не говоря уже про бывшего чемпиона мира. Поскольку Дип Сот не мог претендовать на призовые деньги, то Энтони Майлс был награжден как единственный обладатель первого приза.

Гонка за промежуточный приз Фредкина была официально закончена. Турнирный рейтинг Дип Сот составил 2776 пунктов по шкале шахматной федерации США, что немного ниже результата в "Hall of Fame", который составил 2790 пунктов. В 1988 году Дип Сот сыграл сорок две рейтинговые партии и его рейтинг за все сорок две игры<sup>8</sup>, в том числе и игры с серьезными ошибками в открытом чемпионате США, составил 2598 пунк-

<sup>8</sup> Это странное совпадение, что число 42 появляется в этой главе, сначала в качестве ответа Дип Сот на вопрос "Жизни, Вселенной и Всего Сущего", а затем как место Бента Ларсена в мировом рейтинге, и номинальное число игр Дип Сот в 1988 году.

тов. Рейтинг лучшей последовательности из двадцати пяти игр в этот период составил 2655 пунктов или на 155 пунктов выше, чем рейтинг который требовался для получения промежуточного приза Фредкина.

Спустя несколько месяцев после турнира "Software Toolworks", Дип Сот по праву стал чемпионом мира. Это произошло в Эдмонтоне, Канада, на чемпионате мира по шахматам среди компьютеров, который проводится раз в три года. Однако компьютерные шахматные [турниры](#) становились для нас всё менее интересны. Наше внимание целиком переключилось на решение главного вопроса - победы над чемпионом мира по шахматам среди людей.

И в заключение, в 1989 году организаторы турнира "Software Toolworks" устроили для Дип Сот выставочную игру с гроссмейстером Энтони Майлсом, как неофициальный тайбрейк турнира 1988 года. Дип Сот победил в этой игре.

## *"Тук, тук. Кто там?"*

### *Человек, который хочет быть твоим другом*

Фредерик Фридель - независимый немецкий журналист, но только тогда, когда он не слишком занят в двух компаниях связанных с компьютерными шахматами, чьим соучредителем он является. Одна из его компаний издает журнал о компьютерных шахматах, "Computer Schach und Spiele", который рассматривает и рекомендует шахматные компьютеры и шахматные программы, в то время как другая компания, "ChessBase", разрабатывает шахматные программы. Тут потенциально возможен серьезный конфликт интересов. Но Фредерик не из тех, кого будет ограничивать какой-то конфликт интересов, и он совершенно откровенно высказывается об этом.

Андреас Новатчук знал Фредерика ещё со времён учебы в университете Гамбурга. Он встречался с ним пару раз через посредничество нескольких друзей, которые занимались компьютерными шахматами. Андреас описывал Фредерика как человека, который ездит на быстрых автомобилях, носит костюмы от дизайнера, и общается с известными людьми. "Общается с известными людьми" - частично это утверждение справедливо и до сих пор, но я знаю что сегодня Фредерик семейный человек у которого есть любящая жена и двое прелестных детей.

Фредерик организовал несколько довольно крупных мероприятий по компьютерным шахматам на немецкой земле. В 1979 году одним из них стал транслировавшийся по телевидению [матч](#), между международным мастером Дэвидом Леви и программой Чесс 4.8. Здесь то ли Фредерик был очень убедителен, то ли Дэвид был очень храбр. Дело в том, что за Чесс 4.8 ходы на шахматной доске делал гигантский промышленный робот. Робот легко мог сделать Дэвида очень известным, но искалеченным международным мастером, если бы контроль над машиной был потерян на миг или два.

Фредерик принадлежал к тому дружелюбному типу парней, кто может быть очень полезен, особенно когда помощь взаимна. Так как обе компании Фредерика работали в сфере компьютерных шахмат, то он общался со мно-

гими из лучших шахматистов, обычно предлагая им бесплатное программное обеспечение и базы данных шахматных партий. Он очень рано стал близким другом Гарри Каспарова, возможно даже ещё до того как Гарри был коронован как чемпион мира по шахматам. Как говорят, Гарри и сам содействовал созданию ChessBase. Судя по всему, программа ChessBase, которая представляет собой программу для работы с базой данных шахматных партий, была создана чтобы удовлетворить потребности Гарри, и многие из особенностей программы были основаны на его пожеланиях.

В конце июля 1988 года Андреас принял в нашем офисе телефонный звонок от Фредерика. Затем он послал письмо по электронной почте остальной части команды с кратким изложением разговора. Фредерик приглашал нас сыграть на выставочном мероприятии в Германии. Я был очень удивлен. Хотя ЧипТест и выиграл в 1987 году чемпионат АСМ, более известной машиной оставался Хайтек. И в самом деле, после чемпионата, во французском шахматном журнале "Europe Echecs" опубликовали отчет, где сообщалось, что Хайтек переигрывает ЧипТест в соотношении 2 к 1. В отчете "Europe Echecs" вероятно либо сами ошиблись при цитировании, или же процитировали неверный источник информации, поскольку результаты из лог-файла ЧипТест показывали совершенно иное. Как бы то ни было, для внешнего мира Хайтек оставался некоронованным королём. Результаты Фредкин Мастер Оупен рассеяли миф в отношении Дип Сот и ЧипТест, но оставалось неясно, действительно ли они так хорошо известны за пределами Карнеги-Меллон. Как Фредерик узнал о нас?

Оказалось, что у Фредерика, ещё со времён расцвета Белл были дружеские отношения с Кеном Томпсоном. Кен проводил академический отпуск от Bell Labs в Сиднее, Австралия. Так как Кен состоял в моей диссертационной комиссии, то я держал его в курсе того, что происходит с ЧипТест и Дип Сот, а он по-видимому рассказал Фредерику о нас. Знакомство с нужными людьми иногда очень выгодно.

Приглашение от немцев было частью празднования той осенью дня рождения Конрада Цузе, самого известного компьютерного первопроходца из Германии. Пятьдесят лет назад Конрад сделал предсказание, что компьютер победит чемпиона мира по шахматам в течение пятидесяти лет. Планировалось, что важной частью мероприятий станет матч лучшего компьютера против Гарри Каспарова. Его организатором был Фредерик, и он хотел чтобы этим компьютером стал Дип Сот. Определенно, нам было ещё слишком рано соревноваться с Гарри, но это был слишком хороший шанс, чтобы отказываться. В любом случае это стало бы захватывающим событием.

Так как мы были заняты погоней за промежуточным призом Фредкина, то не отслеживали внимательно текущую ситуацию с приглашением. Андреас поддерживал контакты с Фредериком и информировал остальных членов команды. Фредерик также предложил предоставить Дип Сот базу

данных партий, и предложение было с благодарностью принято. К середине сентября 1988 года появилось несколько новых обстоятельств. Возникшие противоречия при телевизионном планировании означали, что матч будет отложен до января. Другая сложность заключалась в том, что спонсором выступал IBM Германии, который настаивал на запуске Дип Сот на хост-компьютере IBM. В то время Дип Сот не мог работать на хосте IBM, так что финансирование матча вызывало сомнение. Неделю спустя нам сообщили, что матч отменен. Так закончилась первая попытка организовать матч между Гарри и Дип Сот.

Фредерик поддерживал контакт с командой на протяжении многих лет. Так как он был также близок и к Гарри, то мы получили возможность услышать мнение чемпиона о шахматных компьютерах. Следующие поддержки прибыли с письмом, которое он прислал мне в 1989 году:

Начало 1988 года: "Компьютеры никогда не победят гроссмейстеров".  
Середина 1988 года: "Компьютеры никогда не победят сильных гроссмейстеров".

Конец 1988 года: "Ну хорошо. Да, Бент является сильным гроссмейстером, но компьютер никогда не сможет победить Карпова или меня".

У Мюррея Кэмпбелла в связи с этим последним заявлением было одно интересное наблюдение. Мюррей работал в области компьютерных шахмат гораздо дольше чем я. За эти годы он заметил, что когда компьютеры были гораздо слабее, то шахматисты уровня мастера говорили, что компьютеры никогда не победят шахматистов уровня эксперта. А эксперты, разумеется, были на один уровень ниже мастеров по силе игры. С течением времени всё повторялось по той же схеме, но уже с более сильными игроками. Когда Гарри делал свое предсказание, Анатолий Карпов был вторым по силе игроком в мире, вслед за Гарри Каспаровым.

### ***Переговоры с IBM***

IBM Германии отменил немецкий матч с Гарри в сентябре 1988 года. Между тем исследовательский центр IBM в США уже в течение некоторого времени вел переговоры с нами о возможности продолжения наших исследований в IBM. Насколько мне известно, в IBM Германии не знали что после окончания аспирантуры мы можем перебраться в IBM.

Первый намек на заинтересованность IBM поступил от Кай-Фу Ли, аспиранта Карнеги-Меллон работающего в области распознавания речи. Кай-Фу разговаривал с некоторыми специалистами по распознаванию речи из IBM о том, чем занималась команда Дип Сот, и в ответ получил информацию, что IBM возможно заинтересована в поддержке наших иссле-

дований. Один из людей IBM, с кем разговаривал Кай-Фу, был Питер Браун.

В 1982 году Питер и я учились в одном и том же вводном классе Карнеги-Меллон. Мы знали друг друга, но не очень близко. За несколько недель до Фредкин Мастерс Оупен я столкнулся с Питером в гостиной кафедры информатики, и упомянул чем занимаюсь. Питер задавал много вопросов, но я и понятия не имел, что он думает о возможности IBM нанять нас.

Годы спустя Питер рассказал, как он заинтересовал высшее руководство компании в продолжении проекта в IBM. Это случилось где-то во время проведения Супербоула. Питер случайно оказался в мужском туалете одновременно с Абэ Пеледом, вице-президентом по компьютерным наукам исследовательского центра IBM. Они заговорили о том, насколько же дороги телевизионные рекламные ролики для Супербоула. Питер высказал предположение, что знает способ получить гораздо большую известность при гораздо меньших затратах. Он знает группу аспирантов работающую над шахматным компьютером в Карнеги-Меллон, и полагает что эта команда создаст первую шахматную машину которая победит чемпиона мира. Учитывая историческую значимость события и подспудный общественный интерес, IBM может получить огромную пользу от рекламы. И да, члены команды специалисты мирового класса, в найме которых IBM была бы заинтересована в любом случае. Абэ заинтересовался и попросил Питера изучить вопрос поподробнее.

Джон Кок, теперь отставной IBM Fellow и лауреат премии Тьюринга, первым предложивший идею RISC процессора (Reduced Instruction Set Computer - компьютер с упрощённым набором команд), между прочим также сыграл важную роль в поддержке найма команды. Джон был хорошим другом профессора Эдварда Фредкина, который пожертвовал деньги для создания приза Фредкина в компьютерных шахматах. Джон был очень взволнован возможностью прихода в IBM лучшей команды в области компьютерных шахмат, и его волнение было заразительным. К началу ноября 1988 года несколько менеджеров IBM проявили заинтересованность, и попросили нас приехать. Это случилось ещё до того как мы наделали шума на турнире "Software Toolworks".

Томас, Мюррей и я, по отдельности, посетили исследовательский центр IBM и рассказали о наших планах. Идея заключалась в том, чтобы объединить всю шахматную машину целиком в одном кремниевом чипе, а затем, используя огромное количество таких чипов, создать "окончательную" шахматную машину - машину, которая сможет обыграть чемпиона мира. Работой по чипу мог бы заниматься я один, в то время как Томас и Мюррей будут разрабатывать программное обеспечение, сначала на промежуточной машине, а затем переносить его на финальную машину. В

начале марта 1989 года, Томасу и мне предложили постоянные должности в исследовательском центре IBM для работы над шахматной машиной. Там были некоторые осложнения с Мюрреем, и прошел ещё месяц или около того, прежде чем ему предложили место постдока. Позднее его должность стала постоянной.

За несколько недель до уведомления от IBM, я получил по электронной почте письмо от руководителя Лаборатории Информатики из Xerox PARC (Palo Alto Research Center - научно-исследовательский центр Пало-Альто) с просьбой рассмотреть вариант с PARC. Xerox PARC был легендарным местом научных исследований по информатике. Некоторые из наиболее интересных исследований по информатике в 1970-е и 1980-е годы происходили именно оттуда. Например, основную идею "Apple Macintosh" можно проследить из лаборатории PARC. Некоторые из наиболее новаторских ранних программ для разработки VLSI также пришли из PARC. Кроме того, атмосфера в лаборатории была гораздо ближе к той, к которой я привык в Карнеги-Меллон. К тому же PARC располагался в Силиконовой долине. Я был там несколько раз и по-настоящему наслаждался этой необыкновенной атмосферой, не говоря уже о погоде! Плюс бонусом было то, что Силиконовая долина располагалась гораздо ближе к Тайваню. Я немедленно послал своё резюме в PARC и получил положительный предварительный ответ.

Когда пришло предложение от IBM, я всё ещё рассматривал PARC в качестве альтернативы. Томас и Мюррей сразу же приняли предложение IBM, а я всё ещё ждал, выясняя, не предоставит ли PARC более привлекательные условия. Я оказался в довольно неловком положении. Если я отклоняю предложение IBM, то Томасу и Мюррею придется искать новый проект в IBM, а я не хотел ставить их в трудное положение, особенно после всего того что мы пережили вместе. Но я также обещал и людям из PARC придерживаться беспристрастного подхода. Кроме того, мне понравилась идея переезда в Калифорнию. "Следуйте на запад, молодой человек". Я всегда считал, что в конечном итоге окажусь в Силиконовой долине. Многие из моих одноклассников по колледжу были там, и некоторые из моих хороших друзей в Карнеги-Меллон также выбрали этот путь. Я решил отложить решение, пока не выясню, что может предложить PARC.

Xerox PARC был очень интересным местом, особенно для тех, кто работал в области VLSI. Тем не менее у меня были некоторые условия. Будет ли готов Xerox, который по-настоящему не работал в компьютерном бизнесе, поддержать усилия на долгосрочную перспективу? К тому же я не знал какое приму решение, если Xerox предложит поддержать проект, но примет на работу только одного из нас.

Часть меня приветствовала идею снова работать одному, по крайней мере в течение некоторого времени. Дело в том, что команда работала в режиме конвейера, где вначале я заканчивал разработку аппаратной части,

а потом остальные завершали разработку программного обеспечения. Теоретически, аппаратное и программное обеспечение можно разрабатывать одновременно, но это возможно только если аппаратные средства определены корректно, что конечно же не применимо в случае разработки нового шахматного чипа. Кроме того, разработка нового чипа вполне может занять несколько лет, в то время как программное обеспечение можно завершить за срок, скажем, от 6 месяцев до года. Найм группы корпорацией IBM имел то преимущество, что команда сохранялась в целости, а также то, что он мог обеспечить IBM видимый внешне результат немедленно. Но поскольку график проекта имел исследовательский характер, то изначально прогресс будет относительно небольшой; фактически, необходимость обеспечить внешнюю видимость прогресса легко могла стать причиной задержки проекта, так как в таком случае нам придется создавать промежуточную машину, чтобы по-прежнему находиться на вершине мира компьютерных шахмат. Работая в одиночку, я имел возможность сразу же перейти к разработке нового шахматного чипа, что было тем, над чем я действительно хотел работать.

Так или иначе, я не сказал людям из PARC, что хотел бы обсудить возможность работать в одиночку. Может быть подсознательно я не хотел столкнуться с тем трудным выбором, которому предстояло возникнуть. Я просто упомянул о том, что готова предложить IBM. В конце концов, в PARC решили, что они не могут состязаться с предложением IBM в отношении найма всей команды, и тогда я проинформировал исследовательский центр IBM о своём согласии.

### ***Бедный подполковник из DARPA***

После споров связанных с приглашением из Калифорнии в 1987 году, я старался по мере возможности не иметь дел с доктором Берлинером. Конечно он всё ещё числился в составе моей диссертационной комиссии, но в данном случае, учитывая те далекие от идеальных отношения которые у нас были, не имело никакого смысла раскачивать лодку. В апреле 1989 года доктора Берлинера в моей диссертационной комиссии заменил Аллен Ньюэлл, который был одним из основателей кафедры, а также одним из пионеров компьютерных шахмат. Оглядываясь назад я задаюсь вопросом, не была ли причина по которой доктор Берлинер оставил комиссию, больше связана с проводившим расследование журналистом, чем с его собственной персоной.

Поражение гроссмейстера Бента Ларсена от Дип Сот и дележ первого места на турнире "Software Toolworks" 1988 года стали большой новостью в мире шахмат. Одновременно с турниром Toolworks проходила двадцать восьмая шахматная олимпиада в Салониках, где в составе своих национальных команд соревновались почти все лучшие игроки шахматного мира. Когда весть о победе Дип Сот в Лонг Бич достигла Салоник, она стала

притчей дня. До того момента большинство из лучших шахматистов скорее всего никогда и не слышали о Дип Сот.

Потребовалось некоторое время, прежде чем новость дошла до центральной прессы. 22 декабря, спустя месяц после турнира, на первой странице "Интернешнл геральд трибюн" появился заголовок "Компьютер - первый. Дип Сот оглушает шахматный мир". Никто из нашей команды и понятия не имел, каким образом мы оказались на первой полосе в международной газете. Насколько нам известно, нас не удостоила первая полоса ни одна из национальных газет США, и конечно же мы не ожидали увидеть появления новости в международной газете. Этот заголовок привлек внимание репортёра из Лондона, который решил начать "расследование".

Мы узнали об интересе журналиста к проекту от доктора Берлинера, который вызвал нас, чтобы сказать что один репортер заинтересован в проведении демо-игры с Дип Сот. Доктор Берлинер добавил, что репортер представляет уважаемый журнал. Так как мы уже начинали подыскивать работу и могли бы воспользоваться рекламой, то с готовностью согласились провести демо-игру. В оговоренное время журналист позвонил и представился как Доминик Лоусон из британского журнала "The Spectator". Позже я узнал, что он был заместителем главного редактора журнала (сейчас он редактор газеты "Сандей телеграф" в Великобритании). Доминик проиграл, и мы подумали, что это конец всей истории. Он не предпринял попытки взять интервью у кого-нибудь из членов команды Дип Сот, и казалось был заинтересован только в игре.

Затем, 27 февраля 1989 года, кто-то показал мне колонку Чарльза Краутхаммера, перепечатанную "Питтсбург пост газетт" из "Вашингтон пост". Это была очень хорошо написанная статья об успехе Дип Сот в Лонг Бич и его последствиях, где цитировался "The Spectator" как источник информации по некоторым материалам.

Одна из библиотек Карнеги-Меллон имела подписку на "The Spectator" и я нашел статью процитированную Чарльзом Краутхаммером. Это была не просто статья, но и тема номера по данному вопросу. На [обложке](#) был изображен самолет с фюзеляжем в виде шахматной фигуры слона и четырёх двигателей в виде шахматных пешек, летящий над клетчатой областью. На видном месте находился и американский флаг. Основной заголовок на обложке гласил: "Играющий на Победу", а меньший заголовок добавлял: "Доминик Лоусон раскрывает военные ходы Пентагона". Я поморщился - "Андреасу это не понравится". Андреас симпатизировал точке зрения партии зеленых Германии, которая придерживалась взглядов защиты окружающей среды и пацифизма. Поддержка военных усилий, в любом виде, полностью противоречила его убеждениям. Никого другого из членов команды не волновало, какие могут быть сделаны выводы в этом отношении.

С одной стороны, статья Доминика была веселой. "The Spectator" оказался журналом, который сам себя позиционировал как серьезный, но сама статья показалась мне довольно неосновательной. Подзаголовок внутри журнала звучал следующим образом: "Доминик Лоусон исследует проект Дип Сот и обнаруживает, что Пентагон использует шахматы в гонке вооружений". Хорошо, возможно я не знал, и до сих пор не знаю, будет ли Пентагон использовать шахматы в гонке вооружений. Но я знаю, что проект Дип Сот начинался вовсе не потому, что кому-то в Пентагоне этого захотелось.

По мере чтения статьи продолжали всплывать фактические ошибки, и это только лишь в отношении тех вещей, о которых я точно знал, что они ошибочны. В одном из разделов статьи читаем: "Проект Дип Сот, а также другие разработки Карнеги-Меллон по компьютерным шахматам, были *в полном объеме* оплачены DARPA - Агентством Передовых Оборонных Исследовательских Проектов Пентагона". О как! Оказывается деньги которые мы заплатили из наших собственных студенческих карманов, тоже принадлежали DARPA!

Затем я прочёл то, что было самой забавной частью статьи. "Я спросил подполковника Роберта Симпсона, руководителя DARPA по финансированию исследований по экспертным системам, которые включают в себя в том числе и проект Дип Сот, указать мне хотя бы одно явное военное применение Дип Сот". Во-первых, Дип Сот не был "экспертной системой", что означает некоторые весьма специфические исследования в области искусственного интеллекта. Некоторые из членов команды вероятно посчитали бы оскорблением называть Дип Сот экспертной системой. В самом деле, по крайней мере два члена команды использовали слово фигня, при описании "экспертных систем", или уж если на то пошло, то и всего искусственного интеллекта. Во-вторых, исследования по Дип Сот поддерживались по статье VLSI проекта, а из финансирования исследований DARPA по экспертным системам никаких денег не поступало. Насколько мне известно, подполковник Роберт Симпсон никогда не получал ни одного клочка бумаги с описанием проекта Дип Сот.

Только представьте себе ситуацию, в которой оказался этот подполковник. Репортер звонит вам и спрашивает о проекте, о котором вы ничего не знаете. Вы должны что-нибудь сказать. Ну, подполковник Роберт Симпсон соображал быстро.

«"Для навигации в условиях поля боя", быстро ответил он. "Такая машина как эта, запрограммированная со знанием местности где летит пилот, может оцифровать все различные варианты маршрута, изучить их, и выбрать оптимальный. Это именно то, чем занимается Дип Сот"». Интересно, я и не думал, что г-н Каспаров может конструировать хорошие крылатые ракеты.

Тут я подошел к кое-чему очень раздражающему. «Руководитель проекта Дип Сот и кафедры информатики Карнеги-Меллон, профессор Ганс Берлинер предупредил меня, что приблизительно через три года его команда создаст преемника Дип Сот, который будет сильнее, чем чемпион мира по шахматам Гарри Каспаров. "На самом деле это печально" - вздохнул он - "только-только шахматисты начали зарабатывать на достойную жизнь"». Доктор Берлинер не был ни главой проекта Дип Сот, ни главой кафедры и к тому же он был конкурентом. Что же случилось в интервью Доминика с доктором Берлинером, не имевшим абсолютно никакого отношения к Дип Сот?

Когда я успокоился, то понял, что возможно в действительности Доминик имел в виду вполне положительную историю, и может быть просто не имел времени, чтобы проверить все детали. Ведь, в конце концов, в других средствах массовой информации именно д-ра Берлинера ошибочно называли как лидера проекта Дип Сот.

Как бы то ни было, после того как остальная часть команды ознакомилась со статьей, мы решили направить письмо в "The Spectator". Я также послал по электронной почте письмо доктору Берлинеру с просьбой по возможности проследить, чтобы в будущем другие журналисты не совершали подобной ошибки. Мы всё ещё находились в поисках работы, и такое неправильное приписывание авторства могло оказать влияние на наши перспективы. Одно потянуло за собой другое, и спустя месяц профессор Аллен Ньюэлл заменил доктора Берлинера в моей диссертационной комиссии.

Через несколько недель после того как мы отправили письмо в "The Spectator", оно, сильно откорректированное, появилось в разделе писем.

Сэр: Статья "Шахматные игры Пентагона" (от 28 января), содержит несколько явных заблуждений и фактических ошибок.

(Это отличается от того, что мы написали на самом деле, но суть та же.)

Проект Дип Сот не в полном объеме финансируется DARPA, Министерством обороны, или непосредственно Пентагоном. Поддержка проекта включает в себя промышленные источники финансирования, средства Национального научного фонда, и лишь до некоторой степени деньги Министерства обороны.

Это резко отличается от того, что написали мы: "Проект Дип Сот не финансируется непосредственно DARPA/Министерством обороны или Пентагоном, и уж конечно же не в полном объеме. Работы по Дип Сот были развлекательным упражнением, где несколько аспирантов применили

то, что они узнали о VLSI схемах и разработке аппаратных средств. Первым результатом этого стал ЧипТест, который мы создали целиком из отходов от других проектов, в своё свободное время. После успеха ЧипТест на компьютерном чемпионате ACM 1987 года один из наших кураторов, профессор Х.Т. Кунг, помог нам скромными 5000 \$ из своего дискреционного фонда, которые были использованы для создания нынешнего Дип Сот. Эти деньги напрямую не связаны с какой-либо официальным проектом, но являются частью нормальных эксплуатационных расходов типичного университета. Как таковые они включают в себя: промышленные источники финансирования, плату за обучение, средства NSF (Национального научного фонда), пожертвования, и в некоторой степени деньги Министерства обороны. Кроме того, некоторые из различного рода затрат на Дип Сот, поступали непосредственно из наших собственных карманов".

Далее в опубликованном письме продолжалось:

Мы сильно сомневаемся, что подполковник Роберт Симпсон осведомлен о природе Дип Сот, который не имеет никакого отношения к исследованиям по экспертным системам. Дип Сот - специализированный механизм для игры в шахматы, и только в шахматы. Основные алгоритмы используемые Дип Сот известны на протяжении десятилетий, и в структуре Дип Сот нет ничего полезного для навигации на поле боя. Цитируя Кена Томпсона из Bell Labs: "Военное применение Белл [шахматная машина, такая же как и Дип Сот] возможно только в том случае, если она выпадет из самолета и убьет кого-нибудь".

Этот абзац был дан в полном объеме.

В "The Spectator" не опубликовали следующее: «Д-р Ганс Берлинер является старшим преподавателем-исследователем кафедры информатики университета Карнеги-Меллон и возглавляет научно-исследовательский проект по шахматной машине Хайтек. Он вовсе не глава кафедры информатики, коим является профессор Нико Хаберман, а также никаким образом не связан с работами по Дип Сот.

Г-ну Лоусону в своем "расследовании" проекта Дип Сот, удалось прояснить необычайное искусство, не взяв интервью ни у одного из членов команды Дип Сот».

Возможно, тут повлияло то, что наше письмо оказалось слишком длинным.

### *Из шахмат на Уолл-стрит*

После решения пуститься в догонку за чемпионом мира по шахматам, я начал читать колонку гроссмейстера Роберта Бирна в газете "Нью-Йорк таймс", всякий раз когда она попадала мне в руки. Когда ЧипТест зарабо-

тал, я стал проверять анализы Роберта на ЧипТест. Иногда ЧипТест находил идеи, которые тот пропустил, но чаще Роберт производил такой глубокий анализ, который было трудно повторить на ЧипТест.

Когда ЧипТест выиграл чемпионат АСМ 1987 года, Роберт написал статью об этом, но у нас не было прямых контактов с ним до окончания чемпионата АСМ 1988 года, где Дип Сот победил Хайтек. Директор турнира, Майк Вэльво, помог Роберту со справочной информацией о Дип Сот. Поскольку многие люди не понимали, что доктор Берлинер не связан с Дип Сот, мы попросили чтобы Майк Вэльво помог разъяснить ситуацию. Это был наш первый косвенный контакт с Робертом.

Несмотря на то, что Дип Сот никогда не был проектом Искусственно-го Интеллекта (AI), AI сообщество рассматривало Дип Сот, как один из своих проектов, и в 1989 году нас пригласили сыграть выставочный матч не с кем иным как с гроссмейстером Робертом Бирном, на Международной объединенной конференции по искусственному интеллекту. Ни один из игроков не присутствовал на месте её проведения. Дип Сот играл из Питтсбурга, в то время как Роберт играл из своего дома в штате Нью-Йорк. Ходы передавались через "USA Today Sports Center" - онлайн-сервис подобный AOL или MSN сегодня. Дип Сот выиграл игру, но несколько дней спустя, во второй игре организованной "Sports Center", Роберт отыгрался. Роберт и Дип Сот сыграли ещё две игры, одержав по одной победе каждый.

После этих четырех игр к проекту проявила интерес газета "Нью-Йорк таймс", и Роберта попросили написать статью для газетной рубрики "Сайнс таймс". Для написания статьи он посетил Карнеги-Меллон, и это был первый раз, когда мы встретились с ним лицом к лицу. Он был похож на уважаемого старого джентльмена - после знакомства с ним люди обычно описывали его как "приятного джентльмена". Мы все немедленно полюбили его. После того как мы присоединились к IBM обнаружилось, что Роберт живет неподалеку. Заядлый теннисист, также как и Мюррей (до рождения дочери Мюррея), он часто играл по выходным. Время от времени Роберт заглядывал к нам и играл несколько партий с нашей последней машиной. За исключением гроссмейстеров которые работали над проектом, Роберт знал о наших машинах пожалуй больше, чем любой другой гроссмейстер.

Статья Роберта в "Сайнс таймс" стала темой номера, и растянулась на две страницы. В ней была описана работа Андреаса с автоматической настройкой оценочной функции. Генеральный директор фондовой биржи Уолл-стрит и одна торговая фирма заметили статью, и связавшись с Андреасом по телефону, предложили ему высокооплачиваемую работу. Из любопытства Андреас отправился в Нью-Йорк и встретился с людьми с Уолл-стрит. Желая произвести впечатление, генеральный директор провёл

его на биржу, но Андреас был одет в джинсы, а джинсы не допускались в операционном зале фондовой биржи. Генеральному директору пришлось договариваться, чтобы в определённый момент охранник смотрел в другую сторону. Последующая прогулка по залу должна была стать ознакомительной, но почему-то она вылилась в более подробную экскурсию. Камеры видеонаблюдения отследили в биржевом зале Андреаса в джинсах, к ним подошли люди из службы безопасности, и начались споры. Не знаю как Андреас, но будь я на его месте, то как только бы меня удалили из биржевого зала, я рассмеялся бы от души. Уолл-стрит был совсем другим миром.

Не смотря на то что предложение с Уолл-стрит было интересным, Андреас отказался. Фирма с Уолл-стрит продолжала предлагать всё более выгодные условия, но Андреас оставался равнодушным.

В феврале 1990 года Андреаса приняли на работу в компанию "Sun Microsystems" из Калифорнии, с датой начала работы в июне 1990 года. Он всё ещё дописывал свою диссертацию. К тому времени Мюррей и я уже уехали в IBM. Фирма с Уолл-стрит вернулась с предложением для Андреаса проделать некоторую консультационную работу, пока он заканчивал диссертацию. Воспринимая консультационную работу, как оплачиваемый отпуск от написания диссертации, Андреас отправился на четыре месяца в Нью-Йорк, с редкими заездами обратно в Питтсбург. В то время, программное обеспечение, использовавшееся фирмой с Уолл-стрит, находилось в очень плохом состоянии. Оно работало, но со скоростью улитки. У той части программного обеспечения, с которым работал Андреас, общая память для хранения данных имела объём где-то около 10-ти мегабайт. Для получения данных программы всегда обращались к диску, при том что скорость доступа к диску более чем в тысячу раз уступала скорости доступа к оперативной памяти. Андреас переписал программное обеспечение таким образом, чтобы данные по возможности считывались из оперативной памяти, и вуаля, теперь оно работало более чем в тысячу раз быстрее. Люди с Уолл-стрит были поражены. Андреас проделал ещё несколько удивительных вещей у них на глазах. Для них Андреас выглядел словно человек, который может ходить по воде. В наши дни на Уолл-стрит работает много квалифицированных программистов, так что проблема которую обнаружил Андреас, вряд ли проявится вновь.

После того, как Андреас перешел на работу в "Sun Microsystems", фирма с Уолл-стрит не прекращала свои попытки заполучить его, и сделала ему предложение от которого, как они думали, он не сможет отказаться. Это предложение звучало примерно так: фирма создаёт компанию в Силиконовой долине, с внушительным годовым бюджетом. Андреас возглавит компанию и получит полную свободу определять, чем компания будет заниматься, но половину своего времени будет тратить на продолжение

того, что он делал для фирмы. Андреас не ограничивался в найме людей, которые также получали долю от доходов и т. д. Андреас спросил Томаса Анансарамана и Майка Брауна, а также Джона Зарнея - специалиста из Инженерной Лаборатории - интересно ли им подобное предложение. Они заинтересовались. Джон отправился в Калифорнию и начал подготовительные мероприятия. Но позже Андреас передумал, и отказался от сделки. Фирма пересмотрела соглашения с Томасом и Майком, а Джон был переведён на восточное побережье. Вскоре Джон покинул фирму и присоединился к "Rambus" - компании, только что созданной в тот момент в Силиконовой долине. Обо всём этом я узнал намного позже, но так или иначе, весь этот эпизод в конечном итоге оказал неожиданное влияние на наш проект в IBM.

Никто из команды Дип Сот не мог себе и вообразить, что наша работа будет некоторым образом связана с Уолл-стрит. Конечно, такая часть проекта как автоматическая настройка, привлекла к себе внимание по праву. Но основная причина заняться ею, проистекает из инцидента связанного с приглашением из Калифорнии. Кто бы мог подумать, что приглашение из Калифорнии, на шахматный турнир, может привести некоторых из нас к работе в фирме с Уолл-стрит? Всё-таки порой наша жизнь полна странных изгибов и неожиданных поворотов.



## *Интермецо*





## *Первая историческая дата*

### *Телефонный звонок из Нью-Йорка*

После того как Дип Сот стал известен в шахматном мире, нам отовсюду начали поступать телефонные звонки. Как правило, звонили в наши кабинеты. Однако, однажды ночью какой-то парень, о котором я никогда не слышал, позвонил мне домой, и задал много вопросов. Он звонил якобы откуда-то из Миннесоты, не был связан с любой новостной организацией, и звонил исключительно из личного интереса. Видимо, он нашел мой номер в телефонном справочнике. Он казался безобидным, но я нервничал, когда говорил с ним. В течение нескольких месяцев, пока я не ушел из Карнеги-Меллон в IBM, он звонил каждые несколько недель пытаюсь выяснить, что нового у Дип Сот.

Поэтому, я был несколько обеспокоен, когда у меня дома раздался ещё один неожиданный телефонный звонок. Несмотря на то, что голос показался мне немного знакомым, я был уверен что это не тот кого я знаю. "Нет, другой" - подумал я. Звонивший представился как Шелби Лиман.

До "матча века"<sup>1</sup> между Бобби Фишером и Борисом Спасским в 1972 году, в США не было телепередачи о шахматах. Шелби Лиман и его друзья уговорили PBS (Public Broadcasting Systems - Система Общественного Вещания), сделать телепередачу о матче, с Шелби в качестве основного комментатора. Некоторое время матч Фишер - Спасский захватывал внимание широкой публики, и Шелби мгновенно стал знаменитостью. После того как Бобби Фишер отказался защищать свой титул на условиях ФИДЕ против их русского претендента Анатолия Карпова, интерес общественности к шахматам ослабел. Однако Шелби поддерживал хорошие отношения с PBS и смог уговорить PBS продолжить показ теле-

<sup>1</sup> Эй, эта гипербола ещё не факт.

передачи посвященной чемпионатам мира по шахматам.

Я начал просматривать некоторые эпизоды шоу Шелби, после того как принял решение, что хочу победить чемпиона мира. По правде говоря, на мой взгляд, шоу Шелби было несколько замедленным и слишком искусственным. Шоу возможно работало в 1972 году, когда интерес к матчу Фишера против Спасского был высок, но с поколением видеоигр и MTV, шоу было просто не совместимо.

Шелби спросил, не заинтересованы ли мы сыграть выставочный матч с Гарри Каспаровым, чемпионом мира по шахматам. Разумеется, ответ был утвердительным. Мы конечно не были по-настоящему готовы играть с чемпионом мира, но упускать такой шанс не хотели. У меня присутствовали некоторые сомнения относительно того, что Шелби сможет организовать матч. Ведь предполагавшийся ранее выставочный матч в Германии в конечном итоге всё же был отменен, несмотря на тесную связь между потенциальным организатором и Гарри.

В то время когда позвонил Шелби, я занимался разработкой версии Дип Сот для печатной платы. Профессор Радж Редди из Карнеги-Меллон проявил интерес к проекту Дип Сот, и предложил предоставить нам около 10 000 \$, чтобы изготовить дополнительные платы для версии Дип Сот, у которой будет больше шахматных процессоров. Стоимость комплектующих опустилась настолько, что мы могли себе позволить изготовить четыре печатных платы с двумя шахматными процессорами на каждой из них. Теоретически, к предполагаемому матчу мы могли получить новую машину со скоростью в пять раз выше, чем у Дип Сот (четыре новые платы плюс одна существующая плата).

Не обладая большими знаниями о проектировании механической части печатных плат, я допустил серьёзную ошибку. Платы Дип Сот были размером с большую пиццу. Для плат такого размера, тепловое расширение в процессе пайки может привести к их серьёзной деформации. Хотя я и разместил на новой печатной плате рёбра жесткости, чтобы предотвратить деформацию при обычном обращении, они не были достаточно крепки, чтобы предотвратить деформацию в результате процесса пайки. Все четыре платы были довольно заметно деформированы. Вероятно из-за деформации, одна из четырёх новых плат так никогда и не заработала. При приложении большого количества усилий, может быть и было возможно исправить дефектную плату, но уже подходили сроки защиты моей диссертации, и к тому же мне было необходимо упаковать много вещей перед отъездом в IBM. Таким образом, максимальное количество плат, которые мы реально могли использовать для матча, равнялось четырём.

Спустя некоторое время после моего предварительного согласия, Шелби вернулся с более детальной информацией о предполагаемом мат-

че. Его будет спонсировать NYNEX, телефонная компания работающая на территории Нью-Йорка, Я говорил Шелби, что некоторые из нас переходят в IBM, но у NYNEX, видимо не было никаких проблем в связи с тем что IBM подключается к матчу. Матч будет коротким, продолжительностью всего один день. Будут сыграны две игры, с контролем 90 минут для каждого игрока на всю партию. Таким образом, каждая из игр не продлится более трёх часов. Однодневный гонорар Гарри Каспарова на матче, не включая расходы, составит 10 000 долларов, что по общему мнению было ещё и с большой скидкой. Он рассматривал матч скорее как эксперимент, чем как реальный матч и поэтому был готов предоставить скидку. Так или иначе 10 000 \$ за один день работы были весьма кругленькой суммой. (В 1997 году, по приглашению отделения IBM в Азиатско-Тихоокеанском регионе, я провёл серию лекций и презентаций в течение почти целого месяца, останавливаясь по пути в семи странах. Полные расходы, в том числе билеты на самолет и проживание в гостинице, составили чуть больше 10 000 \$. В настоящее время однодневный гонорар Гарри, как я полагаю, составляет что-то около 30 000 \$. Для меня этой суммы хватило бы, чтобы взять трёхмесячную командировку по всему миру).

Мюррей перебрался в IBM в сентябре 1989 года, по окончании срока своего пребывания на посту научного сотрудника Карнеги-Меллон. Я перешел в IBM спустя месяц после защиты своей диссертации<sup>2</sup>. Томас был ещё довольно далеко от завершения диссертации и остался в Карнеги-Меллон. Перед тем как мы покинули университет, IBM и Карнеги-Меллон пришли к соглашению, что мы можем взять с собой в IBM три работоспособные печатные платы Дип Сот. Так как Томас оставался в университете, то я привез с собой только одну плату. Две другие новые платы и оригинальная плата Дип Сот осталась в Карнеги-Меллон, чтобы Томас, используя все три платы, мог завершить работу с параллельным кодом. Три платы были размещены в трёх рабочих станциях, по одной плате в каждой. Рабочие станции обменивались информацией через локальную сеть кафедры Карнеги-Меллон и определяли как вести параллельный поиск. Эта конфигурация была той, которую мы использовали в матче Дип Сот против Каспарова. Она работала в два-три раза быстрее обычного Дип Сот. Она не могла конкурировать с Гарри, но по крайней мере мы могли надеяться на хорошее шоу.

<sup>2</sup> Ну, если вы ожидали каких-либо фейерверков на защите моей диссертации, то я должен сказать, что всё прошло гладко. Защита была открыта для общественности, и доктор Берлинер присутствовал на ней как представитель общественности. Не смотря на то что доктор Берлинер возможно и был не согласен с теми решениями которые я предлагал, тем не менее он не чинил мне никаких препятствий.

### *"Но не Карпова и меня"*

Впервые я услышал имя Гарри Каспарова от Майка Брауна, моего одноклассника в Карнеги-Меллон. По-видимому это случилось в конце 1983 года - в середине цикла розыгрыша чемпионата мира по шахматам. В то время я и понятия не имел, кто является наиболее крупными фигурами в шахматах. Майк объяснил мне, что чемпионом мира был Анатолий Карпов. Среди возможных претендентов был Виктор Корчной, который ранее проиграл два чемпионских матча Анатолию, по мнению некоторых, при крайне неблагоприятных условиях. Виктор бежал из СССР, и в результате его семья подвергалась определенного рода преследованиям. Ходили слухи, что семью Виктора могли подвергнуть пыткам, если бы он выиграл какой-либо из матчей. Майк думал, что наиболее вероятным претендентом является Виктор, но он не верил, что тот сможет выиграть у Анатолия. Майк упомянул тогда и имя Гарри Каспарова, описывая его как яркого игрока атакующего стиля с большим талантом. Майк считал, что Гарри будет более интересным чемпионом мира, чем Анатолий, которого вообще-то считали немного скучным. Но опять же Майк не считал что Гарри, слишком молодой и неопытный, способен победить Карпова.

В 1984 году Гарри отобрался в кандидатских матчах<sup>3</sup> в качестве претендента для Анатолия. 9 сентября 1984 года между ними начался первый матч за звание чемпиона мира. Тот кто первым одержит шесть побед, тот и будет объявлен победителем в матче. В первых девяти играх Анатолий быстро одержал четыре победы, в то время как Гарри не смог выиграть ни одной игры. Эта ситуация выглядела очень мрачно для Гарри. Затем Гарри ушел в оборону и одна за другой последовали ничейные игры. Недели превращались в месяцы, и журналисты начали разъезжаться. Но матч продолжался, и в 27-й партии Анатолий одержал ещё одну победу. Гарри победил в 32-й партии, а затем в 47-й и 48-й.

15 февраля 1985 года президент ФИДЕ (Международной шахматной федерации) Флоренсио Кампоманес объявил о "прекращении матча без окончательного результата". Гарри жаловался, что Кампоманес действовал в союзе с Анатолием и остановил матч, чтобы дать тому столь необходимый отдых. 2 сентября 1985 года стартовал новый матч, начавшийся со счета 0-0 и состоящий из 24-х игр, в котором каждому из соперников за ничью начислялось по пол-очка. В случае равенства в счёте после 24 игр, Анатолий сохранял свой титул. Я не уделял внима-

<sup>3</sup> Система отбора претендента для чемпиона мира по шахматам время от времени меняется. На протяжении большей части современной истории, до середины 1990-х годов, претендент отбирался в серии матчей на вылет, также известных как кандидатские матчи.

ния этому матчу, поскольку был занят работой над чипом генератора ходов. В этом матче Гарри победил со счетом 13-11 и стал чемпионом мира.

К октябрю 1989 года Гарри дважды успешно защитил свой титул в матчах против Анатолия. На момент написания этих строк он официально значится первым и единственным шахматистом, обладающий рейтингом ФИДЕ от 2800 пунктов и выше. Предыдущий рекорд рейтинга установил не кто иной, как легендарный Бобби Фишер - 2780 пунктов.

За несколько дней до запланированного матча между Дип Сот и Гарри, нам позвонили из CBS. В "CBS This Morning" хотели организовать интервью с Гарри и командой Дип Сот. Джерри Презент, занимавшийся связями с общественностью по шахматному проекту в департаменте по связям исследовательского центра IBM, провёл тщательную подготовку вместе с CBS. Чтобы успеть добраться до студии вовремя, Мюррей и я остановились на ночь в гостинице в Нью-Йорке.

Мы проснулись рано и прибыли в студию около 5 часов утра, более чем за два часа до того как должно было начаться шоу. В CBS хотели наладить связь с Дип Сот из студии, и сделать несколько ходов во время передачи. После наладки IBM PC и проверки телефонной связи с исследовательским центром IBM нас привели в комнату ожидания, чтобы позавтракать. Гарри ещё не пришел. Несколько мониторов в комнате показывали эфирные телепередачи CBS, других сетей и местные телеканалы. Один из людей CBS остановился рядом и дал нам некоторые инсайдерские комментарии. Так продолжалось некоторое время. Затем мы услышали звук шагов. В дверях показалось знакомое лицо. Это был Гарри.

На фотографиях которые я видел, Гарри казался сильной личностью и очень энергичным человеком. Увиденное в живую, подтверждало эту оценку. Фотографии однако не могли в точности передать то ощущение энергии, которое появлялось от его присутствия. За его темными глазами скрывался тлеющий огонь. Гарри однажды назвал игру в шахматы как "управление хаосом". Продолжалась ли там, за этими глазами, борьба между порядком и хаосом?

Мы познакомились и немного поговорили. Человек из CBS провел с Гарри организационное совещание. Потом настала наша очередь. После совещания, наш разговор естественным образом перешел на шахматы. Гарри был близок к тому чтобы обогнать Бобби Фишера, как шахматиста с наивысшим рейтингом из когда-либо достигнутых, и мы говорили о справедливости сравнения рейтингов двух разных периодов времени. Каспаров отказался давать комментарии непосредственно об относительной шахматной силе его и Бобби. Мы не стали говорить о

возможном исходе матча между Гарри и Дип Сот - не было никаких сомнений, что он его легко выиграет. Но как думает Гарри, каковы его шансы против машины, которую мы собираемся создать в IBM? Он сделал интересное замечание.

Когда наша команда присоединилась к IBM, мы планировали создать шахматную машину, которая сможет просматривать как минимум 100 миллионов позиций в секунду, а желательно и миллиард позиций в секунду. Гарри думал, что машина просматривающая 100 000 000 позиций в секунду была бы интересным соперником, и вероятно будет выигрывать у большинства гроссмейстеров. Но даже про машину со скоростью один миллиард позиций в секунду, Гарри заявил: "Она может быть и способна победить остальных гроссмейстеров, но не Анатолия и меня". Затем он пояснил, что по его мнению, он и Анатолий Карпов единственные в мире по-настоящему профессиональные шахматисты, и что они единственные, кто в состоянии осуществить надлежащую подготовку к серьёзному матчу. Рейтинг Анатолия был 2730 пунктов, а далее за ним следовали Тимман, Гельфанд и Иванчук. Их рейтинг находился в районе 2680 пунктов, немного позади Анатолия, но не на полный класс (200 рейтинговых очков). Если просто глянуть на рейтинговый список, то не было никаких оснований полагать, что новая машина попадет в этот узкий промежуток между Анатолием и другими топ-гроссмейстерами. Так что же в действительности имел в виду Гарри?

Здесь есть две правдоподобные версии.

Одна из них заключается в том, что Гарри подсознательно знал, что машина будет серьёзной проблемой, и не желая смириться с неизбежным, он поставил Анатолия между машиной и собой в качестве буфера. Это была теория Мюррея, когда он впервые прочитал заявление Гарри про "не Карпова и меня" в письме Фриделя. Шахматисты делали подобные заявления на протяжении всей истории компьютерных шахмат, но Дип Сот разбил эти предполагаемые барьеры вплоть до "сильных гроссмейстеров". Интересно отметить, что во время матча 1997 года между Дип Блю и Гарри некоторые гроссмейстеры утверждали, что Дип Блю играет примерно в силу шахматиста номер X в мире. При этом число X оказывалось немного ниже позиции в рейтинге этого конкретного гроссмейстера сделавшего такое заявление. Некоторые из этих гроссмейстеров, наверняка поймали бы уйму хлопот и от старого Дип Сот.

Другая правдоподобная версия заключается в том, что Гарри действительно полагал, что хорошая подготовка серьёзно повлияет на результат матча. Собственно, так считали и мы. По факту, расчетная скорость для "окончательной" шахматной машины была задана так, чтобы машина играла примерно на 200 пунктов сильнее неподготовленного

Гарри, или того кто будет к тому времени чемпионом мира. У нас были веские основания для подобного запаса прочности. Хорошо подготовленному международному мастеру Дэвиду Леви удалось разгромить Крэй Блиц, который должен был быть сопоставим с Дэвидом по шахматной силе, со счетом 4-0. Так что это справедливо, что хорошая подготовка может иметь огромное значение против компьютерного оппонента, которого не так-то просто отрегулировать. Но почему "Карпова и меня"?

Не существовало никаких веских причин, почему другие гроссмейстеры не могли бы провести сопоставимой подготовки, но Гарри и Анатолий всё же имели в своём распоряжении больше ресурсов, чем другие гроссмейстеры. Гроссмейстер Джоэл Бенджамин, который работал с нами во время двух матчей Дип Блю с Гарри, заметил, что у Гарри и Анатолия было много "рабов". Многие гроссмейстеры хотели находиться в команде чемпиона, чтобы зарабатывать себе на достойную жизнь, а в некоторых случаях и узнать что требуется, чтобы стать чемпионом мира. Для гроссмейстера в СССР было очень трудно добиться достойной жизни, если только он не был на самом вершине, а развал СССР и последующая потеря государственной поддержки сделала ситуацию ещё более острой. И Гарри, и Анатолий, каждый из которых был мультимиллионером, стали центром притяжения для гроссмейстеров из бывшего СССР. Западным гроссмейстерам, таким как Ян Тимман из Нидерландов, было гораздо труднее получить помощь того же качества. Кроме того, и Гарри и Анатолий, имели опыт защиты своего титула. Кто может утверждать, что у них нет какой-нибудь секретной формулы для подготовки высшего уровня?

Прямой эфир прошел гладко. Гарри и Дип Сот сделали несколько символических ходов. Остальная часть интервью, что не удивительно, вертелась вокруг Гарри. В конце концов, Мюррей и я были всего лишь никому не известными студентами, только что закончившими аспирантуру. Со слов Гарри у меня сложилось впечатление, что он видел себя защитником человечества от машины. Но когда я смотрел на товарищей по команде, то видел лишь человеческие лица. Просто мы были людьми подходившими к проблеме игры в шахматы, скажем так, с нетрадиционного направления. Может быть Гарри требовалась накачка перед предстоящим матчем? Что ж, меня это вполне устраивало. Мы хотели, чтобы он показал свою лучшую игру. Ну хорошо, пусть возможно и не в ближайшем матче с Дип Сот, где нас переиграли с самого начала.

### ***Кто хочет победить?***

Несомненно, Гарри хотел выиграть этот небольшой выставочный матч против Дип Сот с идеальным счетом 2-0. Мы же, с другой стороны,

были озабочены только тем, чтобы не было стыдно перед самими собой. Поражение со счетом 0-2 не стало бы большой проблемой для нас; честно говоря, два поражения Дип Сот возможно даже были бы наиболее желанным результатом. Мы конечно же не хотели, чтобы у нашего нового работодателя сложились нереалистичные ожидания, будто мы готовы к схватке с чемпионом мира по-настоящему. Шелби Лиман, однако же, не был уверен, какой результат он хочет увидеть. Прекрасно, если Гарри победит 2-0, но и любые пол-очка полученные Дип Сот, породят огромные газетные заголовки.

В субботу 21 октября 1989 года, за день до нашей первой встречи за доской с Гарри, мы посетили место проведения матча и проверили оборудование. Матч должен был состояться в академии искусств Нью-Йорка, что казалось странным местом для шахматного матча с компьютером. Когда мы вошли в игровую комнату, то были встречены необычным зрелищем. Повсюду находились картины и скульптуры. В одном углу находилась гигантская рука, размером примерно с небольшой диван, возможно сделанная из гипса. Должна ли она стать рукой судьбы? Или она символизирует Дип Сот, инструмент который мы создали своими руками, в его противоборстве с Гарри?

Игровая комната была довольно небольшой и вызывала ощущение тесноты, особенно после того как туда добавили все стулья для зрителей. За небольшой приподнятой сценой располагалась комната отдыха Гарри, а также небольшая площадка, где он мог прогуливаться, пока думал. Вокруг фланировало несколько журналистов, несмотря на то, что на тот день не было назначено никакой пресс-конференции. Мы установили IBM PC, подключились к телефонной линии, и проверили связь с Питтсбургом. Один из журналистов захотел получить интервью. Оказалось, что он был из "Спортс Иллюстрейтед". Да, во всём ощущалось, что мы уже не в провинции.

После интервью "Спортс Иллюстрейтед" мы поднялись наверх, чтобы найти Шелби Лимана. На втором этаже находилась комната для комментариев, где зрителям предстояло слушать прямой репортаж с места событий, но она была пуста. Когда мы всё-таки нашли его, Шелби был очень взволнован. Оказалось что Гарри отказался говорить с одним из журналистов, который по-видимому сделал что-то расстроившее его. Шелби и ещё несколько человек пытались переубедить Гарри. Я любопытствовал, не находится ли где-нибудь поблизости мать Гарри, Клара Каспарова, но Шелби ответил, что Клара не приехала в Нью-Йорк. Так что, как я и подозревал, Гарри не считал матч важным событием. Муж Клары умер, когда Гарри был ещё маленьким мальчиком, и они с матерью были очень близки. В своей автобиографии Гарри

сказал: "Самое главное, что я могу говорить с ней [его мамой] о том, о чем не могу говорить больше ни с кем". Если бы это было важное событие, то Клара приехала бы, чтобы подбодрить своего сына. Тем не менее, Гарри всё же тщательно подготовился к матчу, в чем мы вскоре убедились.

Когда в воскресенье мы прибыли на место, то увидели такое, что обычно совсем нехарактерно для шахматных матчей - цепочка людей, стоявших в очереди за билетами, опоясывала целый городской квартал. Вокруг Гарри кружило около трёх - пяти десятков репортёров. Некоторые из них заметили наше присутствие и начали подходить с вопросами. Спустя некоторое время, журналисты заняли свои места и приготовились к предматчевой пресс-конференции. Мы с Мюрреем кратко обсудили ситуацию и решили, что если оценка Дип Сот в позиции опустится ниже -700, что эквивалентно разнице в материале примерно в 5,5 пешек<sup>4</sup>, то можно сдаваться. После обсуждения я поднял глаза и увидел Гарри, широко улыбавшегося нам - он нечаянно подслушал беседу.

Помимо журналистов, здесь также присутствовали некоторые из людей, обычно замеченных на мероприятиях по компьютерным шахматам. В первом ряду сидел Монти Ньюборн, многолетний организатор чемпионата АСМ по компьютерным шахматам. Был здесь и наш бывший соперник, д-р Ганс Берлинер, не желая по-видимому пропустить историческое зрелище, хотя ему вероятно и было жаль, что в качестве компьютерного оппонента выступал не Хайтек. Присутствовал и Джонатан "почти победа" Шеффер, автор шахматной программы Феникс. (Дип Сот играл с Феникс три раза и выиграл все три партии. Но по словам Джонатана, Феникс всегда "почти побеждал"). Матч также посетил и Майк Вэльво, директор турнира АСМ и чемпионата мира по шахматам среди компьютеров.

В первой игре Дип Сот получил белый цвет фигур, а я выступил в качестве оператора. Мюррей расположился в комнате для комментариев, передавая ходы с персонального компьютера. В свою очередь персональный компьютер отслеживал технический протокол компьютера в Питтсбурге.

Игра началась хорошо для Дип Сот. Но потом я заметил, что происходит что-то странное. Несколько ходов подряд, Дип Сот хотел рокировать своего короля, но потом переключался на ходы, которые не имели никакого смысла. В конце концов Дип Сот всё же решил рокировать настоящему, но в результате этих странных ходов Гарри уже получил перевес.

<sup>4</sup> По шкале Дип Сот пешка стоила 128 единиц. По шкале Дип Блю, пешка стоила 100 единиц.

Три недели спустя Дип Сот играл с Феникс в чемпионате АСМ. Подобное поведение повторилось, и Дип Сот получил против Феникс объективно проигранную позицию. (Так что в этот раз Джонатан был прав, утверждая о "почти победе"). К счастью для нас, Феникс был всего лишь "почти победитель", и после долгой борьбы в эндшпиле, Дип Сот всё-таки выиграл партию. После получения предупредительного звонка от Феникс, Томас обнаружил проблему. В спешке, чтобы получить к матчу с Гарри Каспаровым версию работающую на трёх компьютерах, была допущена одна малозаметная ошибка. Если рокировка производилась непосредственно в программной части<sup>5</sup> поиска, то к оценке позиции Дип Сот не приплюсовывалось никаких бонусов от неё. Но если рокировка откладывалась и производилась в аппаратной части поиска, тогда Дип Сот получал бонус. Таким образом, Дип Сот мог пойти на крайние меры, чтобы отложить рокировку до тех пор, пока она не попадёт в аппаратную часть поиска. В итоге, в игре с Феникс Дип Сот так и не добрался до рокировки. В течение большей части игры Джонатан получил за мой счет очень приятный отрезок времени. По его собственным словам, я "ёрзал, хмурился, был обеспокоен"<sup>6</sup>. Но после того как позиция обернулась в пользу Дип Сот, я выглядел "вне себя от эйфории, улыбающимся и цветущим". Джонатан довольно тяжело воспринял эту игру, и вскоре покинул компьютерные шахматы<sup>7</sup>. После игры с Феникс мы прекратили использование трёхкомпьютерной версии Дип Сот на постоянной основе.

Так или иначе, в первой игре против Гарри, после всех этих нелепых ухищрений, фигуры Дип Сот оказались расставлены совершенно неправильно. Гарри постепенно наращивал своё позиционное преимущество, и после 52-х ходов, когда оценка Дип Сот упала ниже  $-700$ , я сдался за него. Но партия была проиграна ещё задолго до этого.

Во время первой игры, съемочная группа снимала Гарри для теле-

<sup>5</sup> В ЧипТест, Дип Сот, Дип Сот II и Дип Блю, позиции наиболее удаленные от той, что стоит на шахматной доске, рассматривались на аппаратном уровне. Эти машины использовали специализированное шахматное оборудование, работающее под управлением универсального компьютера. При поиске на глубину в 12 полуходов, первые восемь полуходов могли просматриваться программой запущенной на универсальном компьютере, а последние четыре полухода могли просматриваться непосредственно на специализированном шахматном оборудовании.

<sup>6</sup> Я пытался сохранять бесстрастное лицо, когда выполнял функции оператора компьютера в играх против людей, но в играх против компьютеров не было необходимости скрывать свои истинные чувства.

<sup>7</sup> Джонатан переключил своё внимание на компьютерные шашки и вместе с несколькими коллегами, в конце концов создал шашечную программу уровня чемпиона мира под названием "Chinook". История "Chinook" описана в превосходной книге Джонатана "Один прыжок вперед: вызов человеческому превосходству в шашках" ("One Jump Ahead: Challenging Human Supremacy in Checkers").

передачи PBS "Nova". После первой игры продюсер "Nova" отметил, что Гарри смотрел на меня "как если бы вы были врагами". Я был так сосредоточен на намерении не наделать ошибок как оператор, что не заметил этого. Что ж, иногда неведение - это счастье.

Во второй игре, Гарри, Мюррей и я поменялись местами. Мюррей переместился на место напротив Гарри, в то время как я передавал ходы комментаторам. У Гарри был белый цвет фигур.

Перед матчем Гарри попросил, чтобы мы выслали ему все публичные игры Дип Сот. Мы с радостью согласились. Мы и в самом деле не воспринимали матч всерьёз. Если бы это был настоящий матч, мы сделали бы намного больше, чем просто передали Гарри публичные игры. Мы начали бы готовиться, подготовили бы новые дебюты и, в случае необходимости, коренным образом изменили бы программу или даже аппаратную часть. Перед матчами за звание чемпиона мира шахматисты проводят такого же рода секретную подготовку. Обычно оба лагеря уклоняются от серьезных публичных выступлений, скажем, за шесть месяцев до главного матча. Очевидно, что ни тот ни другой лагерь добровольно не раскроет те сюрпризы, которые они подготовили для своих противников. Это имело место, когда Гарри играл в матчах за звание чемпиона мира против Анатолия Карпова, Найджела Шорта (Великобритания) и Вишванатана Ананда (Индия). Однако в этом матче Дип Сот был открытой книгой для Гарри, и во второй игре мы дорого заплатили за эту открытость, или вернее отсутствие секретной подготовки.

Гарри использовал последовательность ходов, которая разрушила дебют Дип Сот за черных. Сразу же после дебюта позиция стала трудной для Дип Сот, если не сказать больше. Доктору Берлинеру так понравилась позиция за белых, что он подготовил и развил вариант Гарри, чтобы использовать его в игре Хайтек против Дип Сот. Через три недели после матча с Гарри Каспаровым, в игре против Дип Сот, Хайтек разыграл за белых тот же дебют. Сразу же после дебюта Дип Сот стоял на проигрыш, но Хайтек был недостаточно силен, чтобы добить Дип Сот. Хайтек получил "почти победу". Но как только он вышел из своей дебютной книги то сразу же сбился с пути. Дип Сот переломил ситуацию и выиграл партию. В игре против Гарри мы не могли и рассчитывать на подобную удачу. Ошибка рокировки, которая имела место в обеих играх с Гарри, тоже явно не помогала. Сразу же по выходу из дебютной книги Дип Сот понял, что попал в беду, и дальше становилось только хуже. Ни разу за партию Дип Сот не считал, что находится в плюсе, даже когда одно время имел материальный перевес. В местном комментарии, однако, промелькнуло утверждение, что Дип Сот считает, будто бы у него лучше. Одна книга, в которой описывалась игра,

даже дошла до того что сообщала, что оценка Дип Сот была такой-то и такой-то в его пользу. Основываясь на крайне негативных оценках Дип Сот своей позиции на протяжении всей игры, я считаю, что Гарри просто разбил Дип Сот в дебюте. Мюррей сдался за Дип Сот на 37-м ходу, но по ходу игры, после катастрофического дебюта, результат ни разу не вызывал сомнений.

Тщательность дебютной подготовки Гарри ко второй игре открыла нам глаза. Дип Сот так и не получил реальной возможности войти в игру. Он проиграл Гарри в домашней подготовке<sup>8</sup>. Однако легкая победа во второй игре, могла позднее оказать негативное влияние на суждения Гарри в отношении того, что он может ожидать в двух следующих матчах от Дип Блю.

### ***Г-н Карпов будет играть белыми***

Победа Гарри Каспарова в матче с Дип Сот, безусловно дала ему мощнейшую рекламу в средствах массовой информации Соединенных Штатов. После матча Эндрю Пэйдж<sup>9</sup>, персональный менеджер Гарри, был очень рад тому, сколь многое получил Гарри. Гарри взял на себя риск<sup>10</sup>, согласившись на большие скидки в гонораре за участие, но не будет преувеличением сказать, что та огласка, которую он получил, вполне стоила скидки. В определенном аспекте, Гарри получил даже больше от матча с Дип Сот, чем от своих матчей за звание чемпиона мира.

Шумиха в массмедиа вокруг Гарри не осталась незамеченной со стороны других шахматистов, и вскоре Дип Сот получил в качестве соперников в выставочных матчах трёх других шахматистов. Последний из этих трёх матчей проводился против немецкого гроссмейстера Гельмута Пфлегера. Результат матча - две ничьи. Два других матча дали более интересные результаты.

Первый из этих матчей состоялся в декабре 1989 года, примерно через два месяца после матча с Гарри Каспаровым. Подготовка к этому матчу, против международного мастера Дэвида Леви, фактически началась ещё до матча с Гарри. Дэвид был хорошо известен за его насмешки над исследователями компьютерных шахмат. В 1968 году он заключил пари на денежную ставку с несколькими специалистами по компью-

<sup>8</sup> Скорее всего, он все равно бы проиграл, даже если бы Гарри не переиграл его в дебюте.

<sup>9</sup> После матча с Дип Блю в 1997 году, Гарри уволил Эндрю Пэйджа из-за финансовых разногласий.

<sup>10</sup> Хорошо, 10 000 \$ за один рабочий день представляет собой такой риск, что большинство людей пошло бы на него не раздумывая.

терам, что ни один из компьютеров не победит его в матче в течение ближайших 10-ти лет. Он получил свой выигрыш, когда Чесс 4.5 - шахматная программа Северо-Западного университета, проиграла ему в 1978 году. Тогда журнал "Omni" установил Omni-приз размером в 4000 \$, а Дэвид добавил к призу ещё 1000 \$, для первого компьютера, который победит его в матче. В 1984 году команда Крэй Блиц пыталась претендовать на Omni-приз, но потерпела сокрушительное поражение от Дэвида с сухим счетом, 4-0.

Для игры с Крэй Блиц, Дэвид выбрал стратегию, которую назвал "Ничего не делать, но делать это хорошо". Он умышленно избегал создавать цели для Крэй Блиц, сохраняя позицию на доске закрытой, так что шансы на немедленное использование тактики были невелики. Эта стратегия очень хорошо сработала против Крэй Блиц. Впрочем, она очень хорошо работала против многих коммерческих шахматных программ, даже в руках такого слабого шахматиста как я. Пока Дэвид создавал некую неопровержимую долгосрочную тактику, Крэй Блиц бесцельно ходил туда-сюда и в итоге терпел крах. Дип Сот не имел никаких проблем с распознаванием долгосрочной тактики использовавшейся против Крэй Блиц, но учитывая то, что Дэвид расправился с Крэй Блиц с большой легкостью, мы были весьма обеспокоены перед началом матча. Когда Дип Сот играл с Гарри, тот факт что мы не заработали очков, был вполне приемлем. Но в матче против Дэвида, мы определенно хотели победить. При подготовке, в период между матчем с Гарри Каспаровым и матчем с Дэвидом Леви, мы добавили тридцать новых элементов к оценочной функции Дип Сот.

Матч против Дэвида проводился после катастрофы Дип Сот в партии с Феникс, и поэтому мы решили вернуться к системе на одном компьютере с двумя шахматными процессорами. Матч игрался в Лондоне. Оператором был Питер Янсен, который присоединился к проекту Дип Сот в начале 1989 года<sup>11</sup>. В принципе, матч можно было играть, используя машину в IBM, но так как только машины в Питтсбурге были доступны для всех членов команды Дип Сот, то на матче мы использовали одну из рабочих станций в Карнеги-Меллон.

К нашему большому облегчению Дип Сот удалось сделать с Дэвидом то же, что он проделал с Крэй Блиц. После проигрыша со счетом 0-4 Дэвид был великодушен, а не оправдывался за поражение. По его соб-

<sup>11</sup> Основной вклад Питера в проект Дип Сот заключался в эндшпильных базах для некоторых пешечных окончаний. Он не принимал активного участия в программировании Дип Сот. Питер был больше пользователем шахматной машины, широко используя ЧипТест в своих диссертационных исследованиях. Когда Мюррей, Томас и я перешли в IBM, он остался в Карнеги-Меллон.

ственным словам, "Я не чувствовал себя особенно нездоровым, я не сидел слишком близко к обогревателю, не было беспокоящего шума рядом с игровой комнатой, освещение не было плохим, оператор компьютера, Питер Янсен, не курил".

Следующим матчевым соперником Дип Сот стал не кто иной, как бывший чемпион мира по шахматам, Анатолий Карпов. После того как, в результате матча с Дип Сот, Гарри получил такую большую рекламу, Анатолий видимо тоже захотел получить свою долю внимания. Стало ли это причиной, почему он согласился на предложение Гарвардского шахматного клуба сыграть с Дип Сот? Я не знаю. Я знаю лишь, что приглашение от Дэниэла Эдельмана, президента Гарвардского шахматного клуба, об игре Дип Сот с Анатолием, поступило после матча Гарри Каспарова с Дип Сот.

Перед своим матчем Гарри попросил переслать ему запись всех публичных игр Дип Сот. Анатолий с такой просьбой не обращался, и поэтому я предполагал, что должно быть у него уже есть записи игр. Как же я ошибался.

Международный мастер Майк Вэльво уже более года поддерживал контакты с гроссмейстером Роном Хенли по некоторым шахматным делам. Рон был одним из секундантов (шахматных консультантов) Анатолия Карпова и, будучи инвестиционным трейдером, он также был и финансовым советником Анатолия. Майк Вэльво, как известно, был турнирным директором чемпионата АСМ по компьютерным шахматам, и следовательно был хорошо знаком с Дип Сот.

Матч против Анатолия должен был состояться в пятницу 2 февраля 1990 года в Гарвардском университете. Около 9-ти часов вечера, в ночь перед матчем, Майк посетил Рона, чтобы доставить ему портативный компьютер, содержащий базу данных ChessBase для предстоящего матча Анатолия против голландского гроссмейстера Яна Тиммана. Майк был удивлен, когда Рон попросил для Анатолия игры Дип Сот. Оказалось, что Анатолий вообще не готовился к матчу с Дип Сот, даже несмотря на то, что матч был пожалуй наиболее важным событием за всё время его короткой поездки по Соединенным Штатам.

Во время нашего знакомства с Гарри, тот заявил, что только он и Анатолий были истинно "профессиональными" шахматистами. Ну что ж, по сравнению с Гарри, Анатолий был совершенно иным типом профессионального игрока. Гарри изучил все публичные игры Дип Сот, его слабости, в том числе и в дебюте. Анатолий же, перед своим матчем с Дип Сот, не сделал ничего, кроме как произвёл поверхностный просмотр игр.

Когда матч был организован, то в команде Дип Сот удивились тому, что этот матч будет состоять из одной игры. Шахматные матчи, как

правило, играют из четного числа партий, так что оба игрока получают право играть одинаковое количество игр белыми и черными. Традиционно, для матчей из одной игры, выбор цвета на игру определяется подбрасыванием монеты или посредством какого-либо иного случайного события. Организаторы из Гарвардского шахматного клуба и сами ожидали, что цвет будет выбран перед партией случайным образом, тем более что матч будет состоять из одной игры. Оглядываясь назад, мне кажется, что в команде Анатолия Карпова вероятно изначально придерживались иного мнения.

Ниже приведен отрывок из статьи о матче, написанной международным мастером Майком Вэльво:

... Однако в отличие от Фишера и Каспарова, Карпов довольствуется игрой на ничью черными и давит только белыми.

Мне казалось что Карпов, увидев что машина обращается к защите Алехина<sup>12</sup>, решит играть 1. e4. Я подумал что было бы справедливо подсказать ему, что машина может также играть и Каро-Канн<sup>13</sup>, но я не собирался говорить ничего больше, поскольку в душе я поддерживал Дип Сот. В тот момент я был озадачен, потому что Хенли сейчас звонил Дэнни Эдельману и продолжал убеждать его, что Карпову следует разрешить играть белыми фигурами без жеребьевки. Эдельман определенно противился предложению, но Хенли был весьма настойчив.

Мюррей и я были ошеломлены, когда услышали эту новость. Будучи чемпионом мира на протяжении многих лет Анатолий привык к особому обращению. Если бы он попросил белый цвет, когда получал приглашение на матч, то я бы не испытывал сомнений по этому поводу. Вполне возможно, что мы могли бы и не согласиться играть матч, но также вполне возможно, что мы бы и согласились. Требование Анатолия, в последний момент, произвело очень плохое впечатление. Если бы мы заранее знали, что будем играть черными, то могли бы подготовить дебют для Дип Сот гораздо лучше. В шахматах высокого уровня хорошая дебютная подготовка имеет решающее значение. Знание, какой цвет вы будете играть против конкретного соперника, может опреде-

<sup>12</sup> Для непосвященных - защита Алехина как правило включает в себя несколько позорительных дебютов за черных. Дип Сот добился хороших результатов в этом дебюте, когда играл против слабых игроков, но Анатолий Карпов был известен тем, что собрал богатый урожай из ведущих гроссмейстеров, посмеявших играть защиту Алехина против него.

<sup>13</sup> Каро-Канн - относительно известная защита за черных. По иронии судьбы, в то время это была любимая защита Анатолия, когда он играл черными.

лить разницу между победой и поражением. Мы были очень недовольны таким поворотом событий, но, в конце концов, мы решили согласиться с этим требованием, по двум причинам. Во-первых, мы не хотели устраивать сцену. Группа студентов Гарварда проделала большую работу для организации этого мероприятия, и мы чувствовали себя обязанными помочь им успешно его провести. Во-вторых, мы представляли уже не только самих себя. Если бы это имело значение только для нас, мы могли бы сказать: "Приятно было познакомиться, г-н Карпов. До свидания". Всё произошло слишком быстро, мы должны были принимать много срочных решений на ходу, и обязанность играть черными казалась наименьшей из наших забот.

Анатолий выглядел совсем иначе, чем я ожидал. Большинство описаний изображали его как довольно хилого человека. Когда же я впервые увидел его 2 февраля 1990 года, то он выглядел весьма крепким человеком, хоть и немного уставшим от своей поездки. Незадолго до матча Анатолий ещё раз женился, и семейная жизнь казалось пошла ему на пользу.

После вступительной речи Анатолия, игра началась. Как и предполагал Майк Вэльво, Анатолий сыграл 1. e4, открыв игру ходом королевской пешки. В период между матчами с Гарри Каспаровым и Анатолием Карповым, Дип Сот провел матч с Дэвидом Леви и один из турниров по компьютерным шахматам, в ходе которого Кен Томпсон предоставил нам свою дебютную книгу по Каро-Канн. Майк Вэльво знал об этой договоренности; отсюда и проистекают его рассуждения, стоило ли говорить Анатолию о защите Каро-Канн в ходе их встречи ранее. Так получилось, что в промежутке между этими двумя мероприятиями никто из наших оппонентов не сыграл 1. e4, так что не существовало никаких публичных игр, в которых Дип Сот сыграл бы 1. ... c6 (защиту Каро-Канн), в ответ на 1. e4. Когда я исполнил на шахматной доске защиту Каро-Канн, Анатолий не обнаружил никаких видимых эмоций. В отличие от Гарри, выражение лица Анатолия читалось не так легко.

Игра проходила в условиях более жесткого контроля времени, чем в матче с Гарри. Партия с Анатолием Карповым проводилась с контролем один час на партию для каждого игрока, в то время как матч с Гарри Каспаровым игрался с контролем 90 минут на партию. Удивительно, но на 16-м ходу Дип Сот имел возможность провести жертву, в результате чего Анатолий попал бы под серьёзный прессинг. Если бы партия игралась со стандартным контролем времени, то Дип Сот провёл бы жертву. Трёхмашинная версия программы, которая играла с Гарри, используй мы её в матче, потенциально могла бы найти жертву в течение игрового времени. Удивительно, как небольшие отличия в ходе событий

могли принципиально изменить эту партию.

Поскольку Дип Сот не смог найти жертву за доской, то он сделал второй лучший ход и Анатолий получил небольшой перевес. На 27-м ходу Дип Сот сделал ход, который на первый взгляд выглядел довольно уродливо. Увидев его, зрители засмеялись. После игры Анатолий отметил, что этот уродливый ход был единственным хорошим ходом. Я не мог это подтвердить или опровергнуть. Всё что я заметил во время игры, это то, что уродливый ход оценивался на одну сотую пешки лучше, чем более естественный ход<sup>14</sup>.

К сожалению, удача недолго сопутствовала Дип Сот. Игра перешла в ладейное окончание, где каждая из сторон имела короля, ладью и кучу пешек. Объективно, ладейное окончание было ничейно. Игра оставалась ничейной ещё много ходов, и в какой-то момент Дип Сот имел шанс на ничью посредством повторения позиции, но он от неё отказался, поскольку ошибочно оценивал позицию в свою пользу. Анатолий, будучи виртуозом эндшпиля, разбирался в нём лучше, и нашел в позиции несколько ресурсов, о которых Дип Сот и не подозревал. В конечном итоге, после 65-ти ходов, эта игра закончилась поражением Дип Сот. К моменту окончания игры у Анатолия оставалась всего одна минута, в то время как у Дип Сот было ещё около двадцати минут. Публика была немного удивлена, когда я сдался за Дип Сот, учитывая то ограниченное время, что оставалось у Карпова. Но с моей точки зрения игра была выставочной, а Анатолий очевидно знал что делает, и не было никакого смысла тратить впустую общее время, вынуждая его играть эту партию до самого конца.

После игры Майк Вэльво сказал аудитории, что игру можно рассматривать как моральную победу Дип Сот. Я же рассматривал её не столько как моральную победу, а как хороший урок шахмат, который дал один из лучших шахматистов в мире. Нам предстояло проделать немало работы с Дип Сот и его преемниками в отношении игры в эндшпиле. Игра с Карповым оказала заметное влияние на проект Дип Сот II, и надо сказать, что таких игр, оказавших существенное влияние на конструкцию Дип Сот и его преемников, было очень немного. В конечном счёте, можно сказать что шахматный талант Анатолия Карпова достоин похвалы. Если разрешение Карпову играть белыми было ценой за урок, то это была не такая уж и плохая сделка.

<sup>14</sup> Шахматные программисты обычно не признаются в этом публично, но такое случается сплошь и рядом. "Блестящие" ходы часто лишь на чуть-чуть "лучше", чем проигрывающие.





*IBM*



## *Нам нужно новое имя*

### *Культурный шок*

Мне потребовалось некоторое время, чтобы привыкнуть к переходу от привычной среды университета Карнеги-Меллон к работе в исследовательском центре ИВМ им. Т. Дж. Уотсона в округе Вестчестер, Нью-Йорк.

За пару месяцев до нашего поступления на работу в исследовательский центр ИВМ, нам позвонил Рэнди Мулик, который должен был стать нашим менеджером. Рэнди был в восторге от проекта и хотел приехать к нам в Питтсбург, прежде чем мы перейдем в ИВМ. Встреча в основном была посвящена налаживанию контактов. Я ожидал кого-нибудь относительно официального и гораздо старше нас, но Рэнди оказался весьма приветливым, и всего лишь примерно на десять лет старше. На самом деле, моя первая психологическая реакция была "наш новый менеджер имеет детское лицо". Рэнди был очень молод душой и имел позитивный взгляд на жизнь. Тот кто выбрал его нашим менеджером проделал хорошую работу, ибо он вероятно был ближе к нашему образу мышления, чем большинство менеджеров ИВМ. Встреча прошла хорошо, и я подумал, что переход к работе в ИВМ будет относительно плавным. Я недооценил тот культурный шок, который мне предстояло ощутить.

Жизнь аспиранта по информатике в Карнеги-Меллон была комфортной. Стипендия от кафедры была адекватной, а стоимость жизни в Питтсбурге относительно низкой. Каждый на кафедре в какой-то степени знал вас, и вы знали всех на кафедре, по крайней мере по имени. Любой мог получить большую автономию и свободу, если он того хотел. Если мне требовалась помощь, я знал с кем поговорить, или по крайней мере знал тех, кто мог указать мне на нужного человека. Кафедра работала фактически 24 часа в сутки. Даже в середине ночи, вы всегда могли найти здесь некоторых сокурсников, а временами и некоторых преподавателей.

По сравнению с Питтсбургом, в округе Вестчестер стоимость жизни была намного выше - еда в супермаркете стоила примерно на 10-20 процентов больше, а арендная плата за мою новую квартиру была примерно в три раза больше, чем в Питтсбурге. Поэтому было хорошо, что моя новая зарплата была значительно выше, чем старая аспирантская стипендия. Потребовалось некоторое время для того чтобы прошло это сильное впечатление, но это было не так сложно, как произошедшие изменения в рабочей обстановке.

Курс иммиграции в Карнеги-Меллон делал хорошую работу, облегчая новым аспирантам адаптацию к новой среде на кафедре. В исследовательском центре IBM не было сопоставимой процедуры для помощи новичкам. Первые месяцы моей жизни в IBM были потрачены на казавшуюся бесконечной бумажную работу, и попытки справиться с вычислительной средой IBM, которая сильно отличалась от вычислительной среды в обычных университетах<sup>1</sup>. Кроме того я понятия не имел, чем занимаются окружающие меня люди. Казалось, каждый был занят своим собственным проектом, а контактов за пределами своей собственной группы было очень мало. К тому же большинство людей появлялось на работе только в штатное время. Как правило, к 7-ми часам вечера здание почти пустело.

Однако самым забавным новым моментом, стала вся эта дискуссия вокруг названия программы. Когда я выбирал название для Дип Сот, то оно казалось подходящим для машины которая сможет победить чемпиона мира по шахматам. Я понятия не имел, что у некоторых людей могут возникнуть с ним проблемы. Первый намек на потенциальные проблемы последовал на самом первом турнире по компьютерным шахматам в котором выступал Дип Сот (Deer Thought), ещё до того как начались наши переговоры о работе в IBM. Это произошло в 1988 году на чемпионате АСМ по компьютерным шахматам. Во время чемпионата, Тони Марслэнд, профессор из университета Альберты, организовал публичное собрание, одним из участников которого был и я. По каким-то причинам, представляя меня, Тони использовал словосочетание "Глубокая глотка" (Deer Throat) по крайней мере три или четыре раза, хотя каждый раз сразу же поправлялся. "Глубокая глотка" - это кодовое имя информатора в Уотергейте для проводивших расследование журналистов из газеты "Вашингтон пост", и к тому же это название фильма, на просмотр которого вы бы не пригласили свою маму.

После матча Гарри Каспарова с Дип Сот, жалобы на название Дип Сот повалили как изнутри, так и извне IBM. Оказалось, что существовало

<sup>1</sup> В наши дни количество документов в исследовательском центре IBM значительно ниже. Вычислительная среда также ближе к той, что вы видите в окружающем мире.

много людей, которые не могли не думать о "Глубокой глотке", когда они слышали название Дип Сот. Становилось всё хуже. Жена Мюррея Кэмпбелла, Джина, работала в католическом колледже. Президентом колледжа была пожилая монахиня, и во время разговора с Джиной, Сестра периодически переходила на использование слов "Глубокая глотка". "Хьюстон, у нас проблема".

В Карнеги-Меллон, мы могли выбрать любое понравившееся нам название. Но мы не могли сделать то же самое в IBM. Учитывая, что IBM была большой корпорацией, нам следовало быть осторожными, чтобы не нарушить права на чью-нибудь торговую марку. Кроме того, представлялось хорошей идеей, привлечь к процессу переименования как можно больше исследователей из IBM, поэтому информационный отдел объявил конкурс на лучшее название для будущей шахматной машины IBM. Среди поданных заявок моим любимым было название "Blue Chips", но одна компьютерная компания уже использовала его. Несколько других названий столкнулись с той же проблемой. В итоге было выбрано название "Дип Блю"<sup>2</sup>, предложенное Питером Брауном, тем самым сокурсником, который был частично ответственен за то, что нас наняла IBM. За победу в конкурсе Питер был премирован хорошим обедом в нашей компании и возможностью сыграть с Дип Сот. Он отказался от второй части своей премии<sup>3</sup>.

### ***Краткосрочная перспектива***

В 1989 году, когда мы присоединились к IBM, и примерно до 1993 года, IBM была одной из самых прибыльных компаний в мире, с очень хорошими ежегодным финансовыми результатами. Ещё будучи аспирантом, я привык работать с минимальным количеством издержек. У нас был нулевой бюджет для ЧипТест, и бюджет в 5000 \$ для Дип Сот<sup>4</sup>. Вы вынуждены быть очень бережливым, когда у вас такой жесткий бюджет, какой был у нас. Учитывая, что большинство критически важных работ на ранней стадии проекта будут производиться по аппаратной части, для меня стало большим сюрпризом то, что в IBM решили сразу же нанять полную команду. Поэтому когда наш менеджер Рэнди Мулик предположил, что

<sup>2</sup> Название Дип Блю (Deer Blue) представляет собой обыгрывш прозвища IBM, "Big Blue", которое вероятно произошло от синего цвета их товарного знака. IBM не является владельцем товарного знака "Big Blue" и никогда не использует этот термин при описании себя.

<sup>3</sup> Несколько лет спустя Питер Браун (ему помогал сильный мастер) сыграл лёгкую партию с очень ранней версией Дип Блю Джуниор и проиграл. Питер хотел стать первым человеком, который "сыграл с ним".

<sup>4</sup> Однако коммерческие шахматные программисты всегда называли и ЧипТест и Дип Сот "суперкомпьютерами", подразумевая что они проигрывают только машинам стоимостью во много миллионов долларов.

мы найдем гроссмейстера в качестве консультанта, моей первой инстинктивной реакцией был вопрос "Зачем?". Я считал, что нам действительно понадобится помощь от гроссмейстеров для последнего толчка, но мы еще были не готовы работать с ними, так как новое оборудование всё ещё было не более чем блеском в наших глазах.

В тот момент я не принимал во внимание, что мы больше не можем позволить себе только долгосрочную перспективу. Возвращаясь к Карнеги-Меллон - Дип Сот был неофициальным проектом, и у преподавателей не было высоких ожиданий в отношении того, насколько хорошо мы будем работать. До перехода в IBM, мы самостоятельно устанавливали для себя цели, и не были обязаны поддерживать постоянное присутствие в мире компьютерных шахмат. В принципе, мы могли бы вернуться к чертежной доске и в течение многих лет подряд не появляться на мероприятиях по компьютерным шахматам. В IBM мы не могли позволить себе такую же роскошь. Мы наделали много шума. В течение двух месяцев мы фигурировали на первых полосах "Нью-Йорк таймс" и "Уолл-стрит джорнел" - это стало следствием нашего выставочного матча с Гарри Каспаровым. За такое высокое положение приходилось расплачиваться. Внезапно нам пришлось регулярно играть на публике и побеждать. Обеспечение краткосрочного результата, даже если бы он мог помешать долгосрочному прогрессу проекта, стало очень серьезной проблемой для нас. Скорее всего, именно беспокойство об этом заставило Рэнди предложить найм гроссмейстера.

Гроссмейстер Максим Длуги родился в России, но переехал в Соединенные Штаты когда был ещё совсем молод, и большую часть своего шахматного образования получил в США. В какой-то степени Максим был перекрестным продуктом американской и русской культур. Его имя прозвучало, когда мы разговаривали с некоторыми из наших шахматных друзей. Мы пригласили его посетить исследовательский центр IBM. Он оказался представительным человеком, ясно излагающим свои мысли, и после некоторых внутренних обсуждений его наняли в качестве шахматного консультанта. А Мюррей, будучи шахматным экспертом команды, стал основным человеком, работающим с ним.

Когда Максим присоединился к нам, у нас не было четко определенных обязанностей для него. В первые несколько недель он приходил, играл несколько быстрых игр с Дип Сот, проигрывая большинство из них, а затем делал несколько замечаний. Позже он стал приносить кое-какие тестовые позиции, часть которых была из его последних турнирных игр, и смотрел, что предлагает Дип Сот. Иногда, к его огорчению, Дип Сот обнаруживал, что он, очевидно, упустил шансы на победу в партии. Комментарии Максима потенциально были очень полезны, но мы не имели

возможности использовать их, без хотя бы частично разработанного нового оборудования.

У Дип Сот была дебютная книга, но она не добирала до гроссмейстерского уровня, хотя сам он и играл в силу гроссмейстера. После полезной, но не подходящей для использования в настоящий момент работы с Максимом, мы предложили ему поработать над улучшением дебютной книги. На этом новом направлении работы, Максим сначала заносил в дебютную книгу подготовленный дома фрагмент, затем Дип Сот проверял все внесенные позиции на наличие ошибок, после чего Мюррей, просматривая анализ, находил очевидные ошибки и отмечал их, а Максим проверял отмеченные ошибки и придумывал альтернативы.

Дебютная книга Длуги, однако, никогда не подвергалась всесторонней проверке. В 1991 году, когда "Bankers Trust" объявил набор лучших шахматистов как потенциальных трейдеров по валютным операциям и акциям, Максим покинул IBM и присоединился к ним<sup>5</sup>. Мы использовали его дебютную книгу для Дип Сот, с переменным успехом, в матче против немецкой национальной команды<sup>6</sup>. Часть этой дебютной книги напрямую проистекала из "Энциклопедии шахматных дебютов" (ЭШД). ЭШД в значительной степени представляла собой сборник работ гроссмейстеров, и некоторые из них говорили, что сознательно заложили дебютные ловушки в разделы, которые они написали. Среди шахматистов хорошо известно, что ЭШД нельзя полностью доверять. В одной из игр против немецких шахматистов Дип Сот пошел напрямик в дебютную ловушку. ЭШД оценивала позицию как вполне игровую для Дип Сот, но на самом деле она была вчистую проиграна. Если бы позиция была проверена, то мы бы заметили, что Дип Сот оценивает свою позицию на целую пешку хуже, и без какой-либо позиционной компенсации, что обычно является верным признаком того что позиция проиграна.

Эксперимент с Длуги в значительной степени оказался неудачным. Когда Дип Сот II заработал в полной мере, его дебютная книга была низведена до роли резервной копии. Ко временам Дип Блю, большинство анализов Длуги были уже не актуальны. Впрочем, кое-что мы всё же извлекли из этого процесса - то, как не надо работать с гроссмейстерами. Чтобы работать с ними должным образом, нам необходимо было устанавливать четкие цели, а также организовать какие-то средства измерения нашего прогресса.

<sup>5</sup> Это происходило примерно в то же время, когда Дип Сот II только что начал частично функционировать. См. также раздел "Дип Сот II и поиски лучшей жизни". Согласно моим источникам, "Bankers Trust" нанял ещё двух шахматистов в дополнение к Максиму Длуги.

<sup>6</sup> Матч анонсировался как соревнование с участием Дип Сот II, но на самом деле играл Дип Сот.

## *Дип Сот II и поиски лучшей жизни*

Дип Сот II, также известный как "Прототип Дип Блю", в течение своей карьеры, с 1991-го по 1995 год, послужил нескольким полезным целям. Это был сильнейший шахматный компьютер, пока в 1996 году Дип Блю не оттеснил его на второй план. Сегодня, оглядываясь назад, решение о создании Дип Сот II кажется ошибочным. Из-за Дип Сот II выпуск Дип Блю задержался примерно на два года, хотя часть этой задержки и связана с непредвиденными изменениями персонала. С другой стороны, без Дип Сот II Джо Хоэн, участие которого стало критически важным для успеха Дип Блю, возможно не присоединился бы к команде.

Первоначально решение о создании Дип Сот II казалось оправданным. Дип Сот был всё ещё примерно на 200 рейтинговых очков сильнее, чем его ближайшие конкуренты в компьютерных шахматах, и выигрывал три из каждых четырех игр против лучших оппонентов. Но швейцарский формат турнира на главных соревнованиях по компьютерным шахматам означал, что его шансы на победу в турнире составляли всего лишь около пятидесяти процентов, хотя он всегда был главным фаворитом. Когда мы были простыми аспирантами, выиграть турнир по компьютерным шахматам было приятно, а при ином исходе - не так уж и важно. Однако в корпоративной среде присутствовало огромное давление с целью сохранить победную традицию, даже при том что статистика складывалась против нас. По официальной версии, причиной для создания Дип Сот II было использование его в качестве прототипа для изучения параллельных алгоритмов поиска. Но главная причина заключалась в том, чтобы поддерживать большой разрыв между нами и нашими компьютерными конкурентами так, чтобы проект мог продолжаться в течение длительного периода времени, пока я прилагаю усилия к разработке нового шахматного чипа.

С моей точки зрения, существовала ещё одна причина для создания Дип Сот II. Я хотел заставить Томаса Анансарамана переписать программу для шахматной машины.

Томас и я прошли долгий путь. Если не считать меня, то он был первым, кто начал работать над серией шахматных машин Дип Сот. Мы были очень близки, но ко времени перехода в ИВМ, у нас шли непрекращающиеся споры о том, как программировать машину. До начала работы над ЧипТест Томас написал обычную, чисто софтверную шахматную программу. В стремлении ускорить свою программу он нарушил многие из заповедей хорошего программирования; в частности, его программа содержала много элементов типа "goto" - компьютерной команды для перехода к другому месту в программе. Это был классический пример "спагетти" кода - программы с запутанной, труднорегулируемой структурой, сложной для понимания непосвящённого человека.

Когда заработала аппаратная часть ЧипТест, для Томаса уже не было

необходимости продолжать писать шахматные программы в "спагетти" стиле. Но так как он делал это в качестве хобби, я не мог заставить его внести изменения. Дареному коню в зубы не смотрят. Программное обеспечение ЧипТест стало достаточно громоздким даже для Томаса, и когда создавался Дип Сот, он сперва согласился переписать программу таким образом, чтобы её могла понять и остальная часть команды. Но отчасти из-за моей задержки с выпуском аппаратной части Дип Сот, а отчасти возможно и из-за загрузки Томаса работой связанной с исследованиями по его диссертации, программным обеспечением Дип Сот стало модифицированное программное обеспечение ЧипТест, сохранившее весь свой "спагетти" код.

После того как Дип Сот получил второй промежуточный приз Фредкина, Томас решил отказаться от своей первоначальной темы диссертации и превратить в диссертацию свою работу с Дип Сот, но "спагетти" код в нём остался. К тому времени как мы присоединились к ИВМ, Дип Сот содержал около 100 000 строк кода, в основном в "спагетти" стиле, и даже Томасу стало очень трудно отслеживать, как работает программное обеспечение. Дип Сот II, с его намного большим чем у Дип Сот количеством шахматных процессоров (до двадцати четырех), потребовал совершенно нового программного обеспечения, и у Томаса наконец появились веские основания для изменения программы.

Но события развивались совсем не так, как я надеялся.

Когда мы начали проектировать Дип Сот II, Рэнди заключил контракт с одним инженером для работы над аппаратным дизайном вместе со мной. На начальном этапе тот проделал похвальную работу, позволив мне потратить большую часть своего времени на новый шахматный чип, вместо того чтобы отслеживать разработку новой машины. Но прежде чем завершить свою работу, инженер-контрактник покинул нас ради работы за пределами ИВМ. Внезапно, я должен был взять на себя всё проектирование целиком. Это переключение внимания отняло несколько месяцев у работы над чипом.

Затем последовали другие проблемы.

Когда мы оба были аспирантами университета Карнеги-Меллон, Томас работал в группе речевых исследований. На протяжении многих лет он работал с двумя программами, называвшимися "ex" и "lpc", на той же машине, на которой я делал конструкторские работы по чипу. Я всегда считал, что эти программы были частью его речевых исследований; в частности программа "lpc" звучала похоже на "Linear Predictive Coding" (кодирование речи на основе метода линейного предсказания), который был широко распространенным методом распознавания речи, что делало совершенно понятной его работу над ней. Только когда я собирался уходить из Карнеги-Меллон, то узнал, что ни одна из его программ не связана с его работой по распознаванию речи. Программа "ex" оказалась програм-

мой для фондовой биржи<sup>7</sup>, а программа "Ipc" использовалась для прогнозирования колебаний фондового рынка. Томас уже давно интересовался фондовым рынком.

Когда явился Андреас Новатчук с планом создания компании в Силиконовой долине от фирмы с Уолл-стрит, он попросил Томаса поработать неполный рабочий день на этапе создания компании. Андреас в конце концов отказался от сделки с фирмой, но Томас настолько заинтересовался, что продолжал свои переговоры с ними. Спустя некоторое время он достиг соглашения, полагая что здесь нет никакого конфликта интересов с его работой в IBM. К сожалению, адвокаты IBM не согласились с ним, потому что соглашение предполагало передачу интеллектуальной собственности. Закончилось всё тем, что Томас ушел из IBM ради более выгодной работы на Уолл-стрит, с новой зарплатой более чем вдвое превышающей ту, которую он получал здесь.

Перед тем как Томас покинул нас, я носился с идеей создания своей собственной версии шахматной программы. У меня были некоторые новые идеи по улучшению выборочного поиска программы - то есть как сделать поиск вдоль "интересных" линий у программы гораздо глубже, чем это когда-либо получалось у Дип Сот. Я хотел увидеть реализацию<sup>8</sup> своих идей, но учитывая мои проектные работы по оборудованию, я не очень серьезно относился к идее самостоятельного написания шахматной программы. Я только объяснял, и надеялся что Томас подхватит идеи и поработает с ними, как он это часто делал, когда мы ещё учились в Карнеги-Меллон. В настоящее время, с отсутствующим Томасом, я был вынужден писать новую шахматную программу самостоятельно<sup>9</sup>.

Артур Джозеф Хоэн, штатный программист исследовательского центра IBM, которого мы называли просто Джо, ранее уже выражал свой интерес к шахматному проекту. С уходом Томаса у нас образовалась дополнительная вакансия<sup>10</sup>, и мы хотели чтобы кто-то помог с программой Дип Сот II. Джо был выпускником Иллинойского университета в Урбана-Шампейн, и мы знали его как целеустремленного человека и отличного программиста. Дип Блю не был обычным проектом IBM, это был проект привнесенный в IBM со стороны, с членами команды имевшими

<sup>7</sup> Не спрашивайте меня, что делала программа. Томас никогда подробно не объяснял.

<sup>8</sup> После турнира "Software Toolworks" международный мастер Майк Вэльво вызвал Дип Сот на матч по переписке, состоявший из двух игр, которые он легко выиграл. Игры по переписке убедительно показывали, что идея иметь в программе более глубокий поиск по "интересным" линиям заслуживает внимания.

<sup>9</sup> Мюррей был приличным программистом, но в то время только Томас и я могли написать новую программу, так как мы были единственными, кто обладал глубоким знанием оборудования, параллельного и выборочного поиска.

<sup>10</sup> Вакансия - это свободное рабочее место.

собственную мотивацию. Прежде чем команда присоединилась к IBM, мы недвусмысленно заявили что не перейдём, если нам не дадут шанс создать "окончательную" шахматную машину. В отличие от обычных проектов IBM, менеджер проекта Дип Блю выполнял вспомогательную роль, а не роль руководителя проекта. Фактически, никакого руководителя проекта не существовало. То, что члены команды могут заниматься своим делом самостоятельно, было критически важно. После некоторого обсуждения и оформления уймы документов, Джо был принят в группу. Тем не менее он ещё не был готов взяться за работу Томаса, без того чтобы не отвлекать меня. Я всё ещё продолжал программировать новый код параллельного поиска и новый код выборочного поиска для Дип Сот II.

В Карнеги-Меллон я написал симулятор для алгоритмов параллельного поиска, описанных в моей диссертации. С этим симулятором в качестве исходного шаблона для новой программы, мне было гораздо легче работать. Тем не менее, это был медленный процесс. Написание программного обеспечения никогда не возглавляло список интересовавших меня занятий.

В Дип Сот II количество шахматных процессоров увеличивалось до двадцати четырёх, и новая шахматная программа разрабатывалась таким образом, чтобы использовать их все. В первой версии программы не было реализовано ни одно из выборочных продлений, использовавшихся в Дип Сот; не были также реализованы и те идеи по усовершенствованию поиска, которые у меня были. Для завершения программы потребовалось несколько месяцев. Новая программа была примерно в 5-8 раз быстрее, чем Дип Сот. В своей диссертации Томас утверждал, что продления поиска использовавшиеся в Дип Сот дают только небольшую прибавку в силе игры, которой было бы недостаточно, чтобы компенсировать 5-8 кратное преимущество в скорости, которым обладал Дип Сот II. И тем не менее, в состязании один на один Дип Сот играл на равных с первой версией Дип Сот II. Максим Длуги к тому моменту уже перебрался в "Bankers Trust", но поскольку он должен был отработать ещё некоторое количество часов по контракту с IBM, то он сыграл одну партию против Дип Сот II. После игры он высказал мнение, что Дип Сот II был силен, но по сравнению с Дип Сот в его игре казалось отсутствовала энергия. На взгляд Максима Длуги, Дип Сот II играл в крепкие шахматы, но кажется не был способен делать ходы, который удивили бы Максима, как это было с Дип Сот. Я не могу утверждать, что Томас был неправ в своей диссертации, но лабораторные тесты показывали, что кажется здесь есть основания для сомнений. Возможно прибавка была больше, чем считал Томас.

Новые идеи по выборочному поиску потребовали несколько месяцев на реализацию. На первых порах Дип Сот всё ещё держал марку в играх с Дип Сот II. У нас было запланировано несколько публичных мероприятий

для Дип Сот II, но поскольку Дип Сот оказался столь же хорош как и Дип Сот II (или даже лучше), а также был более стабильной программой, то мы решили позволить Дип Сот поучаствовать в них. Однако организаторы уже публично объявили о мероприятиях с участием Дип Сот II. Как уже упоминалось ранее, во время одного из этих мероприятий мы обнаружили необходимость дальнейшей работы над дебютной книгой Максима Длуги. Но к тому времени его контракт уже истек. В конечном итоге Мюррей отказался от этой книги и написал программу для автоматического создания новых дебютных книг, использовавших репертуар лучших игроков, почерпнутый из записей их публичных игр. Одна из дебютных книг которую он создал, была основана на дебютном репертуаре Анатолия Карпова. Она была создана путем извлечения наиболее распространенных ходов из всех публичных игр Анатолия<sup>11</sup>. Эта дебютная книга впоследствии была использована при публичном дебюте Дип Сот II.

Некоторое время казалось, что вся моя работа по созданию программного обеспечения проделана впустую. Дип Сот II играл не лучше, чем Дип Сот, несмотря на все дополнительные процессорные мощности. Тем не менее практический опыт имел большое значение, и я смог более полно вникнуть в ту работу, которой занимался Томас. Я также получил лучшее представление о том, как надо проектировать аппаратную часть, чтобы облегчить работу программного обеспечения. Но самое главное, я осознал, как более эффективно организовать управление поиском. Именно это новое видение предмета позволило добавить последний штрих. Результат оказался драматичным. Дип Сот II внезапно начал громить Дип Сот. Дип Сот уже и так был тактическим шахматным монстром, и тем не менее, расширив расчет на несколько дополнительных ходов, Дип Сот II раз за разом обнаруживал глубокие комбинации, которые ускользали от внимания Дип Сот. У нас была новая шахматная программа номер один.

В 1991 году Дип Сот II сыграл на своём первом публичном мероприятии - чемпионате АСМ по компьютерным шахматам, который проводился в Альбукерке, штат Нью-Мексико, с 17-го по 20 ноября. Вместо дебютной книги Длуги была использована "дебютная книга Карпова". Дип Сот II победил во всех своих играх, но в одной из игр черными мы были изрядно напуганы, так как книга Карпова давала нашему противнику возможность получить ничью повторением позиции прямо в дебюте - Анатолий был хорошо известен как шахматист охотно играющий на ничью черными. На мой взгляд, самая впечатляющая партия Дип Сот II в этом турнире была

<sup>11</sup> Почему Мюррей решил использовать дебютный репертуар Анатолия вместо Гарри? Ну, Анатолий имел относительно узкий и надёжный дебютный репертуар, в то время как у Гарри он был очень широкий, быстро меняющийся, а временами и рискованный. Потребовалось бы много усилий, чтобы гарантировать, что "дебютная книга Каспарова" будет безопасна для использования.

сыграна против Крэй Блиц. В течение более чем десяти ходов (по десять ходов белыми и черными, или двадцать полуходов общим счётом), Крэй Блиц не подозревал, что движется к поражению, в то время как Дип Сот II полностью контролировал игру и оценивал её как абсолютно выигранную. Крэй Блиц была одной из самых быстрых шахматных программ на турнире, и то, что её пересчитали с большим запасом, превысило мои самые смелые ожидания.

После турнира в Альбукерке Джо Хоэн взял на себя работу по шахматной программе. В тот момент, когда я её передавал, программа Дип Сот II содержала всего около 5000 строк кода, или примерно одну двадцатую от строк кода Дип Сот. Код Дип Сот II управлял вдесятеро большим числом шахматных процессоров, а также содержал новые, и возможно гораздо более мощные средства продления поиска. Я гордился своей работой, но усилия по созданию программного обеспечения потребовали около года моего времени, которое при иных обстоятельствах могло бы быть потрачено на разработку шахматного чипа.

### *Поездка в Данию*

В эти годы, после каждого крупного соревнования в котором участвовал ЧипТест, Дип Сот, или Дип Сот II, я размещал сообщения со своим собственным отчетом о прошедшем турнире в группе новостей USENET, на [rec.games.chess](http://rec.games.chess)<sup>12</sup>. Приведённый ниже репортаж о нашей поездке в Данию, написан на основе одного из таких сообщений. Тогда же происходили и другие важные шахматные события в карьере Дип Сот II, в том числе победа в матче с гроссмейстером Юдит Полгар, одним из лучших игроков в мире, и возможно лучшим игроком всех времён среди женщин<sup>13</sup>. Однако шахматное мероприятие в Дании важно и по многим другим причинам. С исторической точки зрения это был первый раз, когда шахматный компьютер победил национальную команду в матче. С точки зрения команды Дип Блю это был первый раз, когда мы сыграли серьёзный матч в классические шахматы (шахматы с турнирным контролем времени), и в этом смысле он стал пробным прогоном перед будущими матчами Дип Блю. Матч, а в особенности игры с хитрым Бентом Ларсеном, дали нам много полезных шахматных уроков. Есть и ещё одна очень важная причина, почему я включил это мероприятие в свою книгу.

<sup>12</sup> После первого матча Дип Блю я написал свой отчет, но отказался от его размещения, поскольку информационный отдел исследовательского центра ИВМ убедил меня, что вероятно лучше опубликовать его в виде статьи в серьезном журнале. Поскольку подготовка ко второму матчу шла полным ходом, статья так никогда и не увидела свет. О втором матче Дип Блю я не стал писать какой-либо послематчевый отчет.

<sup>13</sup> Матч игрался с быстрым контролем времени (по 30 минут каждому игроку на всю партию), и его не следует воспринимать слишком серьезно.

Джо Хоэн взял на себя программирование Дип Сот II чуть более чем за год до этого матча. К тому времени, он произвёл существенные дополнения и улучшения в программе, и в той или иной мере Дип Сот II стал его программой. Но только тогда я впервые действительно оценил всю преданность Джо проекту. В течение части матча Джо был болен, но несмотря на трудности не бросал дела, много работал, и вносил многочисленные улучшения в программу. Во время этой поездки в Данию, Мюррей, Джо и я стали по-настоящему единой командой.

После турнира в Альбукерке я смог вернуться к чипам, но обнаружил, что ранние проектные наработки уже нельзя использовать. Это был слишком долгий перерыв, и я забыл то, что делал. Между тем, у нашего менеджера, Рэнди Мулика, были свои планы. IBM формировал совместное предприятие с другой компанией и Рэнди собирался туда перейти. Весной 1992 года в качестве нашего нового менеджера был назначен Си Джей (СJ) Тан, но так как Мюррей, Джо и я принимали участие в проекте по собственной инициативе и фактически были автономны, изменения в управленческой цепочке очень мало повлияли на наш ежедневный распорядок. Для меня проект был делом жизни, и конечно же чем-то подобным он был и для Мюррея с Джо. Мы хотели видеть проект завершенным, кто бы ни был нашим руководителем. Мы были заинтересованы в том, чтобы менеджер играл вспомогательную роль. Но даже если бы мы получили некомпетентного босса, подобного типу из комиксов "Dilbert", мы всё равно закончили бы работу<sup>14</sup>. СJ играл роль тонкой поддержки, так что команда в основном не знала, чем занимались он или управленческий аппарат. Команда была хорошо изолирована от внешних воздействий.

Пока я начинал с начала свою работу по созданию чипа, Мюррей обнаружил шахматный интернет-сервер, и Дип Сот II некоторое время анонимно играл на нём, пока это не раскрылось. В течение того периода Дип Сот II стал достаточно хорошо отлаженной машиной, что, конечно, положительно сказалось на подготовке к нашему следующему мероприятию.

В конце 1992 года IBM Дании договорился с нами об организации выставочного шахматного матча, возможно в связке с IBM Швеции. В какой-то момент речь шла также и о привлечении к игре шведских гроссмейстеров, но в окончательном варианте соглашения присутство-

<sup>14</sup> Хорошо, я признаю, что было бы очень нелегко, если бы нашим менеджером стал некомпетентный босс. По всей вероятности некомпетентный босс провозгласил бы себя нашим неустрашимым руководителем проекта и приказал бы обеспечивать его пончиками на тех бессмысленных совещаниях, на которые он бы нас созывал.

вали только игры в столице Дании, Копенгагене, и только с датскими игроками.

Было запланировано два отдельных официальных матча - из четырех игр против датской сборной и четырех игр против гроссмейстера Бента Ларсена, последняя игра с которым считалась частью командного матча. Таким образом, фактически предстояло провести только семь официальных игр. Также в будние дни дополнительно планировалось провести пять одночасовых выставочных игр. Одним из организаторов матча, вместе с IBM Дании, выступал шахматный союз Копенгагена. Для этого мероприятия мы вручную перевезли в Данию печатные платы для шахматных процессоров, а остальную часть Дип Сот II отправили в большом ящике.

Главный матч, против датских шахматистов, должен был начаться в среду, 24 февраля 1993 года. Мы приехали рано утром в пятницу, 19 февраля, чтобы на следующий день принять участие в публичном мероприятии с участием Гарри Каспарова. В вечер нашего приезда мы поужинали с организаторами и Каспаровым. Во время ужина мы впервые узнали, насколько хорошо были подготовлены датчане. Йенс Нильсен, создатель известного тестового набора шахматных позиций для компьютеров, подготовил для датских игроков материалы, содержащие игры Дип Сот, подходящие случаю статьи, указывающие на слабости компьютеров, и тому подобное. Мы были обеспокоены, но поскольку Дип Сот II был разобран на части, а на выходных предстояли предварительные мероприятия, то до понедельника мы могли сделать не так уж и много.

Гарри доминировал в разговоре за ужином, но время от времени уходил в себя и просто слушал. Возможно это происходило из-за того что он был простужен. А может быть его мысли занимало что-то другое. Несколько дней спустя, во время одной из наших матчевых игр, мы получили факс, что Гарри Каспаров и Найджел Шорт - соискатель его титула из Великобритании - решили выйти из международной шахматной федерации (ФИДЕ). Они сформировали новую шахматную организацию - Профессиональную Шахматную Ассоциацию (ПША), и впоследствии сыграли матч за звание чемпиона мира уже под эгидой ПША. Найджелу не понравились условия проведения матча на первенство мира, навязываемые ФИДЕ без его согласия, и в лице Гарри, с его длительными спорами с тогдашним президентом ФИДЕ Флоренсио Кампоманесом, Найджел нашел себе единомышленника.

Несмотря на простуду, Гарри выглядел впечатляюще во время публичного мероприятия в субботу. Мы не смогли собрать Дип Сот II для шоу полностью, но нам удалось подготовить и проверить версию с двумя шахматными процессорами. Гарри начал демонстрировать одну из своих недавних игр против гроссмейстера Предрага Николича. В этой игре

Гарри пошел на большие материальные жертвы ради атаки, которая, по его мнению, должна была обеспечить победу. Дип Сот II, с ограниченной процессорной мощностью, сначала оценивал позицию как неблагоприятную для Гарри, и предложил некоторые альтернативные варианты обороны за противника. Тогда Гарри в режиме реального времени, прямо на сцене, расстроил новоиспеченные защитные меры, предлагаемые Дип Сот II. Дип Сот II явно не имел ни малейшего представления о том, что происходит в игровой позиции. Я определенно не ощущал грусти и печали, но мне стало ясно, что по возвращении в Соединенные Штаты предстоит много работы. Обозначившиеся проблемы так или иначе касались только меня - новый шахматный чип должен "понимать" позиции из этой игры<sup>15</sup>.

Мы начали сборку полной машины на месте проведения матча в понедельник 22 февраля. Вследствие того что машинный зал не охлаждался должным образом (там не было кондиционеров), один из шахматных процессоров перегрелся и спустя несколько часов перестал работать. Ко вторнику вентиляцию улучшили, и пробная игра прошла без происшествий.

Наша машина была заявлена организаторами как "Северный Дип Блю". Это был первый случай использования названия "Дип Блю", хотя бы и косвенным образом. Для меня же Дип Блю не существовало, пока не было закончено его создание в 1996 году, для первого матча против Гарри. Машиной, которая на самом деле играла в Дании, был Дип Сот II, хоть и с уменьшенным количеством шахматных процессоров. Во время своего первого публичного выступления Дип Сот II играл на двадцати четырёх шахматных процессорах, но на этот раз мы использовали только четырнадцать процессоров. Помимо одного процессора потерянного из-за перегрева, ещё несколько процессоров погибло в результате несчастного случая в нашей лаборатории. Так получилось, что кондиционер в нашей лаборатории покрылся льдом и перестал работать. Затем лед растаял, вода начала капать на шахматные процессоры и некоторые из них вышли из строя. На матче в Копенгагене пиковая скорость Дип Сот II опустилась примерно до 4-5 миллионов шахматных позиций в секунду.

### *День 1 (среда, 24 февраля)*

Это был катастрофический день. Именно тогда мы впервые полно-

<sup>15</sup> В наши дни Дип Блю Джуниор, вычислительная мощность которого составляет только одну тридцатую часть от мощности Дип Блю, без проблем жертвует, тратя лишь минуту на размышления. Так, в тот день я узнал от Гарри кое-что полезное. Шахматный чип должен распознавать, что определенные конфигурации фигур, в сочетании с открытыми линиями напротив короля противника, могут оказаться очень действенными при атаке на короля.

стью осознали всю серьезность нашей неподготовленности и то, насколько хорошо подготовлены наши соперники. По окончании партий началась бешеная работа.

Первая партия игралась против Бента Ларсена. Это была первая официальная игра из матча с ним - она не считалась частью матча против датской команды. Бент избрал простую стратегию, которая сработала на удивление хорошо. Как известно, слоны действуют по диагоналям, и увеличивают свою силу, когда позиция на доске открытая, с множеством "открытых" диагоналей, свободных от пешек. Если позиция заблокирована пешками, то кони могут стать сильнее слонов, хотя в целом слон как правило более сильная фигура чем конь. Бент разменял всех коней принадлежащих Дип Сот II и старался сохранять позицию закрытой. Дип Сот II сохранил пару слонов, что обычно считается преимуществом. Проблема заключалась в том, что мы никогда не программировали Дип Сот II на понимание того факта, что ему следует разменивать некоторые пешки для увеличения сферы действия своей пары слонов. Стратегия Бента не сработала бы, если бы мы могли заранее предвидеть это как потенциальную проблему. Наша дебютная подготовка также оставляла желать лучшего. Бент выиграл первую партию матча, и мы оказались в весьма затруднительном положении.

После официальной игры мы провели ещё две короткие выставочные партии. Обе они также окончились катастрофой. Наши оппоненты были хорошо подготовлены, и кажется, что-то было не так с Дип Сот II.

### *День 2 (четверг, 25 февраля)*

Накануне, в программу было внесено несколько изменений. Джо положил на это всю ночь. Мюррей тоже работал допоздна. Я же главным образом оставался зрителем. За исключением дебюта Дип Сот II в Альбукерке, когда я написал большую часть шахматной программы, к началу шахматных турниров моя основная работа как правило завершалась. Ночью Джо обнаружил у Дип Сот II некоторые проблемы в коде продления поиска. Перед нашим визитом в Данию, Джо внедрил в программу кое-какой отладочный код для тестирования, и во время игры в первый день, этот код был активен. Отладочный код заставлял программу вести себя совершенно по иному, и похоже делал её гораздо слабее. Джо обнаружил проблему и исправил её.

В течение дня были сыграны три выставочные партии, и на этот раз Дип Сот II вёл себя гораздо лучше, чем в предыдущий день. График нашего визита в Копенгаген был чрезвычайно напряженным, с постоянными выставочными играми, и у нас оставалось не так много времени, чтобы провести серьезную подготовку к официальным матчам. Датская

команда по-видимому использовала выставочные матчи для поиска дополнительных слабых мест у Дип Сот II.

Вторая матчевая игра, с международным мастером датской сборной Хенриком Даниэльсеном, она же первая игра командного матча, была сыграна вечером. Хенрик был удивлён некоторыми острыми ходами Дип Сот II. Последние ночные изменения, сделанные Джо, по-видимому серьезно изменили игру машины. После одного особенно неприятного хода Дип Сот II, Хенрик провел более пятнадцати минут в раздумьях о своём ответе. Машина правильно предсказала его ответ и смогла использовать затраченное им время, чтобы найти в позиции выигрывающий ход, который практически сразу же закончил игру. Если бы Хенрик ответил достаточно быстро, то Дип Сот II пропустил бы этот убийственный ход.

Таким образом, после двух дней счет в матче Дип Сот II с Ларсеном был 0-1, а в матче против датской команды 1-0. Этой ночью нам спалось уже легче.

### *День 3 (пятница, 26 февраля)*

Это был спокойный день. Обе матчевые игры, и против Бента Ларсена, и против датской команды, закончились вничью.

У Дип Сот II были хорошие шансы на победу во второй игре с Бентом, но он не смог реализовать их. Бент находился под давлением на протяжении всей игры. Партия перешла в окончание, где у обеих сторон оставалось по ладье и слону, и кроме того у Дип Сот II была лишняя пешка. Проблема заключалась в том, что слоны передвигались по полям разного цвета. Хорошо известно, что окончания, где у обеих сторон остаётся по одному слону, и они передвигаются по клеткам противоположного цвета, трудно выиграть за сильнейшую сторону, так как каждый из слонов может атаковать только половину шахматной доски. Дип Сот II знал об этом, но к сожалению он не знал, что если добавить обеим сторонам по ладье, то это не сильно меняет ситуацию.

Вторая партия дня игралась против члена датской команды, международного мастера Карстена Хоя. В дебюте Карстен добился хорошей позиции, отчасти благодаря пробелам в нашей дебютной подготовке. Учитывая слабость позиции, Дип Сот II играл сильно, и поставил Карстена перед сложным выбором. В один момент партии казалось, что Дип Сот II даром предлагает ему пешку. Карстен задумался на очень продолжительное время, отклонил жертву пешки, и игра закончилась вничью. Практически все в зале ожидали, что Карстен возьмет пешку и выиграет партию. Впоследствии он объяснил, что не видел ничего очевидно неправильного во взятии пешки, но его интуиция подсказывала ему, что

возможно это ловушка. Послематчевый анализ с Дип Сот II позволяет предположить, что интуиция у Карстена была отличная. Если бы он взял пешку то его конь попал бы в ловушку, или же Дип Сот II получал очень сильную атаку.

#### *День 4 (суббота, 27 февраля)*

Бент Ларсен снова играл белыми. Мюррей не смог найти хорошее противоядие тактике Бента из первой игры, так что наш старый резерв - защита центральной пешки, снова явилась миру. В Дании этот дебют конечно же больше известен как скандинавская защита, и Дип Сот II к тому же довелось разыграть "датский вариант". Но мы играли эту защиту не в честь хозяев. Мы были в отчаянии. Вскоре после начала игры Дип Сот II попал в большую беду. Вероятно единственным шахматистом среди присутствовавших на матче, который не "думал" что Бент выиграет, оставался сам Дип Сот II. Но даже машина оценивала своё положение как крайне неблагоприятное. Однако у Бента присутствовала одна психологическая проблема. Начиная партию он вероятно рассчитывал на ещё одно медленное позиционное сдавливание. Положение на доске было очень хорошим для него, но атаку следовало исполнить безупречно. Если бы Бенту противостоял игрок-человек, то он вероятно просто бы сломался под давлением. Если бы ему противостоял какой-либо иной компьютер, то был велик шанс на то, что компьютер сделал бы какую-нибудь критическую ошибку и быстро проиграл. Некоторое время Бент хорошо вел атаку, но Дип Сот II шел буквально по тонкой грани и изобретательно защищался. Перевес Бента постепенно рассеивался. Когда подошла стадия эндшпиля, оказалось, что позиция у Дип Сот II даже лучше. Впоследствии велись некоторые дебаты относительно того, выигрывается ли финальная позиция, но так как Дип Сот II понятия не имел о том, как правильно действовать, то мы заключили перемирие.

Игра командного матча против третьего участника датской национальной сборной, гроссмейстера Ларса Бо Хансена, была пожалуй лучшей партией проведенной Дип Сот II в Дании. Один из комментаторов зашел так далеко, что заявил, будто Дип Сот II играл в ней подобно супергроссмейстеру. Ранее Ларсу уже доводилось успешно играть против дебютного варианта разыгранного Дип Сот II, но после игры он сказал, что возможно ему придется пересмотреть этот вариант полностью. Игра против Ларса стала первым случаем, когда мы наблюдали, как Дип Сот II обыгрывает гроссмейстера в игре регулярного турнира, превзойдя его в *позиционной* игре. Окончательный удар был нанесен посредством тактической комбинации, но реально игра завершилась ещё до неё. После этой игры Дип Сот II повёл в счёте 2,5 на 0,5 очка, и таким образом обеспечил

себе победу в матче против датской сборной. Но в матче с Бентом мы по-прежнему уступали со счётом 2-1, и у нас оставался последний шанс, чтобы свести этот матч вничью.

### *День 5 (воскресенье, 28 февраля)*

В этот день состоялась решающая партия матча с Ларсеном, она же партия против датской национальной сборной. Уже в самом начале игры Бент получил плохую позицию, недооценив опасный ход соперника. На двадцать пятом ходу Дип Сот II вероятно стоял на грани выигрыша, но тут он решил перейти в очередное окончание со слонами разного цвета. На этот раз у обеих сторон на доске находились ферзи. После второй игры мы увеличили штраф для случая наличия дополнительной ладьи у обеих сторон, но не сделали того же для ферзя у обеих сторон. Не попали ли мы впросак снова? Дип Сот II был не в состоянии добиться никакого прогресса. Спустя некоторое время, мы начали обсуждать в машинном отделении, не стоит ли нам предложить Бенту ничью. Но тут в машинный зал пришел очень взволнованный международный мастер Бьярке Кристенсен и начал объяснять нам, что позиция станет выигранной для Дип Сот II, если разменять ферзей! Мы были потрясены, узнав об этом. В команде роль шахматного эксперта выполнял Мюррей, но и он не знал о такой возможности. Бьярке объяснил нам, что как только ферзи будут разменяны, чистое окончание со "слонами разного цвета" окажется выиграно. Дип Сот II мог создать две удаленных друг от друга "проходные пешки" (пешки которые больше не могут быть задержаны или заблокированы противостоящими им пешками оппонента), что приведет к выигрышу, несмотря на присутствие слонов разного цвета. Однако наша проблема заключалась в том, что Дип Сот II был однозначно запрограммирован не разменивать своего ферзя в данной ситуации. Мы поиграли ещё немного, а затем предложили Бенту ничью. После матча, полный чувства отвращения к данному случаю, я пробежался по книгам о шахматных окончаниях и разжился знаниями обо всех "легких" эндшпильных правилах для нового шахматного чипа, включая подробные правила об окончаниях с "разноцветными слонами".

Окончательный счет матча с Ларсеном: Ларсен 2,5 - Дип Сот II 1,5. Результат против датской сборной оказался значительно лучше: Дип Сот II 3 - сборная Дании 1. Сегодня, оглядываясь назад, результат этих матчей не представляется особо важным, но тот матчевый опыт и шахматные уроки, которые мы получили в процессе этой поездки, оказались бесценными.



## *Воспитание младенца*

### *Выбор производителя чипов*

В Карнеги-Меллон я никогда не задумывался о проблеме выбора поставщика чипов для проекта. Существовал только один выбор - MOSIS - служба реализации MOS. MOSIS предоставлял услуги по изготовлению недорогих чипов для академической среды за счёт распределения затрат среди нескольких проектов. Финансовую поддержку для университетских проектов MOSIS предоставляли NSF (Национальный научный фонд) и DARPA. Таким образом, студенты как правило получали возможность изготовить свои чипы бесплатно.

Чтобы пользоваться услугами службы MOSIS, я должен был сделать пользовательский макет чипа самостоятельно. Для разработанного в 1985 году генератора шахматных ходов, я отрисовал на компьютере, вручную, каждый из 36 000 транзисторов. Я также проложил вручную каждый проводник на чипе. Когда в 1986 году мой японский друг Тейи Нишизава по дороге на конференцию посетил Карнеги-Меллон, то он был удивлен тем, что мне удалось упаковать так много транзисторов на 3-микронный CMOS чип. В то время коммерческие автоматические средства компоновки по-видимому делали эту работу не слишком хорошо. Я же просто не знал, насколько они плохи.

Исследовательский центр IBM располагал отличным набором собственных инструментов разработки интегральных схем (IC) которые, как говорили, были лучше, чем коммерческие инструменты. Отдел микроэлектроники IBM также обладал, и до сих пор обладает, самыми передовыми технологическими процессами производства интегральных схем. Проблема заключалась в том, что когда мы начинали в IBM, отдел микроэлектроники был ориентирован только на внушительные объемы собственного производства IBM. Он не предназначался для предоставления услуг кремниевого производства. Сегодня отдел микроэлектроники IBM представляет собой одну из лучших, если не самую лучшую сервисную службу - если вы хотите создать самые быстрые микропроцессоры используя кремниевое производство, то вы обращаетесь в

отдел микроэлектроники IBM. Однако в 1989 году все исследователи в IBM, с кем я пересекался, советовали мне подыскать поставщика чипов на стороне.

Среди американских коммерческих компаний предоставлявших услуги кремниевого производства, двумя основными кандидатами были LSI Logic и VLSI Technology. На обоих коммерческих кремниевых производствах, мне уже не нужно было делать компоновку самостоятельно. Все что мне нужно было сделать, это разработать схему, а выбранный мною поставщик мог бы произвести полное физическое размещение, используя свои собственные внутренние инструменты автоматической компоновки. Моей первой мыслью было: "Это будет легко". Разработка схем для чипа генератора ходов, использовавшегося в ЧипТест и Дип Сот, заняла всего лишь месяц. Допустим, мне потребуется ещё один дополнительный месяц для основательной проверки чипа. В сумме это составляет, опять же, всего лишь два месяца. Я рассудил что "создание нового чипа должно занять не более чем год или два".

После некоторого исследования вопроса, я начал склоняться к VLSI Technology. LSI Logic в начале 1990-х сконцентрировалась в основном на бизнесе на основе технологии "базовых матричных кристаллов". В чипе производимом по технологии базовых матричных кристаллов все транзисторы изготавливаются заранее, а чип формируется согласно требованиям заказчика на последних этапах производства, когда посредством нанесения слоёв металлизации, создаются необходимые соединения. Подход лежащий в основе технологии базовых матричных кристаллов позволяет уменьшить время от сдачи проекта до получения готового чипа - но за счет уменьшения плотности цепей и гибкости дизайна. Основной альтернативой является метод "стандартной ячейки", который обеспечивает более высокую плотность схемы (транзисторы создаются только там, где они действительно необходимы), чем метод базовых матричных кристаллов. В то же время, размещение элементов на чипах изготавливаемых по методу стандартной ячейки, может быть автоматизировано примерно так же, как и у чипов на основе базовых матричных кристаллов. Кроме того, для чипов, которые требуют значительное количество встроенной памяти, чипы стандартной ячейки обеспечивают гораздо лучшую плотность и повышенную производительность. VLSI Technology использовала более зрелую технологию стандартной ячейки, но решающим аргументом стало их обещание вручную скомпоновать цепи для выявления повторения шахматных позиций, основываясь на разработках приведенных в моей докторской диссертации. Конечно же, за кругленькую сумму. Мне необходимо было только предоставить VLSI Technology подробную схему на транзисторном уровне для указанных цепей.

Когда я изучал возможности инструментов от VLSI Technology, то сделал пробный макет одного квадрата упрощенного генератора шахматных ходов. Пробная компоновка по 0,8-микронной CMOS технологии должна была оказаться примерно в четырнадцать раз более плотной, чем по 3-микронной CMOS технологии, которую я использовал для старого генератора ходов, со-

зданного в 1985 году. Пробный макет, сгенерированный автоматическим инструментом, оказался всего лишь примерно в два раза плотнее, чем мой собственный макет изготовленный вручную по 3-микронной технологии. Получается, что я уложил транзисторы примерно в семь раз лучше по сравнению с автоматическим инструментом. Это была хорошая новость. Плохая новость заключалась в том, что автоматический инструмент, которым мне предстояло пользоваться, размещал транзисторы примерно в семь раз хуже чем я.

Низкая плотность упаковки инструментами автоматической компоновки, стала основной причиной моего решения сделать специальную компоновку логики, отвечающей за выявление повторения шахматных позиций. Я думал, что такое решение было необходимо, но оно оказалось неверным. Сегодня я бы уже не принял подобного решения. Специальный проект для логики детектора повторений постоянно прерывал нормальный ход проектирования, вносил дополнительные сложности и как следствие, значительно задерживал разработку чипа. Я потратил более полугода только на то, чтобы получить правильную логическую схему на уровне транзисторов для детектора повторений. К тому же детектор повторений стал косвенной причиной дорожно-транспортного происшествия, в которое я попал.

В конце весны 1993 года, спустя несколько месяцев после нашей поездки в Данию, я доставил в офис VLSI Technology в Нью-Джерси окончательные проектные данные на детектор повторений. На обратном пути, один небрежный водитель, не обращая внимания на знак "Стоп", выехал с боковой дороги всего в двадцати метрах впереди меня. Это был опыт изменяющий взгляды на жизнь, но я никому бы не посоветовал его повторить. Когда другой автомобиль внезапно вырвался на дорогу передо мной, я подумал что погибну и это будет конец проекта<sup>1</sup>. Мне удалось в достаточной степени отклонить арендованный мною автомобиль, чтобы избежать прямого столкновения с другим автомобилем. Если бы его водитель увидел меня и своевременно остановился, то аварии удалось бы избежать. Как оказалось, он ехал не обращая никакого внимания на условия движения, в результате чего произошло столкновение под углом. Я остался жив, но моё лицо было в синяках и порезах от собственных очков, которые разбились при контакте с подушкой безопасности. У меня также были рваные раны на лице и левой руке. Пассажиры в другой машине не пострадали. В ближайшей больнице установили, что на роговице моего левого глаза есть опасный порез, и в течение недели мне пришлось носить повязку на глазу. Реально же, из-за проблемы с глазом<sup>2</sup>, я в

<sup>1</sup> Когда Андреас Новагчук читал ранний рабочий вариант этой книги, то был удивлен тем, о чем я думал непосредственно перед аварией. Но надо сказать, что в то время проект для меня был делом всей жизни. Кроме того, я возвращался из командировки связанной с проектом, и проект крутился у меня в голове. В тот момент выживание проекта зависело исключительно от того, заработает ли новый шахматный чип. Так как я был единственным разработчиком чипа, то если бы я не уцелел в аварии, проект прекратил бы своё существование.

<sup>2</sup> На протяжении более чем года после аварии, я продолжал время от времени испытывать проблемы со зрением.

течение месяца не мог вернуться к серьезной работе. К тому моменту как я вернулся к работе, в результате длительного перерыва, а возможно и травмы вследствие аварии, мне было трудно снова вникнуть в текущий проект аппаратных средств оценки. Потратив около недели в попытках пробежаться по начальной стадии проекта, я сдался и решил начать разработку цепей оценки с нуля. К тому моменту я уже потратил около полугода на разработку аппаратной оценки, и таким образом, это время целиком и полностью было потрачено впустую.

Это привело к плохим последствиям. В конце 1994 года, когда начались обсуждения возможного матча между Дип Блю и Гарри Каспаровым, первая версия шахматного чипа Дип Блю всё ещё находилась в разработке. По-прежнему не было известий от VLSI Technology о заказанном более чем год назад специальном детекторе повторений. По мере сокращения отпущенного нам времени, было принято решение исключить из проекта заказной детектор повторений. Таким образом, и те шесть месяцев которые были потрачены на разработку детектора, тоже пошли псу под хвост. В общем, одно лишь неудачное решение о создании специального детектора повторений отложило проект на целый год. Дорогое решение, и не только с точки зрения потери времени, но и с точки зрения значительного ослабления шахматной машины. Как вы увидите ниже, несмотря на то что обнаружение повторений на первый взгляд кажется не очень важным, оно может оказывать очень тонкое влияние на позиционную игру шахматной программы.

Примерно в то же время VLSI Technology решили перенести работу в свой Бостонский офис. Несколько месяцев спустя, когда я доставил в Бостонский офис VLSI свой первый вариант полного нетлиста, без логики детектора повторений, я увидел часть макета заказного детектора. Макет был примерно в пять раз больше, чем я ожидал, причем более чем 40 процентов площади занимали два гигантских пучка проводников, пересекающих друг друга по пути от одного края макета к другому. Автоматический инструмент уловил бы тот факт, что эти два пучка можно было чередовать как гребенку, и тогда пересекающиеся проводники заняли бы совсем небольшую площадь. Но в итоге, компоновка выполненная вручную, каким-то образом оказалась гораздо хуже, чем автоматическая. Инженеру из офиса компании в Нью-Джерси было сказано, что проводники нужно чередовать, но почему-то эта информация не была передана макет-технику. Мы никогда бы не одобрили макет в подобном виде, даже если бы у нас оставалось достаточно времени, чтобы дождаться его завершения.

Сегодня, если бы я создавал ещё один шахматный чип, или любой другой чип, я подошел бы к выбору поставщика чипов совсем иначе. Начиная с конца 1980-х годов, полупроводниковая промышленность довольно сильно изменилась. В то время чип-дизайнеры создавали проекты в виде принципиальных электрических схем, часто с использованием специальных инструментов от поставщика чипов. В начале 1990-х годов разработчики чипов обратились

к инструментам логического синтеза, основанным на специальных языках программирования, отображавших чип на языке описания аппаратуры и опиравшихся на инструменты автоматического синтеза логики для создания нетлиста. Теперь можно было разрабатывать чип без оглядки на определенного производителя. Разработчик мог начать подбор поставщика чипов на самых поздних стадиях процесса проектирования, поскольку изменение поставщика чипов приводило лишь к небольшим издержкам. Увы, когда шахматный проект ещё только начинался, в моём распоряжении не было таких роскошных возможностей. К тому времени, когда стали широко использоваться инструменты логического синтеза, IBM столкнулась с серьезными финансовыми проблемами, и на приобретение новых инструментов не было денег. Шахматные чипы Дип Блю практически полностью созданы с использованием принципиальных электрических схем, хотя ближе к концу проекта и стали доступны гораздо лучшие средства разработки. Кроме того, у нас не было и особой возможности выбрать передовой технологический процесс производства, поскольку мы были завязаны на инструментарий определенного производителя. Матч-реванш 1997 года, между Гарри Каспаровым и Дип Блю, игрался с использованием CMOS-чипов изготовленных по 0,6-микронной технологии, хотя отрасль уже перешла на CMOS-технологиию 0,35 микронметров и меньше<sup>3</sup>. Так или иначе, причины выбора VLSI Technology перед LSI Logic сейчас уже не актуальны. В частности, я предпочел бы избегать как чумы, любого вида заказной компоновки, если только у меня не будет полного контроля над ней.

В то время когда мы определялись с производителем, выбор VLSI Technology вероятно был ничуть не хуже любого другого. В конце концов, с VLSI было заключено новое соглашение. Так что здесь всё прошло должным образом. Позже появилось больше возможностей по выбору инструментов разработки, но мы были не в состоянии приобрести их, учитывая ограниченный бюджет IBM в то время. А когда финансовое положение IBM вернулось к норме, проект уже близился к завершению, и было слишком поздно менять инструменты.

### ***Закон Мерфи***

В конце 1994 года состоялись важные переговоры между IBM, Гарри Каспаровым и ACM (Ассоциацией вычислительной техники) - главной организацией, санкционировавшей проведение большого матча. Матч должен был состояться в феврале 1996 года, что совпадало с датой празднований по случаю 50-летия ACM. Создание шахматного чипа Дип Блю близилось к завершению, но нам всё ещё предстоял огромный труд по проверке корректности его работы. Мюррей и Джо согласились отвлечься от своих дел и помочь с

<sup>3</sup> Если бы у нас был доступ к более совершенной технологии, то шахматные чипы стали бы примерно вдвое быстрее. К тому же при этом примерно в четыре раза сокращалась площадь кристалла, что позволяло резко увеличить выход годных чипов.

проверкой чипа. Дип Сот II был выключен и разобран, поскольку нам требовался его головной компьютер, который был нашей единственной машиной с достаточным количеством оперативной памяти для запуска моделирования чипа. Мы рассчитывали собрать Дип Сот II обратно, когда начнет функционировать новая шахматная машина, чтобы провести несколько тестовых игр; иначе говоря, мы полагали, что такой машины как Дип Сот II более не существовало.

ИССА (Международная ассоциация компьютерных шахмат), раз в три года проводит чемпионат мира по шахматам среди компьютеров. Она обратилась к IBM с просьбой спонсировать турнир, который должен был состояться в Гонконге в мае 1995 года. Мы выиграли чемпионат 1989 года, но не участвовали в турнире 1992 года. Будь на то моя воля, мы наверное пропустили бы чемпионат ещё раз. Мюррей, Джо и я были завалены работой над чипом, и нам казалось гораздо более важным убедиться, что мы готовы к игре с Гарри Каспаровым.

Однако у нашего менеджера, Си Джей Тана, было иное мнение. Рассматривая чемпионат как возможность добавить рекламы к матчу с Гарри, он устроил так, чтобы получить финансирование для чемпионата и согласился принять в нём участие. Существовали некоторые шансы, что новый шахматный чип может быть получен к турниру в Гонконге, но вскоре стало ясно, что к тому времени он даже не будет готов к производству. Единственным иным вариантом было участие с Дип Сот II.

Джерри Презент, человек отвечавший в то время за наши внешние связи, хотел использовать название "Дип Блю Прототип" вместо Дип Сот II. Я же хотел использовать название Дип Сот II. Моя аргументация состояла в следующем. Новая машина под названием Дип Блю, будет по меньшей мере в 100 раз быстрее Дип Сот II по эффективной скорости поиска и, кроме того, Дип Блю будет гораздо лучше понимать позиционные концепции в шахматах. Сопоставлять Дип Блю с Дип Сот II это всё равно, что сравнивать Солнце с Луной. Ну, я немного преувеличиваю, но принимая во внимание гораздо более сложные вычисления в оценочной функции, осуществляемые на шахматных чипах Дип Блю, разница в вычислительной мощности составляла где-то порядка тысячи к одному. Я гордился проделанной работой и не хотел каких-либо ассоциаций с Дип Блю там, где не использовались новые чипы. Дип Сот II использовал шахматные чипы, которые я разработал ещё в 1985 году. Для меня Дип Сот II был динозавром, который вот-вот исчезнет. Я не собирался перехватывать название у нашей новой "большой пушки", даже частично.

Однако Джерри убедил Си Джея придерживаться названия Дип Блю Прототип. Информационный отдел хотел обладать возможностью заявить во время матча с Гарри Каспаровым, что Дип Блю является преемником Дип Блю Прототип - ныне действующего чемпиона мира по компьютерным шахматам. Если же случится такое "маловероятное" событие, что Дип Сот II

не выиграет чемпионат, то можно оправдаться тем, что в конце концов это был не Дип Блю. Проблема заключалась в том, что с учетом проведения чемпионата по швейцарской системе, "маловероятное" событие было очень даже вероятным. Несмотря на то, что Дип Сот II превосходил своих ближайших конкурентов в соотношении примерно три к одному (или 200 очков разницы в рейтинге, при играх компьютер против компьютера) в лабораторных тестах, наши шансы на победу в чемпионате составляли всего лишь примерно 50 на 50. В турнире принимали участие двадцать четыре команды, но сыграть предстояло только пять туров. При таком незначительном количестве туров, удача играет очень важную роль в турнирной победе. Мы были самыми сильными, но здесь же играли ещё около пяти или шести команд всего лишь на один уровень ниже нас, и ещё где-то от трёх до пяти команд лишь немного слабее, чем они. Мюррей, Джо, и я - все знали о наших реальных шансах при данном формате турнира. Рэнди Мулик, наш первый менеджер, обладая опытом чемпионата АСМ 1990 года, который мы выиграли не напрямую, а по дополнительным показателям, тоже бы знал о наших шансах. Но Си Джей был с нами только на чемпионате АСМ 1994 года. В том турнире Дип Сот II завоевал титул напрямую, по очкам, даже не смотря на то что мы проиграли одну игру, когда внезапный шторм в Нью-Йорке привёл к отключению электроэнергии в лаборатории<sup>4</sup>.

Дип Сот II находился в разобранном состоянии, пока не остался примерно месяц до турнира в Гонконге. На его подготовку к чемпионату Мюррей потратил достаточно скромное количество времени. Окончательная проверка работы нового чипа всё ещё продолжалась, и у нас было не так уж и много человеческих ресурсов в запасе. Мы могли высвободить немного времени Мюррея, поскольку он был шахматным экспертом. За исключением первого турнира ЧипТест, мы никогда не относились настолько бесцеремонно к нашей подготовке к соревнованиям по компьютерным шахматам. Нас не заботило, победим мы или нет в этом последнем турнире Дип Сот II. Нашей главной заботой было сохранение даты матча с Гарри на запланированном для неё месте, то есть через девять месяцев.

Когда вы меньше всего готовы, обычно кажется, что всё идёт не так. Как прогнозирует закон Мерфи: всё что может пойти не так, вскоре обязательно пойдет не так.

Мюррей и я, вместе с Си Джейем, вылетели в Гонконг, чтобы работать операторами на месте. Джо остался присматривать за Дип Сот II. Это был первый случай с начала шахматного проекта в 1985 году, когда я вернулся в Азию, и это был мой первый визит в Гонконг.

Первые намёки на потенциальные проблемы появились, когда Мюррей и я прибыли на место игры - в Китайский университет Гонконга. Интернет-

<sup>4</sup> Описание этого случая приводится в следующей главе. В конце того турнира я впервые принял участие в обсуждении условий предстоящего матча Дип Блю с Каспаровым.

соединение с США работало плохо; впрочем, не было и связи с Европой. Три главных университета Гонконга использовали для всех своих подключений к Интернету обычный канал связи, у которого были ограниченные возможности. Перед началом турнира команды с удалёнными компьютерами проверяли входное интернет-соединение из своих стран в Гонконг, и оно оказалось в порядке. Но выход из Гонконга с использованием подключения к Интернету оказался практически невозможен, по крайней мере во время турнира. Казалось, что командам использующим удаленный доступ, скорее всего придется оплачивать очень дорогие телефонные счета на дальние расстояния.

Так получилось, что за день до чемпионата, IBM Гонконга анонсировала интернет-службу IBM в Гонконге. Эта служба оказалась полезной, несмотря на то что, как оказалось, время от времени соединение пропадало. Возможно проблемы были связаны с местной телефонной службой, поскольку у нас имелись аналогичные проблемы и со связью на больших расстояниях. (В 1997 году я вернулся в Гонконг для демонстрации Дип Блю через интернет-соединение IBM, и всё прошло гладко. Таким образом, наши проблемы со связью в 1995 году могли быть вообще не связаны с подключением к Интернету.) Проблема с телефонной линией стала важным фактором в последней партии сыгранной Дип Сот II.

Нашим противником в первом туре стал Стар Сократес, распараллеленная шахматная программа из Массачусетского технологического института, работающая на суперкомпьютере стоимостью в несколько миллионов долларов - машине, примерно в сто раз более дорогой, чем рабочая станция на которой запускался Дип Сот II. Стар Сократес считался нашим самым опасным противником. Скорость поиска у него была по меньшей мере сопоставима с Дип Сот II. Когда Дип Сот II играл со Стар Сократес годом ранее, я впервые увидел программу, которая по факту оказалась "вне зоны поиска" Дип Сот II - она сообщала о большей глубине поиска чем у Дип Сот II. И тем не менее, Дип Сот II легко её переиграл. Сможет ли один год изменить ситуацию? Ведь Дип Сот II был выключен на протяжении более чем полугода, а люди из Массачусетского технологического института наверняка не сидели сложа руки. В 1994 году Дип Сот II разыграл обычный шахматный дебют, но обладая только одним месяцем для дебютной подготовки к турниру в Гонконге, Мюррей предпочел сыграть здесь редкий дебют, чтобы пораньше вывести обе программы из их дебютных книг. Игра стала соревнованием в чистой шахматной силе. Меня не очень устраивал дебютный выбор Мюррея - мы играли белыми, и тем не менее, после дебюта получили несколько худшую позицию. Как бы то ни было, вскоре Дип Сот II одолел Стар Сократес.

В следующих двух турах Дип Сот II продолжил играть нестандартные дебюты; мы выиграли обе партии и лидировали с отрывом в одну победу.

Я продолжал ворчать на Мюррея о плохих дебютах. Сейчас уже ясно, что лучше бы я помолчал. Мюррей решил играть редкие дебюты по необходимости, поскольку не было времени для надлежащей дебютной подготовки. Дип Сот II играл лучше остальных и, изгоняя другие программы из их дебютных книг, Мюррей вручал нашим оппонентам длинную веревку, чтобы они могли повеситься сами.

Наш четвертый соперник, У-Чесс, был из числа серьезных оппонентов. На сей раз Дип Сот II разыграл нормальный дебют. Когда обе программы вышли из своих дебютных книг, позиция была равной. Вскоре Дип Сот II нашел способ выиграть пешку и получил выигранную позицию, но У-Чесс обладал некоторой контригрой. Затем Дип Сот II сделал один плохой ход и его позиция ухудшилась. Почти сразу же после этого Дип Сот II обнаружил, что у У-Чесс есть способ свести игру вничью. В тот момент У-Чесс не видел ничью, но он делал правильные ходы. Вдруг Дип Сот II обнаружил, что его слон может попасть в ловушку, и чтобы сохранить слона ему придется отдать материал. У-Чесс оказался близок к тому, чтобы получить материальный перевес. Всё произошло очень быстро. В этот момент У-Чесс увидел ничью, а вскоре увидел и то, что получает перевес. К счастью для нас, перед своим плохим ходом Дип Сот II владел достаточным преимуществом и, несмотря на плохой ход, мы смогли удержать ничью. После этой игры я был несколько обеспокоен нашим решением отказаться от детектора повторений, при создании нового шахматного чипа. Если бы Дип Сот II имел возможность обнаруживать повторение на аппаратном уровне, то это позволило бы ему определить к чему приведет плохой ход и выбрать ход получше.

Тем не менее, мы по-прежнему лидировали с отрывом пол-очка, а нашим противником в последнем туре был Фриц - легкий соперник для нас. Сильной стороной Фрица была тактика, но Дип Сот II был намного лучше и в тактике. По факту, в наших предтурнирных тестах ранее в IBM, он выигрывал у Фрица примерно девять партий из десяти. Я вернулся в наш отель опустошенным. Предыдущие несколько дней я жаловался на плохие дебюты. На этот раз, главным образом из-за не очень хорошего результата в 4-м туре, я придерживался мнения, что нестандартный подход к игре в дебюте был очень хорошей идеей. С учетом относительно слабого позиционного чутья Фрица, редкий дебют должен был сработать очень хорошо. Но на этот раз, когда надо было говорить, я промолчал. Когда той ночью я отправлялся спать, то ожидал, что Мюррей подготовит для Фрица какой-нибудь редкий дебют. Но следующий день принес большой сюрприз.

Мюррей отправился на место игры пораньше и пообщался с некоторыми другими участниками турнира. Один из них сказал ему, что у Фрица ужасная дебютная книга, и что одну из своих игр тот проиграл прямо

по выходу из неё. Мюррей отнесся к комментарию всерьёз и решил использовать против Фрица нормальный дебют. В конце концов, если Фриц был лакомым кусочком, когда мы играли нестандартные дебюты, то нам будет ещё легче, если мы разыграем нормальный дебют, особенно учитывая то, что у Фрица плохая дебютная книга. Мюррей не сказал мне о своем решении перед игрой. Дип Сот II открыл партию ходом королевской пешки, и я насмешливо взглянул на Мюррея. Фриц ответил острым вариантом в сицилианской защите. Ловкая "перестановка" ходов (умышленное изменение порядка дебютных ходов, чтобы избежать их обычной последовательности) со стороны автора дебютной книги Фрица, вынудила Дип Сот II выйти из его собственной дебютной книги. У Дип Сот II существовало четыре основных продолжения, и два из них были рокировкой, посредством которой обычно перемещают короля из центра в более безопасное место на фланге. Обе рокировки вероятно прорабатывались автором дебютной книги Фрица, и были плохим решением для данной позиции. Дип Сот II оценивал позицию как благоприятную для себя и хотел сделать рокировку. Лицо Мюррея побледнело. Наша позиция выглядела сомнительно. Это был первый ход вне дебютной книги Дип Сот II, и ему пришлось потратить на ход дополнительное время. Существовала некоторая надежда, что Дип Сот II выберет более безопасный ход. Внезапно связь с компьютером прервалась. По словам Джо, который наблюдал за игрой из нашей лаборатории в Хоуторне, Дип Сот II действительно переключился на альтернативный ход. Но новый ход так и не появился на нашем экране в Гонконге до отключения линии связи, и мы узнали о нём только после игры.

Команда Стар Сократес из Массачусетского технологического института использовала программу, которая позволяла им повторно подключаться к своей шахматной программе без необходимости в перезагрузке. Если бы мы использовали такую же программу, то снова подсоединившись, смогли бы обнаружить новый ход, уже сделанный Дип Сот II на его внутренней доске, и сделать его на реальной шахматной доске. А так, нам пришлось перезагрузить Дип Сот II, у которого теперь было меньше времени на ту же позицию. В сочетании с тем фактом, что он начал считать "в холодную", без помощи от предыдущих расчетов и таким образом потерял в эффективности вероятно раза в два, Дип Сот II не смог найти более приемлемый альтернативный ход.

После следующего хода Фрица, оценка Дип Сот II опустилась до ничьи повторением позиции. Таким образом, ко всему прочему добавилась ещё и проблема с детектором повторений! Если бы Дип Сот II обладал аппаратным детектором повторений, он мог бы избежать неудачной рокировки, каким бы ни было состояние линии связи. Моё отношение к

решению отказаться от аппаратного детектора повторений на новом чипе стало ещё хуже.

Наша позиция в партии с Фрицем стала плохой, но не безнадежной. У нас по-прежнему были проблемы с линией связи. Мы действовали сумбурно, теряя драгоценное время на наших часах, но всё ещё не были разбиты. И тут грянул гром. Дип Сот II нашел, что ход который он хотел сделать, проигрывает, и перешел в "режим паники" - состояние в котором ему позволялось тратить дополнительное время для поиска альтернативного хода. Гроссмейстер Роберт Бирн, который был шахматным обозревателем "Нью-Йорк таймс" и почётным гостем ИССА на турнире, наклонился к нам и прошептал, что Дип Сот II нужно сделать определенный ход, чтобы удержать позицию. Ход намеченный Дип Сот II, был не тем, который предлагал Роберт. Мы беспомощно наблюдали, как Дип Сот II старается изо всех сил, пытаясь найти хорошую альтернативу. Дерево поиска казалось взорвётся - Дип Сот II стремительно расширял его. Несколько альтернативных ходов были отклонены. Будет ли найден ход Роберта за отпущенное время? Тикали часы. Время подходило к концу. Так и не придумав ничего лучшего, Дип Сот II сделал свой первоначально намеченный ход. Фактически, игра была закончена. В дальнейшем Фриц не обязательно выбирал лучшие атакующие ходы, но тем не менее он играл достаточно хорошо, чтобы переиграть нас в разбитой позиции, и в конце концов нам пришлось сдаться за Дип Сот II. В результате Фриц выиграл турнир, победив в дополнительной партии за первое место Стар Сократес, после того как тот занялся саморазрушением в процессе их игры за титул.

Турнир научил нас нескольким вещам. С моей точки зрения, наиболее важным было то, что если я когда-нибудь получу ещё один шанс на создание новой версии шахматного чипа, то он будет содержать аппаратный детектор повторений. Были также и другие уроки. Нам следует намного серьезнее отнестись к дебютной подготовке, и у нас должны быть надёжные варианты по резервированию всякий раз, когда мы играем удаленно. Мы должны иметь возможность переподключаться к шахматной программе точно так же, как это делала команда Массачусетского технологического института, и обязаны досконально проверить линии связи заранее. Мы уже не могли ничего сделать с проблемой аппаратного детектора повторений до матча с Гарри, но конечно же всё ещё могли кое-что предпринять в вопросах связи.

Решение использовать название "Дип Блю Прототип" тоже обернулось против нас. Когда некоторые разработчики из области компьютерных шахмат описывали результаты своей игры на турнире в Гонконге, они переименовывали "Дип Блю Прототип" в "Дип Блю". Один из них пошел ещё дальше, заявив, что его программа победила и Гарри Каспарова (в блиц) и Дип Блю (она никогда не играла с Дип Блю). Хотя, если быть до

конца справедливым, разработчики вероятно сделали бы то же самое, используя мы даже название Дип Сот II.

### *Четыре часа в запасе*

Хотя наш план использовать новый шахматный чип на турнире в Гонконге провалился, существовало еще одно мероприятие, где его предполагалось использовать. Исследовательский центр IBM собирался открыть новую исследовательскую лабораторию в Пекине (Китай), и в рамках праздника открытия нас пригласили сыграть товарищеский матч с Се Цзюнь - чемпионом мира по шахматам среди женщин. Матч в Пекине был запланирован на конец сентября 1995 года. В контракте на матч с Гарри Каспаровым имелся пункт, что IBM может расторгнуть контракт до 31 октября 1995 года включительно. Команде не было сказано напрямую, что это каким-либо образом связано с хорошим результатом матча в Пекине, но учитывая близость по времени, связь была очевидна.

В конце августа 1995 года, из VLSI Technology поступили тревожные известия. Ни один из чипов первой партии не прошел производственных испытаний. В начале сентября они прислали нам несколько чипов, которые работали лучше остальных. Матч с Се Цзюнь был запланирован на 21 сентября, то есть оставалось менее трёх недель. Это очень короткие сроки, даже если бы чипы прошли проверку.

В тот момент, когда мы получили из VLSI Technology эти известия, Джо начал адаптировать программное обеспечение Дип Сот II к новому оборудованию. Несколькими неделями ранее я получил печатные платы для новых процессоров и провел для них базовые тесты. Теперь Джо и мне предстояло некоторое время основательно поработать вместе.

Базовые тесты для печатных плат всего лишь проверяли, могут ли платы быть инициализированы правильно. Для проверки чипов вместе с платой, я подготовил более продвинутые тесты. Ни один из чипов не прошел даже простейших из продвинутых тестов, которые проверяли связь между проводниками идущими от чипов и проводниками подсоединенными к шине. Проблема могла заключаться как в плате, так и в чипах. Базовые тесты для плат использовали только 8 из 32-х бит шины MCA в рабочей станции IBM RS/6000. Продвинутые тесты использовали для проверки функций чипа все 32 бита. Возможно, здесь было что-то не так с непроверенными 24-мя битами шины. Используя омметр<sup>5</sup>, я проверил соединения между чипами и шиной MCA на плате, и обнаружил, что физически проводники были подсоединены, но почему-то они были подсоединены неправильно. В результате получалось, что рабочая станция RS/6000 интерпретировала 32 бита, поступающие от печатной платы, по-другому. В

<sup>5</sup> Омметр - это электроизмерительный прибор, используемый для измерения электрического сопротивления.

технических терминах, это была так называемая проблема "перестановки байтов". 32 бита можно разделить на 4 байта, где каждый байт состоял из 8-ми битов. Рабочая станция предполагала, что эти 4 байта располагаются в определённой последовательности, в то время как плата предполагала, что они располагаются в иной последовательности. Ну что ж, это конечно неприятно, но данную проблему можно обойти путём изменения порядка интерпретации этих 32-х бит в программной части машины.

После изменения программного обеспечения, чипы начали проходить некоторые из моих тестов, но все они проваливались на одном из наиболее простых тестов. Хуже того, от теста к тесту ошибки, даже у одного и того же чипа, были разными. Таким образом, проблема вероятно не была связана с условиями производственной проверки в VLSI Technology. Что-то странное происходило внутри самого чипа. Я перепробовал разные гипотезы. Поскольку чип работал на стадии предпроизводственного моделирования, то наиболее вероятной причиной должна быть какая-то неисправность связанная с электричеством. Вопрос состоял в том - что это была за неисправность? В одном из пробных тестов в поведении чипа кажется наблюдался определённый шаблон восприимчивости. Поведение чипа различалось в зависимости от того, что в последний раз считывалось из него. Чтобы проверить, на самом ли деле здесь присутствует специфический шаблон восприимчивости я, прежде чем повторить неудачную операцию считывания из чипа, попытался считать из чипа 32-битный ноль. На этот раз чип прошел тест, который ему ранее не удавался. Тогда я добавил операцию чтения, которая производила обязательное считывание нуля перед каждой обычной операцией чтения, и чип прошел все модифицированные тесты. Я сообщил в VLSI Technology о находке и выслал им пересмотренные принципы производственного тестирования, чтобы все отправляемые нам чипы как можно быстрее прошли предварительную заводской проверку.

Однако оставался открытым вопрос о том, что же являлось причиной странного поведения чипов. Я попробовал настроить операцию предварительного считывания на чтение 32-х битов как единиц, и чип опять работал корректно. Теперь я сильно подозревал, что первопричина проблемы крылась в своего рода "перекрестной связи" между проводниками выходной 32-битной шины на чипе. Когда один из переключающихся проводников шины менял значение, скажем, с 1 на 0, соседние проводники могли испытывать ложное падение напряжения как результат перекрестной связи через ёмкостное сопротивление<sup>6</sup>, между переключившимся проводником и смежными с ним проводниками. Эффекты перекрестной связи не

<sup>6</sup> Это конечно не совсем корректно, но высокую ёмкость между двумя проводниками, во время высокочастотных переключений можно рассматривать как условное (мнимое) сопротивление. Таким образом, изменения напряжения на одном проводнике будут "проводиться" через ёмкость на другой проводник, особенно когда ёмкость велика.

играли большой роли в чипах изготавливаемых по старым технологическим нормам, но при использовании более передовых технологий, расстояние между проводниками становилось гораздо меньше, а значит ёмкость между проводниками приближалась к тому уровню, когда перекрёстные связи уже нельзя было игнорировать.

Инженер из VLSI Technology сперва не поверил в мою теорию перекрёстной связи, но после проверки вместе со мной значений емкости на выходных проводниках шины, он согласился, что это правдоподобно.

Что можно сделать, чтобы избежать проблемы перекрёстной связи? Мы могли бы увеличить расстояние между проводниками шины, чтобы уменьшить ёмкостную связь между ними. Кроме того, можно было ввести экранирование между проводниками шины. Вероятно существовали и какие-нибудь иные простые решения. Программное обеспечение от VLSI Technology не предоставляло никаких готовых ответов. Одно из решений, находившееся в моем распоряжении - дать выходной шине больше времени на стабилизацию выходных значений перед их считыванием. Конечно, это потребует переработки схем и изготовления чипов заново.

Как бы то ни было, чувствуя что все проблемы с чипом решены, я послал по электронной почте остальной части команды общее описание моих находок. На следующее утро я получил сообщение от Джо Хоэна. Когда Джо унаследовал от меня код Дип Сот II, он добавил в него огромное количество кода для самотестирования программы. С помощью этого кода, Джо обнаружил периодически повторяющуюся проблему с чипом, даже после добавления операции предварительного считывания. После долгой ночной работы, тщательно всё проверив Джо определил проблему как каким-то образом связанную с ходами взятия на проходе. Правило взятия на проходе было одним из моих нелюбимых правил в шахматах. Более полугода моей жизни было потрачено впустую на решение проблем связанных с взятием на проходе, которые кочевали от одной шахматной машины к другой. Мне понадобилось полдня, чтобы понять точный характер проблемы. Я сделал едва заметную ошибку в проектировании логики. При определенных условиях, когда черные могли произвести взятие на проходе, чип работал некорректно. Самое простое временное решение которое я смог придумать, состояло в том чтобы использовать два шахматных чипа параллельно, где один из чипов рассматривал шахматную доску с нормальной позицией, а другой использовал доску перевернутую на 180 градусов, где белые фигуры становились черными, и наоборот. Сравнивая показания двух чипов, проблему можно было распознавать на лету и исправлять в программной части машины. Между тем добавление операции предварительного считывания уже сделало шахматную программу гораздо сложнее. Новая операция поворота шахматной доски, в сочетании с операцией предварительного считывания, увеличивала объем кода, вероятно раз в десять. У Джо оставалось около одной недели, чтобы исправить программу и обнаружить какие-

нибудь иные стоп-факторы, прежде чем я сяду на самолет в Пекин. У Мюррея, который занимался созданием программного обеспечения для новой аппаратной оценочной функции, неожиданно тоже появились некоторые новые задачи. Использование совместной работы двух чипов привнесло в программное обеспечение оценочной функции некоторые осложнения, которые необходимо было разрешить.

Джо вскрыл ещё несколько проблем, но к счастью среди них не было никаких новых крупных проблем связанных с чипом. Я быстро внёс изменения в проект чипа и передал инженеру VLSI Technology обновленный нетлист. У нас оставалось достаточно времени, чтобы получить новую партию чипов к началу матча в феврале 1996 года.

Джо очень много работал в течение всей недели, но новая программа всё ещё была не совсем готова. Мы сделали копию программного обеспечения, и 18 сентября, с копией программы и печатной платой с двумя шахматными чипами на ней, я отправился в аэропорт. У Джо оставалось около шестидесяти четырех часов, чтобы создать программу, которая могла бы использовать новые чипы для игры в шахматы. Мюррей остался, чтобы при необходимости оказать Джо какую-либо помощь. Си Джей Тан отправился со мной, чтобы помочь сгладить острые углы в Пекине.

Перелёт прошел гладко. На следующее утро после моего приезда я связался с Джо; новая программа всё ещё была в работе, но он хотел чтобы я взглянул на некоторые вещи. В течение дня Си Джей и я посетили исследовательскую лабораторию IBM в Пекине, чтобы провести предварительную подготовку. Я пытался соединиться с Соединенными Штатами, но телефонная линия работала с перебоями, и с этим ничего нельзя было поделать. Пекинская лаборатория находилась в новом районе, который всего несколько лет назад был сельхозугодиями. Фактически, во время моего визита сельская местность всё ещё находилась поблизости. Очевидно, быстрое экономическое развитие Пекина накладывало серьезные ограничения на пропускную способность телефонной линии, и как следствие страдало качество обслуживания в отдаленных районах города.

После того как я вернулся в гостиницу, я связался с Джо насчет положения дел с новой программой. Матч должен был состояться на следующий день. У Джо почти всё работало, и он полагал, что сможет переслать мне программу для игры через внутреннюю сеть IBM перед матчем. На следующее утро сотрудник из штаб-квартиры IBM Китая принес дискету на место будущей игры. Оставалось четыре часа до матча. Программа с дискеты была загружена на жесткий диск рабочей станции, и я провёл несколько простых тестов. Да, программа была готова к работе. Джо приложил просто героические усилия. Конечно с ней ещё предстояло немало поработать, но сейчас оставалось только ждать и молиться.

Се Цзюнь, миниатюрная юная леди в свои двадцать с небольшим, ранее играла в китайские шахматы, пока не получила поддержку китайского

правительства в обучении "западным" шахматам. Затем она ворвалась на мировую шахматную сцену и удивила шахматный мир, выиграв женский чемпионат мира по шахматам, став первым представителем Азии сделавшим это. Поскольку наш матч был товарищеским, то Се Цзюнь могла выбирать контроль времени. У меня не осталось записей о том, какой использовался контроль времени, но он по-видимому составлял двадцать минут на игру, с добавлением двадцати секунд после каждого хода. Отсутствие необходимости побеждать, предоставило Се Цзюнь удобный случай опробовать новые дебютные идеи, не беспокоясь о раскрытии своих секретов. Мы заранее договорились сыграть две игры. Зрители сидели в соседней комнате, связанной с игровой комнатой через закрытую внутреннюю видеосеть. Репортаж для них вёл тренер Се Цзюнь.

В первой игре Се Цзюнь по-видимому пыталась опробовать один из своих новых дебютов. По выходу из дебюта свежееиспечённая программа довольно быстро попала в беду. Се Цзюнь притормозила над одним из своих ходов и стала изучать позицию. В этот момент оценка позиции у новой программы резко упала. Здесь у Се Цзюнь существовала возможность сделать ход выигрывающий сразу, но она не заметила его и сделала другой ход, который впрочем тоже был достаточно хорош для победы. Однако интересно было отметить, что она задумалась именно в тот самый момент, когда могла победить. Спустя ещё несколько ходов, новая программа дала сбой. В тот момент черные как раз могли произвести взятие на проходе, что каким-то образом привело к краху программы. Когда я попытался перезапустить программу, то случайно стёр внутренний файл оценок, который хранился в ней. Се Цзюнь любезно согласилась переиграть партию. Мы повторили ту же игру. И снова Се Цзюнь задумалась в критическом положении. Должно быть она чувствовала, что здесь есть ход получше, чем тот который она сделала. Вследствие короткого контроля времени, она снова пропустила выигрывающий ход, но и её ход был достаточно хорош. Программа снова дала сбой в том же месте<sup>7</sup>. На этот раз мне удалось справиться с перезапуском программы. Мы поиграли ещё немного, и тут программа снова дала сбой сходным образом. Поскольку к этому моменту программа уже успела получить очень плохую позицию, то мы сдали первую игру, не пытаясь её перезапустить.

После первой игры Се Цзюнь отметила, что она должно быть упустила выигрывающий ход в критической позиции. Я подтвердил её подозрения и сказал ей, что программа досчиталась до этого. После короткого перерыва мы начали вторую игру. На этот раз новая программа сыграла без каких-либо сбоев. Се Цзюнь попала под тактический зажим, и сдалась, как

<sup>7</sup> Мы так и не нашли ошибку, которая приводила к сбоям в этой версии программы. К тому времени когда я вернулся из Китая, у Джо уже была нормально работающая программа.

только позиция стала безнадежной. Я был рад, что она не продолжила игру. Если бы игра затянулась, то программа могла бы снова дать сбой.

Таким образом, матч в Пекине закончился вничью 1-1, и дата нашего матча с Гарри Каспаровы осталась на прежнем месте.

### ***"Никакой компьютер никогда не победит меня"***

Когда я ещё учился в университете Карнеги-Меллон, там была группа аспирантов с кафедры информатики, которая заведовала автоматом с Кока-Колой. Этот автомат выдавал дешевые бутылки Кока-Колы по тридцать пять центов за бутылку. Выручка была основным источником финансирования для многих TG-вечеринок на кафедре. Примерно через год или два моего пребывания в Карнеги-Меллон, некоторые из аспирантов и инженерно-технического персонала собрались вместе и решили сделать электронный интерфейс для автомата с Кока-Колой. После этого стало возможным "тыкать" по нему в электронном виде, не выходя из своего кабинета, и таким образом выяснять остались ли охлажденные бутылки в автомате. Фактически, вы могли управлять автоматом с Кока-Колой расположенным в Питтсбурге, штат Пенсильвания, скажем, из Пало-Альто, Калифорния, хотя эта возможность скорее всего принесла бы вам очень мало пользы.

Автомат с Кока-Колой располагался на третьем этаже здания. Мой же кабинет находился на восьмом этаже, поэтому я часто пользовался этой возможностью, пока не нашел альтернативный вариант снабжения. Дело в том, что в одном из самых больших помещений на моем этаже стоял большой холодильник, использовавшийся несколькими учащимися в качестве вспомогательного автомата с Кока-Колой. Учащиеся, в свою очередь, в обмен на данную привилегию, помогали загружать холодильник из кладовой на 3-м этаже.

Это большое помещение занимал Джей Сипельштейн. Джей получил степень бакалавра в Йельском университете, и во время пребывания там, периодически захаживал в университетский шахматный клуб. Как-то раз Джей рассказал мне, что там был один студент, международный мастер, который давал сеансы одновременной игры в шахматном клубе и побеждал всех. Однажды кто-то спросил международного мастера, как он думает, сможет ли какой-нибудь компьютер, когда-нибудь, победить его. Международный мастер ответил: "Никакой компьютер никогда не победит меня". На тот момент, когда он делал это хвастливое заявление, у него вероятно были веские основания для самодовольства. Несколькими годами ранее, на телевизионном шоу, он разгромил Крэй Блиц в блиц-партиях. Он подавал большие надежды. Через год после окончания Йельского университета международный мастер стал гроссмейстером. Имя этого нового гроссмейстера было Джоэл Бенджамин.

Равный счет в матче против Се Цзюнь в Пекине оставил в силе сроки

проведения матча с Гарри Каспаровым. Се Цзюнь была гроссмейстером, но наши выставочные товарищеские партии игрались с укороченный контролем времени, а мы хотели бы сыграть несколько тестовых партий в более серьезных условиях.

У нас не было всей мощи Дип Блю (он должен был стать примерно в тридцать раз быстрее, чем та машина которая находилась в нашем распоряжении), так что игра на одном уровне с гроссмейстерами, при использовании стандартного турнирного контроля времени, стала бы вполне удовлетворительным результатом. Мы запланировали сыграть в нашей лаборатории против трёх ведущих гроссмейстеров США, по две игры с каждым. Гроссмейстеры были простимулированы таким образом, чтобы попытаться выиграть матч или, если это невозможно, попытаться свести матч вничью. Мы также использовали тестовые матчи для выбора гроссмейстера, который поможет с дебютной подготовкой к матчу против Гарри Каспарова, но ни один из гроссмейстеров не знал о вакансии. Мы всегда знали, что к решающему матчу нам понадобится включить в команду гроссмейстера. Ну а случай в Гонконге, конечно же, сделал это совершенно ясным.

Дип Блю Джуниор - уменьшенная копия машины - выиграл один из матчей, свёл вничью другой, и ещё один проиграл.

Победившим гроссмейстером был не кто иной, как Джоэл Бенджамин. Дип Блю Джуниор находился на очень ранней стадии своего развития, так что проигрыш одного из матчей не стал бы для нас большим сюрпризом. Однако то, каким образом Джоэл победил в матче (а он закончился со счётом 2-0), стало большой неожиданностью.

Первая игра против Джоэла была типично компьютерной. Дип Блю Джуниор недооценил эндшпильную позицию, а позиционные решения Джоэла доказали своё превосходство. Мы знали, что здесь присутствует ещё много возможностей для улучшения оценочной функции Дип Блю Джуниор, так что никто из нас не был встревожен.

Вторая игра продолжалась долго. Она началось во второй половине дня и закончилось поздно ночью. Когда соперники достигли стадия эндшпиля, стало ясно, что Джоэл стоит получше, но в целом позиция пожалуй была ничейной. Стимулирование полагалось только за победу или ничью в матче, так что для Джоэла практичней было бы предложить ничью, победив таким образом в матче, взять чек, и сказать "Спасибо. До свиданья". Но Джоэл продолжал давить. К тому времени Мюррей и я уже изрядно проголодались. Некоторое время казалось, что у Джоэла не получается добиться прогресса в игре. Но каким-то образом, медленно и терпеливо, он постепенно обманывал Дип Блю Джуниор, заставляя того делать одну небольшую ошибку за другой, пока не получил полный контроль над ситуацией. В конечном итоге, под его давлением, Дип Блю Джуниор вынужден был отдать материал и вскоре мы сдались за программу.

После того как Джоэл покинул здание, Мюррей и я некоторое время

молчали. Впереди предстояло ещё много работы, но теперь мы оба знали, что нашли человека, который проведёт дебютную подготовку для Дип Блю. Джоэл ещё не знал этого, но мы нашли последний кусочек паззла. Вопрос заключался лишь в том, осталось ли у нас достаточно времени, чтобы создать нечто, что сможет победить Гарри Каспарова в феврале 1996 года.



## *Живой Эверест*

### *На морской курорт*

Об интересе АСМ к проведению матча Каспарова против Дип Блю я узнал при необычных обстоятельствах, задолго до чемпионата в Гонконге.

Пока я работал над шахматным чипом Дип Блю, я считал участие в турнирах по компьютерным шахматам помехой. Даже если бы я не был связан с подготовкой к этому соревнованию, я прекрасно знал, что буду не в состоянии производить какую-либо серьезную работу по шахматному чипу в течение нескольких недель - я не смогу удержаться от слежения за нашими успехами в турнире.

Когда в 1994 году подошли сроки чемпионата АСМ по компьютерным шахматам, я был против участия в нём. Работа по разработке шахматного чипа вступила в заключительную, критически важную стадию. К тому же учитывая то, что весь проект зависел от работы чипа, казалось безрассудным тратить время на турнир, хотя бы и очень важный. Но Монти Ньюборн, организатор турнира АСМ и хороший друг Си Джей Тана, убедил его выступить с Дип Сот II на чемпионате, а мои пожелания были отклонены.

Оказалось, что на время проведения чемпионата, и Джо, и Мюррей, уже запланировали свой отпуск. Джо мог бы появиться к заключительной части чемпионата, но он точно пропускал его начало. Я был единственным человеком, который мог присутствовать на турнире АСМ и работать с программой.

Чемпионат проводился в Кейп-Мей, приморском курортном городке на южной окраине штата Нью-Джерси, на расстоянии около четырех часов езды от нашей лаборатории в Хоуторне. Поскольку я мало что мог сделать, чтобы избежать "обязательного" участия, то отнесся к поездке

как отпуску от проектных работ по чипу<sup>1</sup>. В этом смысле поездка была весьма приятной - живописный маршрут, солнце, свежий воздух и много морского бриза. В отеле я столкнулся с некоторыми участниками из других команд. Каждый пытался разузнать друг о друге побольше. Кого же следовало опасаться в этом году? Много внимания к себе привлекал Стар Сократес из Массачусетского технологического института, поскольку он стал вторым компьютером, после Дип Сот II, превысившим отметку в один миллион позиций в секунду по скорости перебора.

В первый день турнира погода была штормовой. Тогда я не знал, что в Хоуторне шторм был намного хуже. В первый туре мы встречались с программой Зарков, заслуживающим уважение противником. Перед турниром Мюррей экспериментировал в дебюте с королевским гамбитом. Королевский гамбит представлял собой острый дебют, ведущий свои корни из романтической эпохи шахмат в 19 веке. В наши дни его редко можно увидеть на шахматных турнирах высшего уровня. К тому же, это по-видимому не слишком надёжный дебют за белых. С помощью Дип Сот II Мюррей нашел в королевском гамбите некоторые дебютные новинки за белых и хотел их опробовать. Однако Зарков не пожелал содействовать нам. Он разыграл вариант, приведший к позиции, которую Мюррей не рассматривал, и это была хорошая, возможно даже выигранная позиция для черных. Дип Сот II был не слишком доволен той ситуацией, в которую его поставили, но ясного выигрыша за черных не видел. Все участники из других команд, которые подходили к нашему столу, считали что мы проиграли. Присутствуя здесь Мюррей, он мог бы винить только себя. По правде говоря, я не слишком беспокоился, а стоило бы. Воистину невежество - это блаженство. Мне уже приходилось видеть, как Дип Сот II блестяще выигрывал, используя королевский гамбит, даже притом, что обычно ему и не нравилась позиция белых по выходу из дебюта. Я просто не догадывался, что позиция на шахматной доске не оставляла нам контршансов, если бы Зарков знал, как правильно играть. Но с невольной помощью Заркова, Дип Сот II получил достаточно возможностей для контригры и постепенно переиграл соперника. Как только позиция стала безнадежной, автор Заркова Джон Стенбек сдался за него. Ни он, ни я не знали тогда, что если бы партия продолжалась ещё полчаса, Дип Сот II пришлось бы сдать игру.

Во время проведения нашей игры против Заркова, в Хоуторне внезапно начался ливень. В течение часа выпало более пятидесяти миллиметров

<sup>1</sup> Испытывая сильное давление, вследствие необходимости завершить работы по чипу, я к тому времени уже в течение многих лет не брал хоть сколько-нибудь нормального отпуска. В IBM не позволяли своим сотрудникам накапливать дни отпуска, перенося их с одного года на другой. В конечном итоге я перешёл к работе в "отпускные" дни. Это была жертва, которую я не хотел бы предпринимать снова.

осадков, и накопление воды вызвало короткое замыкание трансформатора обеспечивавшего лабораторию электроэнергией. В последние полчаса игры против Заркова, Дип Сот II использовал электроэнергию накопленную батареями нашего ИБП (источника бесперебойного питания). Аккумуляторы смогли продержаться всего лишь около часа, и во втором туре они разрядились. Я обнаружил, что никак не могу связаться с Дип Сот II, и поэтому попросил тайм-аут у директора турнира для определения того, что же происходит. Я позвонил Джерри Броуди, нашему инженеру техподдержки<sup>2</sup>, и единственному человеку из группы который находился не за пределами города, и попросил его добраться до лаборатории, чтобы выяснить, что пошло не так. Через двадцать минут Джерри сообщил мне плохие новости. В лаборатории не было электричества, и неизвестно было, когда оно появится. С согласия нашего противника, директор турнира предоставил нам дополнительное время. В турнирах по компьютерным шахматам, обычно предусматривается неограниченный тайм-аут для установки связи. Отключение электричества в явном виде не оговаривалось в правилах, хотя тут можно утверждать, что это равносильно нарушению связи. К 11-ти часам вечера мы по-прежнему не могли вернуть к жизни нашу машину. Нашего соперника попросили перенести игру на следующий день, он отказался, и мы проиграли игру, не сделав ни одного хода. Машина заработала примерно в час ночи, но было уже слишком поздно. (Восемнадцать месяцев спустя, во время первого матча Каспарова с Дип Блю, мы проинформировали электроснабжающую компанию о наших потребностях по электропитанию. Увидев заголовки новостей на первых полосах, и поняв насколько важен матч, компания приняла специальные меры для обеспечения бесперебойного электроснабжения лаборатории исследовательского центра ИВМ. Их конечно же не вдохновляла перспектива получить известность на весь мир, как причина проигрыша игры Дип Блю из-за сбоя электропитания с их стороны!)

Но вернёмся к турниру. Чемпионат проводился по швейцарской системе в пять туров. По сути, проигрыш в одном туре в значительной степени нивелировал наши шансы на победу в турнире. Теперь лучший результат, которого мы могли достичь составлял 4 очка из 5-ти возможных. Если исходить из предшествующего опыта, то этого как правило не хватало, чтобы выиграть подобный турнир. Я чувствовал себя несчастным.

В третьем туре нашим соперником был У-Чесс. Сопrotивлялся он упорно, но тем не менее Дип Сот II выиграл без особых проблем. В четвертом туре противником был Стар Сократес, с которым нам предстояло столкнуться вновь год спустя в Гонконге. Во время игры команда Масса-

<sup>2</sup> Джерри находился в команде с тех пор как мы перешли в ИВМ. Он не подключался к технической работе по Дип Блю по-настоящему, в основном занимаясь общими вопросами, в том числе по части закупок и процедур заказов/контрактов.

чусетского технологического института с большим удовольствием отмечала, что Стар Сократес сообщает о большей глубине поиска, чем у Дип Сот II. На этой стадии турнира Стар Сократес был единственной машиной, набравшей максимально возможное количество очков. Кроме того, он играл белыми, так что команда Массачусетского технологического института должно быть чувствовала, что у них есть отличный шанс выиграть турнир. Так же как и в Гонконге год спустя, Дип Сот II выиграл относительно гладко, хотя в обеих играх и присутствовали тревожные моменты. Тем не менее, к тому кто просчитывает более миллиона позиций в секунду не следует относиться несерьёзно, и Стар Сократес несомненно являлся одним из претендентов на титул.

В пятом туре пары были распределены весьма интересным образом. Единственной непобежденной программой оставалась М-Чесс - наш противник из второго тура, которому мы уступили без игры. У М-Чесс была только одна ничья. В турнирах по швейцарской системе вы, как правило, не играете с кем-либо из ваших оппонентов дважды. Но, ведь на самом деле М-Чесс и Дип Сот II никогда и не играли друг с другом, а со всеми другими ведущими программами (за единственным исключением в лице М-Чесс) Дип Сот II уже сыграл. Таким образом, Дип Сот II сыграл с М-Чесс снова, на этот раз по-настоящему, и довольно быстро победил. Турнирная ситуация теперь сложилась так, что выиграй Стар Сократес свою последнюю партию против Заркова, он мог бы разделить первое место. Но Стар Сократес проиграл и, несмотря на неудачу во втором туре, Дип Сот II завоевал титул, заняв чистое первое место.

На следующее утро я с удовольствием завтракал в отеле. Светило солнце. пляж выглядел заманчиво, а Дип Сот II совершил невероятный подвиг. Я был в очень хорошем настроении. Подошел Монти Ньюборн, организатор турнира, и спросил, может ли он и его друг присоединиться ко мне. Монти представил своего друга как Фрэнка Фридмана, профессора из университета Темпла, что близ Филадельфии. Фрэнк к тому же был начальником Монти в АСМ. Монти и Фрэнк спросили меня, когда будет готов новый шахматный чип, и я ответил им, что он должен быть готов где-то в следующем году. Затем Монти коснулся насущного вопроса. Он спросил: "Не заинтересует ли IBM сыграть матч с Гарри Каспаровым во время ежегодной конференции АСМ в 1996 году?". Это стало интересным. Я ответил: "Не скажу за IBM, но я думаю, что это возможно". Затем я добавил: "Матч будет очень дорогостоящим". Монти сказал что ожидает, что призовой фонд матча составит где-то от 300 000 \$ до 400 000 \$. Я ответил ему что полагаю, что призовой фонд должен быть гораздо выше, потому что матч будет иметь большое историческое значение, выше чем у обычного матча за звание чемпиона мира. На последнем матче за звание чемпиона мира по шахматам призовой фонд превы-

шал миллион долларов. Я сказал Монти и Франку: "Я буду очень удивлен, если Гарри согласится на что-то меньшее, чем миллион долларов". У Монти имелись некоторые идеи на этот счёт: "Хорошо, а если мы сыграем, скажем, только шесть игр, тогда мы могли бы обойтись меньшим призовым фондом". "Может быть" - ответил я без особой уверенности. Мы окончили разговор, не беря на себя каких-либо конкретных обязательств. АСМ мог начинать переговоры с Гарри и узнать его мнение на этот счет. Я оценивал наши шансы заполучить в соперники Каспарова как 1 к 5-ти.

Люди из АСМ доказали что я неправ. В конечном итоге Гарри согласился сыграть в Филадельфии с Дип Блю матч из шести партий, с общим призовым фондом 500 000 \$, из которых 400 000 \$ предназначались победителю, а 100 000 \$ проигравшей стороне. Гарри был настолько уверен в своей победе в матче, что согласился на эти условия, не требуя больше денег. На самом деле он даже хотел, чтобы матч проводился по принципу "всё или ничего", где проигравший не получает ничего, но в конечном итоге всё-таки отказался от этой идеи. Призовой фонд обеспечивал исследовательский центр ИВМ. Доля Дип Блю в призе возвращалась в ИВМ, чтобы дополнительно финансировать исследования, но не обязательно связанные с компьютерными шахматами. АСМ планировала матч как часть празднования своего 50-летия. В 1996 году также исполнялось и 50 лет ENIAC, первому электронному компьютеру. ENIAC был создан близ Филадельфии. Таким образом, в АСМ решили начать празднование своей годовщины в Филадельфии, и матч Каспарова с Дип Блю (10-17 февраля 1996 года) шёл первым пунктом программы мероприятий. Матч предполагалось играть в формате: одна игра в день, и один день отдыха после каждого двух игровых дней. Игровыми днями были 10, 11, 13, 14, 16 и 17 февраля.

### *Зима в Филадельфии*

В декабре 1995 года, за два месяца до матча в Филадельфии, мы получили из VLSI Technology небольшую партию переделанных шахматных чипов. На этот раз чипы работали должным образом. Теперь больше не требовалось проводить операцию предварительного считывания. Больше не было проблем со взятием на проходе, и соответственно отпала необходимость в зеркалировании чипа. Гроссмейстер Джоэл Бенджамин согласился помогать Дип Блю в матче. Времени до матча оставалось так мало, что его основная работа ограничивалась подготовкой дебютных вариантов. Так как большинство чипов всё ещё находились в VLSI Technology в процессе тестирования и подготовки к отправке, то фактически Дип Блю как такового не существовало, и практически всю свою работу по дебютной подготовке Джоэлу пришлось проделать на Дип Блю Джуниор, уменьшенной версии Дип Блю.

Примерно за две недели до матча прибыла остальная часть чипов. Потребовалось более половины недели, чтобы их все проверить, а потом ещё около двух дней, чтобы подключить к суперкомпьютеру IBM RS/6000 SP, который был головным узлом Дип Блю. У нас едва хватало времени, чтобы проверить на большой машине всё оборудование и провести базовое тестирование программного обеспечения до начала матча. Помимо всего прочего, у нас не было столько шахматных чипов, сколько мы хотели.

Учитывая наш Гонконгский опыт, мы решили установить две резервные машины на месте игры, в Филадельфии, в то время как наш главный суперкомпьютер RS/6000 SP оставался в лаборатории в Йорктаун Хайтс, штат Нью-Йорк<sup>3</sup>. Одна из резервных машин была серийной рабочей станцией IBM RS/6000 работающей под управлением программы Дип Блю Джуниор. Другая машина была небольшим четырехпоточным суперкомпьютером RS/6000 SP состоявшим из четырёх узлов - рабочих станций. Главной машиной был тридцатипоточный<sup>4</sup> суперкомпьютер RS/6000 SP. Теоретически, на тридцатипоточной машине, система могла использовать до 576 шахматных чипов работающих одновременно, по шестнадцать шахматных чипов на каждый узел рабочей станции. В связи с ограниченным количеством доступных шахматных чипов, каждый узел на главной машине использовал только шесть чипов, а вся машина, в совокупности, использовала 216 шахматных чипов. Шахматные чипы из этой партии просматривали около 1,6 млн. позиций в секунду, а теоретическая максимальная скорость поиска первого Дип Блю составляла около 300 миллионов позиций в секунду. Реально наблюдаемая скорость поиска составляла около 100 миллионов позиций в секунду. Издержки программного обеспечения, связанные с работой поиска в параллельном режиме были довольно высоки. Будь у нас ещё шесть месяцев для работы над программным обеспечением, мы вероятно смогли бы поднять скорость машины раза в два.

Шахматные чипы оценивали шахматные позиции гораздо более детально, чем пожалуй любая другая из когда-либо существовавших шахматных программ. Почти все элементы оценочной функции вычислялись непосредственно на чипе<sup>5</sup>. Так например, чтобы выполнить те же вычисления на универсальном компьютере, таким же образом как это делал в 1996 году Дип Блю, потребовался бы универсальный компьютер с произ-

<sup>3</sup> Мы переехали из Хоуторна, штат Нью-Йорк, в основную лабораторию исследовательского центра IBM в Йорктаун Хайтс, штат Нью-Йорк.

<sup>4</sup> Это реальные цифры. Во время матча Си Джей Тан объявил о 32-х головных процессорах. Мы были проинструментированы придерживаться числа 32, чтобы избежать путаницы. 36-поточная машина состояла из двух 16-процессорных стоек, плюс четыре рабочие станции.

<sup>5</sup> Программная часть оценочной функции назначала веса для элементов оценки, вместо того чтобы вычислять саму оценочную функцию, как это делалось в обычных шахматных программах.

водительностью по меньшей мере один триллион операций в секунду<sup>6</sup>. Это была самая мощная шахматная машина из когда-либо созданных. Но до матча в Филадельфии она так и не сыграла ни одной шахматной партии.

Филадельфия находилась достаточно близко, так что имело больше смысла ехать туда на машине, чем лететь коммерческим рейсом. 8 февраля 1996 года, Мюррей, Джо, Джерри Броуди, и я закончили последнее предматчевое тестирование и выехали в Филадельфию на машине, тогда как гроссмейстер Джоэл Бенджамин поехал на поезде. Я не знаю как себя чувствовал Джоэл во время своей поездки, но в нашей машине атмосфера была немного мрачной. Мы зашли очень далеко, но всё ещё находились на большом расстоянии от нашей цели. Дип Блю пока ещё был ребёнком, двух недель от роду. Это был очень сильный ребёнок, но тем не менее он оставался ребёнком. Сможет ли этот ребёнок, подобно Гераклу, задушить двух змей посланных богиней Гёрой? Или мы посылали беспомощного ребенка в качестве дани, чтобы успокоить морское чудовище, но без помощи от Персея? Мы боялись, что это мог быть второй вариант.

В конце дня мы приехали в отель Марриот в Филадельфии. Конференция и матч должны были состояться в Конференц-центре Филадельфии, который находился прямо через дорогу от отеля. Крытый пешеходный переход напрямую связывал отель с Центром. Вестибюль Конференц-центра, расположенный в конце перехода, был украшен несколькими высокими башнями, которые напоминали мне шахматные ладьи. Во время регистрации в отеле, мы повстречали Терри Феникс, директора АСМ по связям с общественностью, и Марси Холл, специалиста по связям из исследовательского центра IBM, отвечающую за связи с прессой в шахматном проекте. Несколько месяцев назад Марси заменила Джерри Презента, когда тот вышел в отставку. Терри и Марси шли в другое место, но сообщили нам о пресс-конференции, которая состоится на следующий день.

Несколькими днями ранее сюда прибыл небольшой контингент сотрудников IBM, чтобы решить все вопросы с логистикой, настройкой видео, распространением веб-контента, и т. д. Мы встретились с некоторыми из них за ужином. Они рассказали нам о некоторых сюрпризах, с которыми им пришлось столкнуться.

Когда был подписан контракт на матч, было решено что матч будет проводиться в большом зале Конференц-центра, чтобы можно было разместить зрителей, которые захотят увидеть матч вживую. Однако, человек

<sup>6</sup> Взглянем на это иначе. Каждый шахматный чип был примерно эквивалентен универсальному суперкомпьютеру стоимостью несколько миллионов долларов. В частности, один шахматный чип в шахматных вычислениях фактически был мощнее, чем весь головной суперкомпьютер RS/6000 SP, который мы использовали для Дип Блю.

ответственный за организацию мероприятия, покинул АСМ до внесения залога. К тому времени как в АСМ вернулись к этому вопросу, зал уже был арендован. Тогда нашли другую аудиторию, подходящую для использования в качестве игрового помещения. К ней примыкала комната, которую отвели под раздевалку Гарри. Со стороны IBM за всю подготовительную работу отвечал Мэтт Тоеннес. В аудитории был сделан помост и установлены несколько видеокамер, чтобы обеспечить видеотрансляцию для зрителей. В помещении оставалось ещё достаточно места для установки семи или восьми рядов кресел для зрителей. Когда мать Гарри, Клара Каспарова, осмотрела место проведения матча, она возразила против идеи установки мест для зрителей. Была добавлена разделительная стенка, оставлявшая только один ряд мест для окружения Гарри, официальных лиц АСМ и персонала IBM. Публика купившая билеты, размещалась в комнате для комментариев. Ещё одна интересная просьба Клары, по крайней мере с точки зрения Мэтта, касалась установки биотуалета (портативного туалета) в раздевалке Гарри. Мэтт поспрашивал кое-кого в АСМ, где можно достать биотуалет, и был удивлен, получив каталог всех их видов, от самых простых, до роскошных моделей представительского класса с невероятными удобствами. Помимо биотуалета, были доставлены еда и напитки (в том числе шоколад "Тоблерон" - по-видимому, одна из любимых марок Гарри).

На следующее утро после нашего приезда, когда мы завтракали в ресторане отеля, за другим столиком расположились Клара и тренер Гарри, Юрий Дохоян. Это был первый раз, когда я увидел каждого из них. Юрий выглядел молодым и крепким. Клара держалась с изяществом, но в то же время вы могли почувствовать, что здесь находится женщина, которая видала как хорошие, так и плохие времена. Нужно было обладать большой внутренней силой для молодой вдовы, чтобы направить Гарри к тому большому успеху, к которому он пришел. Гарри - волевой человек, и Клара вероятно оказала сильное влияние на формирование его личности. Клара была дружелюбна, но также и внушала уважение. На протяжении всей карьеры Гарри, всякий раз когда проводился большой матч, она всегда была рядом, чтобы оказывать ему поддержку. В Филадельфийском матче Клара оказывала успокаивающее влияние на Гарри.

Предматчевая пресс-конференция не вызвала большого интереса у прессы. На ней присутствовало около двадцати журналистов. Был определен цвет фигур в партиях матча - в первой игре Дип Блю получил белые фигуры. На пресс-конференции Гарри предсказывал себе победу, но не делал предположений об окончательном счете матча. Большинство людей предсказывали легкую победу Гарри; Дэвид Леви зашёл так далеко, что предсказал ему абсолютную победу, со счётом 6-0. Лично я полагал, что озвученный Дэвидом счёт весьма маловероятен, но в то же время нельзя было ис-

ключать и того, что мы можем закончить матч с очень плохим результатом. В то время никто за пределами IBM не знал, что наша машина существует всего две недели. Мы были совершенно не готовы к матчу.

Первая игра матча началась с большого беспокойства для команды Дип Блю. Дело в том, что мы ни разу не наблюдали ни одной самостоятельной игры Дип Блю, и понятия не имели, чего от него ожидать. Ко всему прочему, в начале партии у нас случились некоторые затруднения с запуском игры, вследствие проблем с компьютерной сетью в Йорктаунской лаборатории.

В Карнеги-Меллон, в ходе публичных игр, мы изолировали рабочую станцию Дип Сот от локальной сети кафедры, чтобы избежать случайного отключения сети, которое могло привести к невозможности использовать машину. Изначально мы планировали таким же образом изолировать компьютер RS/6000 SP с запущенным Дип Блю, от остальной части локальной сети исследовательской лаборатории. Но этот план был неосуществим, поскольку машина в той или иной степени использовалась всей лабораторией, и её нельзя было изолировать из-за особенностей организации её работы. Вследствие периодических проблем с сетью, Дип Блю потерял некоторое время на старте первой игры. Арбитр матча, [Майк Вэльво](#), пустил часы Дип Блю, в то время как мы всё ещё ожидали, когда можно будет запустить Дип Блю.

Дип Блю начал свою первую игру ходом e4, передвинув пешку которая находилась перед его королём на два поля вперёд. Гарри ответил ходом c5, передвинув на два поля вперед пешку, находившуюся перед его ферзевым слоном. Это была сицилианская защита, любимый ответ Гарри на ход e4. Перед матчем мы немного обсуждали, будет ли он её играть. Джоэл высказал мнение, что Гарри очень аккуратен в выборе дебюта, и вполне стоит ожидать, что он разыграет сицилианскую защиту. После хода Гарри на c5, было много хороших вариантов ответного хода за белых, но к сожалению, большинство из них связано с огромным количеством аналитической работы. Для подготовки дебютной книги Дип Блю у Джоэла было всего несколько месяцев, поэтому мы решили играть менее заезженные дебютные варианты. Дип Блю ответил c3, передвинув на одно поле вперед пешку перед ферзевым слоном. Это известный, но относительно редкий дебют за белых. Достоинство его заключалось в том, что ход c3 в сицилианской защите редко встречается в партиях от гроссмейстерского уровня и выше<sup>7</sup>, и как следствие здесь нет необходимости производить обширную дебютную подготовку. Недостаток его заключался в том, что дебют был несколько суховат, и казалось, мало что предлагал с точки зре-

<sup>7</sup> В компьютерных шахматах ход c3 в сицилианской защите на самом деле довольно распространён, поскольку в распоряжении большинства программистов обычно не слишком много времени для подготовки своей дебютной книги.

ния шансов на победу для белых. По крайней мере, это было мое мнение, основанное на прошлом опыте с Дип Сот и Дип Сот II, игравших с3 за обе стороны в сицилианской защите. Джоэл придерживался иного мнения.

Ход с3 в сицилианской защите часто приводит к позиции с так называемой "изолированной ферзевой пешкой", где ферзевая пешка белых оказывается без поддержки дружественных пешек на соседних вертикалях. Изолированная ферзевая пешка, это как правило помеха в эндшпиле, но в середине игры она предоставляет белым активные атакующие возможности. Проблема заключалась в том, что большинство шахматных программ как правило хорошо защищаются, но не очень хорошо подготавливают атаку. Джоэл потратил значительное количество времени, разясняя Дип Блю Джуниор, как атаковать из позиций, проистекающих от хода с3 в сицилианской защите. Здесь постоянно присутствовала одна проблема. Дип Блю Джуниор не нравились позиции белых, и он оценивал их, как лучшие для черных. Как правило, Дип Блю всё же делал верные атакующие ходы, но иногда он позволял черным повторять позицию, поскольку ожидал от них уклонения от ничьи повторением позиции. Так получилось, что версия Дип Блю 1996 года не обладала полным пониманием идеи атакующего потенциала, а следовательно она производила неправильную оценку.

Тот факт, что Дип Блю не ожидал от черных повторения позиции, создало в первой игре интригующую ситуацию. [На десятом ходу](#), Гарри сделал новый ход, который вывел Дип Блю из его дебютной книги. Три хода спустя Дип Блю поставил Гарри перед неожиданным выбором. Когда я сделал за Дип Блю 13-й ход, Nb5, атакуя его ферзя, он опешил.

Гарри на мгновение бросил пристальный взгляд [на доску](#), затем поднял брови и покосился на меня. Увидев выражение его лица, я на мгновенье не смог удержаться от улыбки. На самом-то деле Дип Блю "не нравилась" его позиция, и всё же Гарри отнесся к положению на доске очень серьезно. Когда я понял что улыбаюсь, то моя улыбка тут же исчезла. Я не знаю, как Гарри истолковал мою мимолётную улыбку, но он потратил немало времени на свой ответный ход. Одним из вариантов для него было дезавуировать свой последний ход, Qd6, отведя своего ферзя на d8. В этом случае Дип Блю тоже отозвал бы свой последний ход, играя Kc3, повторяя позицию, и в сущности предлагая ничью. Дип Блю сыграл 13. Nb5 отчасти потому, что был готов согласиться на ничью. Гарри не стал отходить ферзём на d8, то ли потому что не хотел ранней ничьи, то ли потому что не понимал, что Дип Блю пойдёт на ничью. В конце концов Гарри поставил своего ферзя на поле e7, что рассматривалось Дип Блю как несколько неловкий ход, так как один из коней Гарри вскоре начал связывать своего ферзя. С этого момента его позиция неуклонно ухудшалась и в конце концов стала отчаянной.



Позиция после 13. Nb5.

Здесь, Гарри начал нагнетать обстановку перейдя в неприятного вида атаку, которая конечно нервировала бы любого белкового шахматиста. Дип Блю полностью игнорировал его атаку, оживленно забирая пешки ферзевого фланга. Тем временем атака Гарри, с каждым ходом выглядела всё более опасной. Всё что ему требовалось, это один свободный темп, и игра целиком повернулась бы в его пользу. В этот момент Дип Блю начал свою атаку. Гарри мог бы отбить атаку, но при этом он потерял бы большую часть своих фигур, и тогда его атака сразу бы захлебнулась. Последние несколько ходов игры он знал, что его положение безнадежно. Между тем Дип Блю, имея более часа свободного времени на своих часах, продолжал активно расходовать его, чтобы вычислить свой лучший ход. После 37-го хода Дип Блю Гарри решил что с него достаточно, протянул руку и сдался. У Гарри оставалось около пяти минут на четыре следующих хода, в то время как у Дип Блю оставалось около часа на три своих. Это была первая в истории победа компьютера над чемпионом мира по шахматам при стандартном контроле времени. Мы творили историю!

После того как Гарри пожал мне руку, он первым делом поинтересовался: "Почему он так долго делал ходы? Программа для персонального компьютера мгновенно увидела бы, что здесь выиграно". Я пожал плечами и ответил, что просто на часах Дип Блю оставалось в запасе слишком много времени. Затем он спросил, с расстроенным видом: "Где я мог сыграть лучше?". Этот вопрос застал меня врасплох. Я едва умел играть в шахма-

ты, а величайший шахматный ум планеты спрашивал меня, где он мог бы улучшить свою игру. Конечно же, в действительности вопрос Гарри подразумевал: "Где Дип Блю полагал, что я могу сыграть лучше?". Я попытался ответить на его вопрос, настолько хорошо, насколько мог, исходя из того что помнил из анализа Дип Блю. Спустя несколько минут, почувствовав, что я не понимаю игру на том же уровне, как он или Дип Блю, Гарри бросил это занятие и быстро покинул здание, не разговаривая ни с кем кроме своего ближайшего окружения.

По-настоящему же я прочувствовал важность момента, когда Джоэл Бенджамин вышел на сцену, чтобы пожать мне руку. Широко улыбаясь, Джоэл сказал: "Я и сам мечтал победить Каспарова и пожать ему руку", и добавил: "Это почти так же хорошо". На протяжении всей игры я сдерживал свои эмоции. Теперь же я ощущал и ликование и облегчение. Мюррей и Джо тоже были в восторге. Подошел репортер, чтобы получить пресс-комментарий, а затем пулей вылетел, чтобы передать материал. В то время здесь ещё было немного журналистов, но в течение следующих нескольких дней всё очень быстро поменялось.

Во время первой игры рухнул веб-сайт IBM, посвященный матчу. Газета "USA Today" разместила на первой странице статью, констатирующую что машина IBM сделала своё дело хорошо, а вот веб-сайт нет. Очевидно веб-мастер думал, что во время игры сайт посетят всего лишь несколько тысяч пользователей. Если бы спросили нас, то мы бы сообщили веб-мастеру, что стоит ожидать по меньшей мере десятков тысяч посетителей, а возможно и сотен тысяч<sup>8</sup>. Одним из посетителей веб-сайта был Джонатан Шеффер, пытавшийся подключиться к нему из университета Альберты в Эдмонтоне, Канада. Будучи не в состоянии пробиться, Джонатан просматривал службы новостей и нашел материал агентства Рейтер ошибочно сообщавший, что Гарри играл белыми. В Бостоне наш друг Дап Хартманн, тоже имел проблемы с подключением к сайту. Он и Джонатан договорились, что оба будут периодически пытаться подключиться к сайту IBM, и будут держать друг друга в курсе. Получая время от времени позицию на доске, они могли следить за игрой. Для позиции на доске в веб-трансляции не указывалось, какой из игроков играет каким цветом, так что Джонатан и Дап "наблюдали" как Гарри одержал уверенную победу белыми. Как и предсказывалось. Конец истории... И только двадцать четыре часа спустя Джонатан узнал, что Гарри проиграл. Ситуация с Джонатаном вероятно была довольно типичной для многих посетителей веб-сайта в первый день. Но ещё во время первой игры в IBM начали соби-

<sup>8</sup> Вопреки первоначальным ожиданиям веб-мастера, сайт матча превратился в самый популярный на тот момент веб-сайт, обойдя даже сайт Супербула и раздел сайта журнала "Спортс Иллюстрейтед", демонстрирующий девушек в купальниках.

рать специальную веб-команду. Чтобы справиться с нагрузкой, в качестве нового веб-сервера был привлечен суперкомпьютер IBM RS/6000 SP, машина того же типа, что и головной компьютер Дип Блю. После второй игры газета "USA Today" разместила на первой странице ещё одну статью, где на этот раз сообщалось, что IBM восстановила свой веб-сайт.

Вечером, после первой игры, команда IBM собралась на праздничный ужин. Мы достигли нашей цели, независимо от того, как сложится остальная часть матча. Команда Каспарова, очевидно, находилась в удрученном состоянии. По словам [Фредерика Фриделя](#), который помогал Гарри как компьютерный консультант, поздно вечером, при температуре ниже нуля, Гарри отправился на прогулку по улицам Филадельфии. Во время прогулки, он спросил: "Фредерик, а что если эта штука непобедима?".

### *Качество от количества*

В течение ночи и следующего утра Джозл и Мюррей работали вместе над дебютным репертуаром Дип Блю для второй игры. Некоторое время я присутствовал на этой сессии дебютной подготовки. Проверяемые дебютные позиции вручную вводились в тестовый файл, и Дип Блю анализировал позиции из тестового файла всю ночь, подготавливая их для анализа на следующее утро человеком. Мы все согласились, что если когда-нибудь состоится ещё один матч, то нам нужно будет автоматизировать процесс дебютной подготовки, как для увеличения её скорости, так и для снижения вероятности человеческой ошибки. Мы и понятия не имели, каким пророческим окажется наше замечание. После сессии дебютной подготовки Мюррей загрузил файл с дебютами, подготовленными на его ноутбуке IBM Thinkpad, в Дип Блю, который находился в нашей Йорктаунской лаборатории. Или по крайней мере думал, что загрузил.

Вторая игра началась достаточно бесхитростно. Уже на втором ходу Дип Блю вышел из своей дебютной книги. В то время я не знал этого, но при загрузке файла с дебютами что-то пошло не так, и Дип Блю не получил новую дебютную книгу. Поскольку нам тогда так и не довелось использовать новую книгу, то в итоге дебют подготовленный ко второй игре использовался в четвертой. Однако Дип Блю вышел из своей дебютной книги не в полной мере. Ещё во времена Дип Сот II, Мюррей создал, как он её называл, "расширенную книгу", в которой пытался охватить человеческое понимание "дебютной теории". Когда Дип Блю вышел из дебютной книги в традиционном смысле, то для помощи в принятии решения по выбору хода, он начал использовать статистику проведенных гроссмейстерами игр. Если ход в определенной позиции уже игрался ранее сильными гроссмейстерами и приводил к отличным результатам, то

этот ход получал бонус, пропорциональный тому, насколько хороши оказались результаты. Это придавало Дип Блю склонность играть "хорошо известные линии", но всё же оставляло возможность иногда делать неожиданные ходы которые, по его оценке, предлагали больше шансов.

Ошибка Мюррея в передаче файлов была в этой игре не первой, связанной с человеческим фактором. На шестом ходу у Дип Блю была возможность осуществить взятие двумя разными пешками. По ошибке я произвёл на официальной доске взятие не той пешкой. Мюрреем сразу же сообщил арбитру, Майку Вэльво, о моей ошибке. Вскоре ошибка была исправлена, а время на часах Гарри возвращено назад. Расширенная книга достаточно хорошо отработала в этой игре. К тому времени, как Дип Блю вышел из известной дебютной теории, Гарри обладал лишь небольшим преимуществом. По иронии судьбы, ошибка Мюррея, в сочетании с его предыдущей работой над расширенной книгой, привела к весьма игрательной позиции для Дип Блю.

На восемнадцатом ходу Гарри предложил жертву пешки, которая вела в ловушку, но Дип Блю её отклонил. Взяв пешку, мы могли попасть под сильную атаку. На следующем ходу, он предложил уже реальную жертву пешки. Анализ после игры показал, что предложенная Гарри жертва пешки должна была привести к ничьей, если бы Дип Блю делал лучшие ходы. Пытаясь проанализировать после игры, что пошло не так, мы обнаружили "баг" в программной части оценки Дип Блю. Шахматный чип Дип Блю, содержал аппаратную функцию, которая распознавала легкие фигуры (слонов и коней) на так называемых "форпостах" - полях на которых они были защищены своей пешкой(ами) и больше не могли быть атакованы пешками противника. Кроме того шахматный чип определял, могут ли в дальнейшем легким фигурам угрожать (или разменять их), легкие фигуры противника. Из шахматного опыта хорошо известно, что если занимающему форпост коню больше никто не угрожает, то он может стать столь же ценным, как и ладья. Однако занимающие форпост слоны, которым никто не угрожает, пожалуй не лучше, чем занимающие форпост обычные слоны. К сожалению, программный код, который присваивал оценки, ошибочно присваивал этим "неатакуемым" слонам те же значения, что и занимающим форпост "неатакуемым" коням. От этой грубой ошибки в программной оценке пострадала игра Дип Блю в оставшейся части второй партии. Если бы мы имели больше времени на подготовку, как перед вторым матчем Дип Блю, то этот совершенно очевидный "баг" был бы обнаружен намного раньше, ещё во время тестовых игр.

За жертвой пешки Гарри, последовал ряд разменов фигур. В дальнейшем Дип Блю имел по меньшей мере две возможности сравнительно легко свести партию вничью. Первую из них он упустил, вследствие же-

лания установить на форпост своего "неатакуемого" слона. Вторую он упустил из-за внесённой в программу склонности избегать размена ферзей. Отправляясь на матч 1996 года, мы полагали, что Гарри определённо более сильный игрок, и чтобы увеличить наши тактические возможности мы установили Дип Блю большой штраф за размен ферзей. В этой игре стремление избегать размена ферзей обернулось против нас. После обнаружения на собственном опыте этой особенности Дип Блю, Гарри мастерски использовал её в последующих играх.

После того как позиция на доске стабилизировалась Гарри получил явный перевес, но у Дип Блю всё ещё оставались шансы на ничью. Потом Гарри допустил размен своей самой опасной пешки, на одну из слабых пешек Дип Блю - необязательный, согласно Дип Блю. На доске сложилось окончание, где каждая из сторон имела по ферзю и слону, а слоны передвигались по полям противоположного цвета. Окончание вероятно было ничейным, но позицию Дип Блю было очень трудно удержать<sup>9</sup>. Гарри начал длинный и тонкий маневр, который принёс ему пешку. С недостающей пешкой, позиция Дип Блю начала рушиться. На 73-м ходу Мюррей, сменивший меня в качестве оператора после первого контроля времени, сдался за Дип Блю.

Гарри был в восторге, и сразу же отправился в [комнату для комментариев](#), где общался с аудиторией на протяжении тридцати минут. Клара сигнализировала ему закругляться, но находясь в возбужденном состоянии, он пустился в подробный анализ игры постфактум, а так же высказал свои соображения по матчу на данный момент. Зрителям это очень понравилось. Когда он рассказывал о своих матчевых впечатлениях, то сказал: "Я поздравляю исследователей IBM с фантастическим достижением. Им удалось преобразовать количество в качество". Эта комплимент помог нам скрасить горечь от только что случившегося поражения. Следующая оценка застала нас врасплох: "В некоторых типах позиций, он видит так глубоко, что играет подобно Богу".

Той ночью мы тщательно прошлись по игре, пытаясь выяснить, что же пошло не так. Когда Мюррей обнаружил проблему с занимающим форпост слоном, то все мы были шокированы. Удивительным казалось не то, что мы обнаружили серьезную ошибку - мы ожидали ещё много ошибок, учитывая то короткое время для подготовки к матчу, которое у нас было - большим сюрпризом стало то, как близки мы были к возможности выиграть матч. Без бага, Дип Блю вполне мог бы свести вничью вторую партию. После первой игры Гарри уже и так чувствовал себя весьма неуверенно. Ничья во второй партии могла бы сильно изменить шансы на

<sup>9</sup> После игры Гарри показал ничейный вариант, который становился возможным, если бы Дип Блю немедленно пожертвовал пешку. Дип Блю его совершенно не видел.

победу в матче в нашу пользу. И не только потому что у нас оставался перевес в одну победу, но также и из-за психологического давления, под которым мог оказаться Гарри.

Следующий день, 12 февраля, теоретически был днём "отдыха", хотя мы (а вероятно и они) много работали. Но два члена команды Гарри действительно немного отдохнули. Терри Феникс повела Клару Каспарову и Фредерика Фриделя по магазинам. В матче 1996 года обе команды сохраняли теплые отношения, и Терри вероятно сыграла главную роль в сглаживании острых углов в то время. Терри покинула АСМ перед матч-реваншем 1997 года. Отношения между командами в матч-реванше 1997 года были более соревновательными, в частности из-за очень высокой вероятности победы Дип Блю в матче, но и отсутствие такого человека как Терри, скорее всего также сыграло свою роль.

В день отдыха команда Дип Блю сразу же перешла на обычный рабочий график. Мюррей и Джоэл занимались самой напряженной работой, готовя дебют для двух следующих игр. Я потратил свое время проводя тесты, которые временами выявляли проблемы с шахматной программой. Сама по себе программа была достаточно стабильной, а большинство проблем были связаны с эндшпилем. Джо, выходя за рамки своих основных обязанностей, отрабатывал как пожарный, устраняя проблемы, как только они возникали. В месте с тем, во время выходных дней у него была другая задача - ускорение программы. Параллельная шахматная программа на IBM RS/6000 SP была несколько сложнее, чем у Дип Блю Джуниор, который работал на одной рабочей станции RS/6000. Кроме того, это была довольно новая программа, и здесь существовало много возможностей для её усовершенствования. Улучшения программы производились на протяжении всего матча, но большинство из них пришлось на выходные.

Время от времени, я отрывался от своих тестов и присоединялся к Мюррею и Джоэлу в их обсуждениях нашего дебютного выбора. Дип Блю выиграл первую игру, но ни Джоэл ни Мюррей не были довольны тем, как протекал дебют; Гарри легко мог получить ничью путём повторения ходов. В столь коротком матче, вы должны пытаться победить каждый раз, когда у вас белые фигуры. Мы нуждались в чём-то получше. Мюррей и Джоэл работали над дебютными проблемами до поздней ночи. Джо тоже допоздна задержался над своей задачей. Я же решил прерваться и присоединился к остальным сотрудникам IBM, чтобы хорошо поужинать. Я люблю поесть, и никакая работа не мешает мне насладиться хорошей едой.

За день отдыха Мюррей и Джоэл так и не придумали удачного решения наших дебютных проблем. Но утром перед третьей партией Джоэл заявил, что ночью к нему пришло вдохновение. Дип Блю должен по-

раньше отклониться от ходов, сделанных им в первой игре. Существовало несколько возможных продолжений, которые мог бы разыграть Гарри. Мы проверили некоторые из них, и они выглядели привлекательно для Дип Блю. В некоторых из них Дип Блю обнаружил для себя чётко выигрывающие линии. Это выглядело многообещающе! Оставалось недостаточно времени, чтобы проверить их всё, но мы внесли в дебют столько новых линий, сколько смогли.

Всё прошло так, как и ожидалось; Гарри играл по подготовленным нами дебютным линиям. После двенадцатого хода, Дип Блю вышел из проверенных нами линий книги, но всё ещё находился на одном из ожидаемых нами продолжений. На восемнадцатом ходу Джоэл ожидал, что Дип Блю сыграет 18. Вe5, и создаст возможности для атаки. Дип Блю отказался от 18. Вe5, и сходил одной из своих ладей. Выяснилось, что у Гарри имелось сильное опровержение хода 18. Вe5, и он видел опровержение за доской ещё несколько ходов назад. Без 18. Вe5, у Дип Блю не было атаки, а было несколько слабых пешек, которые требовали немедленной защиты, или по крайней мере это так выглядело. Не смотря на то, что визуально положение Дип Блю выглядело мрачно, это была иллюзия. После нескольких, нечеловечески выглядывших ходов, стало ясно что Дип Блю не проигрывает, а может быть у него даже и слегка лучше. На 39-м ходу обе стороны согласились, что не нет никакого смысла играть дальше, и последовало соглашение на ничью. Это была впечатляющая игра, как со стороны Гарри так и Дип Блю. Но так или иначе, мы потратили одну из наших партий белым цветом.

Поскольку дебютная подготовка ко второй партии так и не пошла в дело, то утренняя сессия дебютной подготовки перед четвертой игрой не проводилась. На этот раз Дип Блю играл славянскую защиту. Позиция Дип Блю после выхода из дебютной книги оказалась менее благоприятной, чем во второй игре. На пятнадцатом ходу Гарри имел возможность предложить рискованную жертву, но передумал. После матча Гарри посетил исследовательский центр IBM и проанализировал позицию на Дип Блю. Дип Блю оценивал жертву как здравую, но не видел ясного пути к победе. После просмотра некоторых из атакующих и оборонительных ходов, которые предлагал Дип Блю, Гарри был рад, что он не стал жертвовать. Тем не менее, он сказал что всё же мог бы пожертвовать, играй он против любого другого соперника, живого или электронного. Дип Блю и сам бы пожертвовал, имей он позицию Гарри на пятнадцатом ходу.

После 21-го хода сделанного Дип Блю, я покинул игровой стол и поспешил в туалет. В правилах матча указывалось, что операторы могли покинуть или вернуться за стол только тогда, когда был ход Дип Блю, или если он только что его сделал. Это было несколько необычно. В иг-

рах человека с человеком, любой игрок мог выйти из-за игрового стола в любое время. Когда заключался договор, мы не полагали эту уступку слишком серьёзной и согласились на подобный пункт. Как бы то ни было, к тому времени, когда я поспешил обратно в игровую комнату, Гарри всё ещё думал, и я не смог вернуться за стол. Он думал над двадцать вторым ходом в течение длительного времени, а я ждал, пока он не сделает ход. Как следствие того, что произошло потом, мы попытались изменить правила на матч-реванш 1997 года, чтобы позволить операторам тихо приходить и уходить когда им угодно. Вначале правила изменили, но в конце концов почему-то были приняты старые правила.



Позиция после хода Гарри Каспарова 22. f5.

Когда я вернулся к столу, экран моего компьютера перешел в режим "экранный заставки". Я набрал ход Гарри, f5, и тут Дип Блю дал сбой. Режим экранной заставки интерпретировал символ "f", из хода f5, как сигнал к пробуждению, и Дип Блю принял лишь символ "5", вместо полного хода, f5. Джо, в процессе работы над параллельной шахматной программой Дип Блю, чтобы облегчить себе работу, добавил в неё несколько тестовых команд. К сожалению, цифра "5" была одной из тестовых команд, указывающая рабочей станции номер 5 выполнить следующую команду. Излишне говорить, что вне тестового режима команда "5" приводила к немедленному краху программы.

Гарри как раз собирался немного передохнуть. После программного сбоя мне потребовалось перезапустить Дип Блю, пока шли наши часы.

Я проинформировал арбитра, и начал печатать на клавиатуре так быстро, как только мог. Мюррей и Джо бросились в игровую комнату, чтобы выяснить, что пошло не так. Увидев нашу активность Гарри начал волноваться и пожаловался арбитру. Клара, которая на протяжении всего матча находилась в игровой комнате, прокричала Гарри что-то по-русски и он успокоился, возможно поняв что часы Дип Блю идут. (Кто-то сказал мне потом, что Клара кричала - "замолчи".) После возвращения к работе, Дип Блю быстро ответил  $V \times c4$ . Гарри ожидал хода  $V \times f5$ , после которого он собирался играть  $N \times f7$ , жертвуя коня за две пешки. В одном из репортажей сообщалось об утверждении Гарри, что жертва коня вела к выигрышной позиции для белых, которая находилась за горизонтом поиска Дип Блю. Судя по ошибочным анализам приведенным в шахматных книгах о матче, жертва коня безусловно приводила к выигрышу если бы оппонентом Гарри был человек. При послеигровом анализе Дип Блю предлагал более сильные оборонительные ходы за черных, чем те которые приводились в книгах, а некоторые из атакующих ходов приведенные в шахматных книгах представляются совершенно проигранными для белых. Лично я считаю, что жертва привела бы к ничьей при лучшей игре с обеих сторон, так как там имелось достаточно уравнивающих факторов. Во время визита Гарри в исследовательский центр IBM после матча, он хотел также видеть анализ Дип Блю после своего хода  $f5$ . Дип Блю образца 1996 года предпочитал ход  $V \times c4$  чуть больше, чем ход  $V \times f5$ . А версия Дип Блю от 1997 года отдавала предпочтение ходу  $V \times f5$ . И если жертва  $N \times f7$  после хода  $V \times f5$ , как я подозреваю, не работала, то тогда как ход  $V \times c4$  так и ход  $V \times f5$  вполне годились для игры.

К тому времени, когда Дип Блю сыграл  $V \times c4$  в ответ на  $f5$ , бóльшая часть дебютного преимущества Гарри уже испарилась. И тем не менее, позиция Дип Блю выглядела слабо. После 34-го хода Гарри, Дип Блю продвинул на одно поле вперед свою слабую пешку "с" и неожиданно стал угрожать матом. До контроля времени на 40-м ходу у Гарри оставалась менее одной минуты на ход. За несколько следующих ходов, обе стороны совершили по меньшей мере одну ошибку. Гарри - потому что был ограничен по времени, а Дип Блю вследствие того что у нас не хватило времени на усовершенствование программы. Во время матча шахматная программа использовала только треть позиционных признаков, распознаваемых шахматным чипом. Ключевой признак эндшпиля для этой игры заключался в том, что если все пешки располагались на одной стороне доски, то партия скорее всего ничейна. Шахматный чип мог распознавать эту важную особенность окончания, но программное обеспечение не использовало такую возможность. Дип Блю сделал ход, который позволял Гарри избавиться от его последней пешки на ферзевом фланге. Позиция Дип Блю всё ещё была лучше, но для Гарри не состав-

ляло проблемы найти наилучшее продолжение и пожертвовать ладью за сильного коня Дип Блю. На 50-м ходу была зафиксирована ничья. После четырех игр счёт в матче был равным, по два очка у каждого участника.

Во время последующего дня отдыха я случайно встретил Фредерика Фриделя в лифте отеля. То, что произошло далее с Гарри, он описывал так: "Он вернулся в комнату отеля, разделся до трусов, и в течение длительного времени смотрел в потолок".

Однако вскоре Гарри снова овладел собой.

### ***Растущий Эверест***

Стремление создать компьютер, который может победить чемпиона мира по шахматам в матче, было одним из старейших Святых Граалей в области компьютерных наук. Поиски решения вопроса можно отследить вплоть до 18-го века, то есть ещё до механического компьютера Чарльза Бэббиджа в 19-м веке, и задолго до ENIAC, первого программируемого электронного компьютера. В 1949 году, спустя три года после создания ENIAC, Клод Шеннон, отец теории информации, вновь разжигает огонь поиска, описав как можно сделать так, чтобы компьютер играл в шахматы. Святой Грааль оставался недостижимым в течение почти 50-ти лет после основополагающей работы Клода. Для компьютерных специалистов поиск способа победы над чемпионом мира по шахматам получил такое же значение, как и восхождение на Эверест для альпиниста.

За одним небольшим отличием. Чемпион мира по шахматам является живым существом. Речь идёт о горе Эверест, которая растёт.

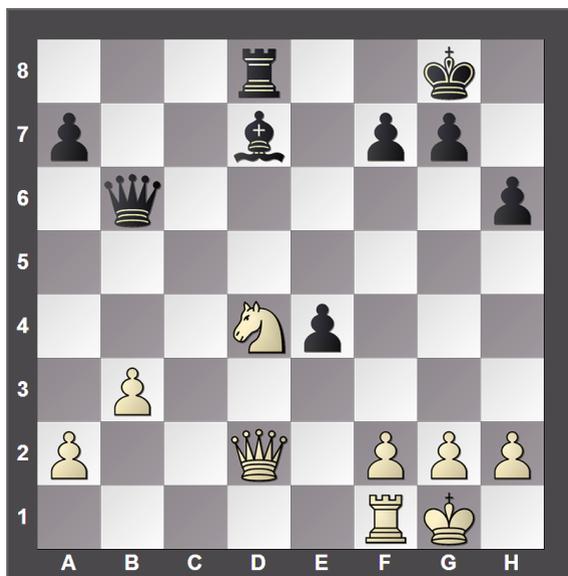
Первые четыре игры матча 1996 года дали компьютерным специалистам возможность мимолётом взглянуть на Святой Грааль. Мы уже могли видеть вершину горы Эверест; проблема заключалась в том, что эта вершина скоро вырастет на несколько сотен футов, прямо на глазах всего мира.

15 февраля, в последний день отдыха в матче, Джоэл и Мюррей продолжили поиски дебютной линии за белых, которая могла бы принести нам ещё одну победу. Во второй половине дня мы нашли вариант, который казалось давал Дип Блю хорошие шансы против сицилианской защиты Гарри. Всё ещё испытывая досаду от неудачи в третьей игре, в этот раз мы начали проверку новой линии ещё во время дня отдыха. На следующее утро, пробежавшись по анализу возможных продолжений, произведенному Дип Блю, мы нашли и исправили несколько дыр.

Дип Блю сделал тот же самый первый ход, что и в первой и в третьей игре - e4. Гарри мгновенно ответил - e5. Я не сразу понял в чём дело. Сицилианки не будет! Мы заставили его отказаться от сицилианской защиты! Он опасался наших разработок в отношении хода c3 в сицилиан-

ской защите? Но стоило успокоиться. Это ведь также означало и то, что наша дебютная подготовка предыдущего дня и половины текущего, была потрачена впустую. Теперь обе команды находились на новой территории. Или, как в случае Дип Блю, на территории двухмесячной давности<sup>10</sup>. За два месяца до матча Мюррей, потратив несколько часов, заложил в книгу некоторые альтернативные варианты, на тот случай, если Гарри сыграет что-то другое. С той поры эти альтернативные линии практически не проверялись.

Далее в игре последовали ходы Nf3 и Nf6. Гарри хотел сыграть защиту Петрова, также известную как Русская партия. Как известно, защита Петрова в определенной степени ничейна. Дип Блю же уклонился от защиты Петрова и перешел в дебют четырех коней. Тот факт, что мы никогда не проверяли этот дебют, отразился на том, как Дип Блю провёл эту игру. На 23-м ходу Гарри получил небольшой перевес; сделав этот ход, он предложил ничью.



Позиция после 23-го хода Гарри Каспарова.

Оператором за доской был я. Перед матчем команда Дип Блю решила, что в случае предложения ничьи, оно будет передаваться остальной части

<sup>10</sup> Гарри высказал очень странное замечание о немедленном ответе на его дебютный выбор в пятой игре, сделанный Дип Блю по дебютной книге. "Откуда вы могли знать, что я буду играть это?" - воскликнул он. Гарри редко играл этот дебютный вариант, но для партий гроссмейстеров он был совершенно обычным. Казалось, он полагает, что мы готовили только те дебютные линии, которые он обычно играет.

команды, в заднюю комнату, и решение будет приниматься там<sup>11</sup>. Никто из команды Дип Блю не ожидал предложения ничьи на столь ранней стадии партии. Две предыдущие ничейные партии игрались до тех пор, пока не были достигнуты явно ничейные позиции. Я позвонил в заднюю комнату и сообщил команде о предложении.

Дип Блю оценивал позицию как несколько лучшую для Гарри. Я немного нервничал по поводу положения на доске. Гарри имел одну лишнюю пешку на королевском фланге, и она стесняла позицию Дип Блю. Возвращаясь ко временам Дип Сот II - однажды я играл партию, где одна из сторон имея такой же пешечный перевес на королевском фланге, начала смертоносную атаку используя дополнительную пешку для усиления давления. У Дип Сот II были серьезные проблемы с пониманием важности пешечного перевеса на королевском фланге в атаках на короля. Дип Блю имел потенциальную возможность понять позицию на шахматной доске, но я подозревал, что соответствующий код в программной части всё же не был прописан. Под взглядом Гарри я не мог передать свою обеспокоенность команде. Решение должна была принять остальная часть команды. Впрочем, соглашаться на ничью так рано, когда в партии оставалось ещё много возможностей для игры, казалось не совсем правильным. Не каждый день вы получаете возможность сесть напротив чемпиона мира по шахматам в серьезной игре. Однако сообщения из задней комнаты о принятом решении всё ещё не поступало. Между тем, не догадываясь о предложении ничьи, Дип Блю уже решил для себя, как он хочет сыграть. Майк Вэльво, арбитр матча, принял поспешное решение, настаивая на том, что мы должны либо принять предложение ничьи сразу или же сделать ход предложенный Дип Блю. Неожиданное решение Майка произвело шокирующее впечатление, и даже сегодня я считаю его довольно сомнительным. В шахматных партиях между игроками-людьми, предложение ничьи остается в силе до тех пор, пока оно не было отклонено или пока не был сделан ход на шахматной доске. Но ход на шахматной доске не был сделан, а в правилах матча четко указано, что оператор может принять предложение о ничьей, как с консультацией, так и без консультации с Дип Блю. Иными словами, когда делается предложение о ничьей, окончательное решение принимается уже не Дип Блю, и тот факт, что Дип Блю определил для себя, как он будет играть дальше, не должно влиять на то, как или когда принимает решение оператор. Решение Майка Вэльво заставило нас определяться незамедлительно, и ничья была отклонена.

То, что последовало дальше не очень приятно, конечно если вы не

<sup>11</sup> В правилах матча нет в явном виде разрешения на подобную договорённость. Все вовлеченные стороны, в том числе команда Каспарова и арбитр матча, согласились на неё заранее, как единственное практичное решение, если принять во внимание относительно невысокую шахматную квалификацию операторов.

Гарри Каспаров. По мере развития игры Дип Блю продемонстрировал ряд недостатков. Некоторые недостатки можно было исправить простой активацией неиспользованных элементов оценки, аппаратно реализованных на шахматном чипе. Другие требовали добавления новых элементов оценки в аппаратную или в программную часть машины. На 47-м ходу, двадцать четыре хода спустя после предложенной Каспаровым ничьи, мы сдались за Дип Блю. В тот момент, когда игра была сдана, Клара Каспарова издала явно видимый вздох облегчения. Теперь, чтобы выиграть матч, в последней партии Гарри была необходима просто одна ничья, к тому же ему предстояло играть белым цветом.

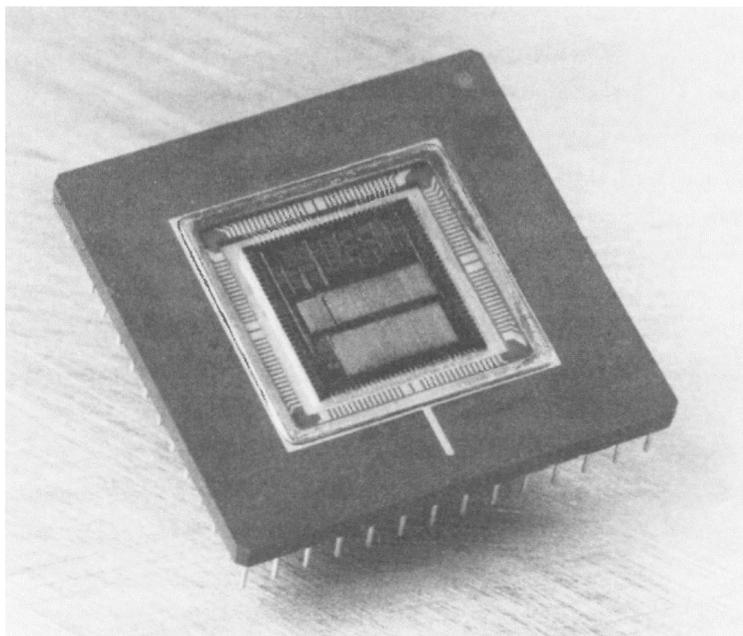
В ту ночь и на следующее утро, Мюррей и Джоэл работали изо всех сил. Чтобы свести матч вничью, нам необходимо было побеждать в последней партии черными. Это была трудная задача. За свою карьеру Гарри проиграл очень мало партий белыми. Кроме того, наша дебютная система за черных готовилась исходя из предпосылки, что черными мы будем пытаться сделать ничью. Мы не готовили дебют на случай необходимости выиграть за черных. Дебют разыгранный нами в четвертой игре годился только на то, чтобы попытаться удержать ничью. Нам требовалось нечто иное, что-то более рискованное, но в то же время содержащее определенные возможности для игры на победу. Мюррей и Джоэл остановились на идее сыграть славянскую защиту. За отведённый им короткий промежуток времени они попытались занести, и по возможности проверить, как можно большее количество вариантов.

Шестая партия следовала по стандартному варианту славянской защиты. В определенный момент Гарри осуществил намеренную перестановку своих ходов, чтобы вывести Дип Блю из его дебютной книги. Здесь со всей ясностью проявился тот факт, что мы никогда ранее не предлагали Дип Блю Джуниор играть этот дебют. Дип Блю необходимо было развивать своего белопольного слона через поле b7, но после того как Гарри посредством перестановки ходов вывел его из дебютной книги, он вместо того чтобы так и поступить, сходил слоном на поле d7. Дип Блю предпочитал располагать своих слонов на открытой диагоналях - тех диагоналях, где им не мешали пешки, но он не понимал, что иногда вполне допустимо разместить слона и на закрытой диагонали, пока существовала возможность её вскрыть. До некоторой степени эту проблему можно было решить в программной части, но полное решение требовало изменения шахматного чипа. Изменения проведенные в шахматном чипе по итогам этой партии для улучшения управления слонами, и по аналогии ладьями, оказались критически важными в матч-реванше 1997 года.

Сегодня, когда я просматриваю заключительную часть шестой партии, особенно с помощью новой версии Дип Блю, я не могу не задаться вопросом: "Как, черт возьми, старому Дип Блю после четырёх игр удалось

добиться равного счёта в матче?". Старый Дип Блю делал множество позиционных ошибок в игре, и Гарри, иногда заманиванием, иногда давлением, постоянно провоцировал его на новые ошибки. Последняя крупная позиционная ошибка Дип Блю заключалась в переводе своего слона на b8 на тридцатом ходу, загоняя в ловушку как слона на b8, так и ладью на a8. Шахматный чип был способен обнаружить, что слон может попасть в ловушку. Но к сожалению, а может быть и к счастью, в смысле прекращения наших мучений, штраф взимаемый в оценочной функции программы за оказавшегося в ловушке слона был очень маленьким. Вдоволь натерпевшись, мы сдались за Дип Блю после 43-го хода Гарри. Гарри выиграл матч со счетом 4-2.

В первых четырех партиях Дип Блю ходил по знакомой почве и большую часть времени смог избежать очевидных позиционных ошибок. В двух последних партиях Гарри вытолкнул Дип Блю на неизведанную территорию, нащупал его слабые стороны, и использовал их, ведя игру с Дип Блю, подобно искусному дирижёру. Эверест подросток на тысячу футов.



**Шахматный чип Дип Блю I, который использовался в матче 1996 года.**



## *Переоснащение*

### *Поднимая фигуры*

Во время поездки обратно из Филадельфии, в машине было невыносимо тихо. Каждый из нас исчерпал себя, и физически, и психологически. Я находился не в самом хорошем настроении, но всё равно чувствовал себя гораздо лучше, чем во время поездки на матч. Поражение никогда не бывает приятным, но в глубине своего сердца я знал, что мы получим ещё один шанс сыграть с Гарри.

То, чего мы достигли в Филадельфии, превзошло ожидания почти всех людей, включая нас самих. После первых четырёх игр у нас был равный счёт в матче с возможно лучшим шахматистом всех времён. Мы могли бы легко свести вничью вторую игру, если бы у нас было больше времени, чтобы тщательно проверить программу. В четвертой игре, в окончании, у Гарри была сомнительная позиция, которую он свёл к ничьей при непосредственной помощи Дип Блю<sup>1</sup>. После первых четырёх игр Дип Блю вполне мог бы вести в счёте. Если бы мы тогда вели в счете, то кто знает, что бы произошло дальше<sup>2</sup>? Резонанс вызванный матчем, был огромен; новости о матче не сходили с первых страниц "Нью-Йорк таймс", "USA Today", а возможно даже и всех газет Соединенных Штатов. Передачи "Сегодня вечером", "Поздно ночью с Дэвидом Леттерманом", "Субботним вечером в прямом эфире" - все они содержали шутки о матче в своих последних ночных ТВ-сегментах. В то время я не знал этого, но во время матча по всему миру было зарегистрировано более одного миллиарда

<sup>1</sup> Версия Дип Блю от 1997 года трактовала бы окончание иначе, а значит, обладала бы неплохими шансами на победу.

<sup>2</sup> С другой стороны, последние две игры в матче показали, что разница в силе соперников всё ещё есть, и Дип Блю образца 1996 года, как мы и подозревали, на самом деле не заслуживал победы. Оглядываясь сейчас назад, я рад тому, что мы проиграли матч в Филадельфии. В том матче победил лучший игрок.

"впечатлений"<sup>3</sup>. Одна лишь эквивалентная им стоимость рекламы на рынке США превышала 100 000 000 \$. Мы были в шаге от того, чтобы победить Гарри и попасть в историю. Случись такое, и это привело бы только к ещё более грандиозным последствиям. Здесь не оставалось ни малейшего шанса на то, что IBM не захочет провести ещё один матч.

Я взял выходной, а после него, больше по инерции, вернулся в офис. Мюррей и Джо взяли недельный отпуск. У каждого из них дома находился новорожденный ребенок, и им предстояло многое наверстать. Контракт Джоэла с IBM истёк, и он вернулся к той жизни, которую вёл до своего короткого пребывания в команде Дип Блю. Я был не в состоянии работать по-настоящему, и занимался только теми вещи, которые не требовали долгих размышлений. Перед матчем в Филадельфии, я написал программу оценочной функции, которая задействовала все признаки оценки, реализованные на шахматном чипе. Она была написана для экспериментов по автоматической регулировке весов (такую настройку ещё называют тюнингом оценочной функции) аппаратных оценочных признаков. Программа выявляла, насколько хорошо её ходы, полученные при очень неглубоком переборе, соответствуют выбору гроссмейстеров в позициях из их игр. Основная идея здесь заключалась в допущении, что чем больше степень соответствия, тем лучше оценочная функция, и тем сильнее шахматная программа. Проведение экспериментов не требовало много размышлений, а поскольку после матча в Филадельфии в моём распоряжении оказалось более чем достаточно машинного времени, то я проводил все свои дни, растрачивая ресурсы машины в процессе этих экспериментов.

Эксперименты по настройке оценки вскрыли некоторые удивительные факты. В частности веса присваиваемые гроссмейстерами "ладьям на открытых вертикалях", оказались значительно ниже тех, которые обычно использовались в шахматных программах. Я знал об этом ещё до матча в Филадельфии, но считал это результатом влияния некоей программной ошибки, которую я где-то допустил. Более внимательная проверка после матча показала, что этот эффект вполне реален. Это не означает, что гроссмейстеры придают меньшее значение "ладьям на открытых вертикалях", но они гораздо лучше разбираются в том, когда важно располагать "ладьи на открытых вертикалях". Другими словами, сознательно или бессознательно, гроссмейстеры гораздо лучше чем обычные шахматные программы используют контекст сложившейся на доске ситуации. После этого открытия я прошёлся по всему набору аппаратных признаков оценки и на-

<sup>3</sup> "Впечатление" - это термин, используемый в рекламе. Простое прослушивание, просмотр или чтение рекламного объявления не считаются впечатлением. Только после того как сообщение зафиксировалось в сознании потенциального клиента, это "впечатление" считается. Каждое впечатление обычно требует воздействия от нескольких рекламных объявлений.

шёл все те признаки, которые согласно программе тюнинга имели недостаточные веса оценки. Все эти признаки могли потребовать улучшений.

После того как Мюррей и Джо вернулись из отпуска, мы собрались на совещание. Проанализировав наши проблемы в матче, мы пришли к трём выводам. Первый вывод заключался в том, что скорость поиска Дип Блю оказалась вполне достаточной. Гарри обыграл Дип Блю позиционно, а не тактически. Это привело нас ко второму выводу, что у Дип Блю, по сравнению с чемпионом мира, наблюдался явный недостаток в количестве шахматных знаний. Шахматный чип был слишком новым для нас, чтобы за тот короткий период времени, который находился в нашем распоряжении изучить, как эффективно использовать аппаратные признаки оценки. Во время матча в Филадельфии, реально использовалось только около одной трети от имеющихся в наличии аппаратных признаков оценки. Здесь присутствовало много возможностей для улучшения эффективности существующего шахматного оборудования. Третий вывод заключался в том, что команда, её люди, должны быть лучше подготовлены. Мы оказались не готовы, когда Гарри предложил ничью в пятой партии. В шестой партии у нас не было готового дебюта, на случай необходимости выиграть за черных. Мы были не готовы к большому матчу, и процедурно и психологически. Команда через многое прошла вместе, но в действительности никто из нас не имел сколько-нибудь заметного матчевого опыта.

Мы понятия не имели, когда получим ещё один шанс сразиться с Гарри. У Джо были некоторые сомнения насчёт того, получим ли мы этот шанс вообще, но после разговора с Мюрреем и мной, он был успокоен и убеждён в том, что мы скорее всего попробуем ещё раз. Вопрос заключался в том, что мы можем сделать, чтобы увеличить наши шансы в следующий раз. Мы могли бы повысить скорость перебора программы, но это вероятно не сильно поможет. Безусловно можно было улучшить оценочную функцию в программной части. Также мы могли бы улучшить шахматное "железо", но это станет возможным только при наличии достаточного количества времени до матч-реванша, и при наличии достаточного количества средств, выделяемых на создание новой версии чипа. Мы должны сделать всё возможное, чтобы убедить руководство запланировать матч-реванш как можно позже, и выделить достаточный бюджет, чтобы обеспечить выпуск второго поколения шахматных чипов. Мюррея и Джо не слишком вдохновляла перспектива по поводу возврата к созданию нового шахматного чипа, и связанная с этим разработка полностью нового программного обеспечения. Но я по крайней мере убедил их добиваться того, чтобы у нас было достаточно времени и денег для этого, на всякий случай. Мы окончательно определили набор стоящих перед нами задач. Нам требовалось создать специальный инструментарий для подготовки к матчу. Гарри выиграл матч в Филадельфии отчасти потому, что смог адап-

тироваться к ситуации быстрее, чем Дип Блю. Сделать так, чтобы Дип Блю мог адаптироваться подобно человеку, было нелегко, но мы могли помочь ему, работая как хорошо слаженная команда. В автогонке "500 миль Индианаполиса", машинам прошедшим некоторое количество кругов, необходимо заехать на пит-стоп для замены шин. Механики на пит-стопе, используя подходящие инструменты и работая как единая команда, могут заменить шины менее чем за одиннадцать секунд. Мы не обязаны работать с такой же скоростью как механики на пит-стопе, но можем позаимствовать тот же подход к делу. Нам нужно создать набор инструментов для всех вовлеченных в дело людей: один набор инструментов для программистов (нас), и ещё один набор для гроссмейстеров. Мы так же обязаны убедиться, что все члены команды знают, в чём заключаются их обязанности.

Однако прежде чем были созданы новые инструменты, я ввязался в дебаты с Джо и Мюрреем о том, нужен ли новый чип, а затем о том, что следует включить в новый чип. Эти споры продолжались несколько месяцев.

### *Следующие шесть месяцев*

По неизвестной причине, я кажется могу хорошо концентрироваться на работе после длительной зарубежной поездки. В 1985 году, после моей поездки на Тайвань, я смог вложить в дело энергию, необходимую для завершения чипа генератора ходов за шесть месяцев. В 1996 году, примерно через месяц после матча в Филадельфии, меня попросили выступить с докладом о Дип Блю в исследовательской лаборатории ИВМ в Токио. Исследовательский центр ИВМ отмечал свой пятидесятилетний юбилей, и в рамках празднования лаборатория в Токио принимала однодневную конференцию по параллельной обработке информации. Мой доклад состоялся на одной из сессий этой конференции. В течение следующих шести месяцев после поездки в Токио я работал упорнее, чем когда-либо в моей жизни, даже упорнее, чем когда проектировал свой первый шахматный чип.

В 1985 году не было сомнений по поводу того, что генератор шахматных ходов будет изготовлен, так как услуги MOSIS фактически были бесплатны. В 1996 году я начал работу над новой версией шахматного чипа Дип Блю не зная, будут ли выделены средства, чтобы создать его. Помимо работы над новым чипом, мне также пришлось примерить мантию адвоката, чтобы сначала убедить остальную часть команды, а затем нашего менеджера, что новый чип желателен и необходим.

Учитывая всю эту неопределенность, я следовал поэтапному подходу, как в разработке чипа, так и в своих попытках переубедить всех. Новые функции добавлялись в шахматный чип поэтапно, а новый "работоспособный" вариант чипа всегда сохранялся по ходу процесса разработки. Это означало, что я мог в любой момент остановить новый проект, имея на руках то, что можно подготовить к производству в очень короткие сроки.

Процесс проектирования чипа был относительно простым - я просто должен был как следует вложиться в работу, а вот задача по исполнению роли адвоката была гораздо сложнее.

Первоначально деньги выделили только на изготовление дополнительного количества тех же самых шахматных чипов, которые использовались в матче 1996 года. Потребовались некоторые усилия, но мне удалось убедить остальную часть команды, что прежде чем принимать решение по запуску нового чипа, мы должны по крайней мере добавить в шахматный чип детектор повторения позиций. Мюррей, Джо и я не раз наблюдали как Дип Блю Джуниор делает странные ходы, которые кажется становились следствием действия "эффекта горизонта", проявлявшегося в связи с отсутствием обнаружения повторения позиций в аппаратной части шахматной машины. Дип Блю Джуниор иногда пытался повторять позицию, которая ему нравилась, выталкивая её в ту часть дерева поиска, что находилась "за горизонтом" его детектора повторений - горизонтом для программной части дерева поиска, у которой был детектор повторений. Хотя такое поведение определенно давало отрицательный эффект, ни Мюррей, ни Джо не были готовы поддержать введение дополнений, без четких доказательств, что это необходимо. Катастрофа, которая случилась с нами в Гонконге, оказалась тем убедительным примером, который мне потребовался. Вынужденной ничьей с У-Чесс можно было избежать. При нашем поражении Фрицу конечно одновременно неудачно сложилось множество различных обстоятельств, но с помощью аппаратного детектора повторений машина с самого начала избежала бы проблем вызванных неполадками с линией связи. Потенциально, Дип Сот II вполне мог бы выиграть турнир в Гонконге набрав при этом максимальное количество очков; другими словами, его турнирный рейтинг оказался бы более чем на 200 пунктов выше. Этот последний аргумент произвёл должное впечатление на Мюррея и Джо, и они согласились поддержать мои намерения. Это случилось ещё до моего визита в Токио.

Ещё за некоторое время до матча в Филадельфии, я понял, что существует более выгодный путь реализации оценочной функции, который позволит значительно сократить площадь кристалла. Во время полёта в Токио и обратно до меня дошло, что реализация этой возможности, к тому же позволит нам сделать оценочную функцию гораздо более разносторонней. Проблема заключалась в том, что это повлечет за собой массовые изменения, примерно двух третей шахматного чипа. Изменения были весьма желательны, но так же несли и большой риск. Я считал, что эти изменения следует провести, если мы хотим победить Гарри. А я очень хотел победить.

После моей поездки в Токио состоялось совещание команды с участием Си Джея, где Мюррей и Джо помогли мне убедить его, что детектор следует включить в новый чип. Но все трое отклонили идею создания совершенно новой оценочной функции. В конце концов было решено, что я буду

разрабатывать два варианта шахматного чипа, оба с аппаратным детектором повторений, но один со старой оценочной функцией, а другой с новой. Моей первостепенной задачей стало создание версии со старой оценочной функцией. Я мог тратить время и на версию с новой оценочной функцией, но я не буду получать никакой помощи от Джо или Мюррея - они были заняты созданием двух наборов вспомогательных инструментов необходимых для подготовки к матчу. Из двух новых чипов, изготовлен мог быть только один. Чтобы получить новую оценочную функцию, мне следовало сначала завершить проектирование детектора повторений, затем создать новую оценочную функцию, а также тщательно проверить весь чип, и всё это самостоятельно. У меня оставалось четыре месяца до того момента как мы примем решение, какую версию использовать. Я согласился на дополнительную рабочую нагрузку, поскольку она давала ещё один шанс для создания шахматной машины, достаточно сильной, чтобы победить чемпиона мира по шахматам. А я собирался сделать всё от меня зависящее, чтобы это произошло.

Первый месяц был сравнительно лёгким, и в основном потрачен на разработку и проверку детектора повторений. К концу месяца у меня уже была готова первая версия нового чипа. Оставалось три месяца на ещё более новую версию, которую я по сути и хотел сделать. Основываясь на опыте создания первого шахматного чипа Дип Блю, Мюррей и Джо предполагали, что это займет по меньшей мере год непрерывной работы, даже с их помощью. Существовало несколько причин, почему я верил, что могу справиться. Во-первых, от разработки первого шахматного чипа Дип Блю осталось довольно много программных инструментов, а потому я мог использовать предшествующую работу, чтобы сэкономить некоторое время. Во-вторых, будучи отдохнувшим, я мог, если это потребуется, вкладывать в дело больше рабочих часов. В-третьих, являясь единственным разработчиком, я имел перед глазами полную картину того, что содержалось в проекте, а значит цикл поиска проблем и их устранения должен был быть гораздо короче. И наконец, прежде всего, я хотел победить.

Второй месяц был потрачен на переработку оценочной функции. Поскольку изменения были массовыми, то я не мог сказать, заработает ли хоть что-нибудь, пока новый проект не был частично завершен. На это потребовалось примерно две недели второго месяца. Я был взволнован, когда новая схема прошла мой первичный тест - в принципе новая конструкция работала. Теперь наступила самая сложная часть работы. Предстояло создать программный шаблон, причём и схема и программный шаблон должны подходить друг к другу. Программный шаблон требовалось создать на основе концепции проекта, а не на основе самого проекта, чтобы избежать повторения каких-либо проектных ошибок. Этот программный шаблон был почти полностью новым, так как новая оценочная функция сильно отличалась от старой. В нём использовались некоторые части из программного шабло-

на для старого чипа, но в основном в качестве базовых блоков. Остаток второго месяца и весь третий я работал примерно по 100 часов в неделю. У меня не было выходных. Каждый день, во время поездки поздно ночью из лаборатории домой, я неоднократно повторял себе: "Я хочу победить". После того как я возвращался домой, то проверял моделирование схемы, чтобы удостовериться, что оно всё ещё работает. Если я просыпался посреди ночи, то проверял моделирование снова и, при необходимости исправлял мой программный шаблон, или ещё что-нибудь, и перезапускал моделирование.

К концу третьего месяца, я получил новую, достаточно проверенную, оценочную функцию. Конечно, это не стало бы возможным без программных средств, оставшихся от старого чипа. Мои амбиции росли. Программный шаблон и аппаратная часть достаточно хорошо сочетались друг с другом, и я больше не просыпался посреди ночи, чтобы проверить некоторые вещи. Так как я шел с опережением графика, то понял, что могу рассмотреть также и возможность реализации каких-либо иных улучшений. Ещё до изготовления первого шахматного чипа Дип Блю, мой первоначальный проект содержал усложненный шахматный генератор ходов, который позволял немедленно "отсекать" заведомо негодные шахматные ходы, что теоретически позволяло поднять эффективную скорость шахматного чипа в три-пять раз. Усложненный генератор ходов, планировавшийся к использованию в первом шахматном чипе Дип Блю, впоследствии был отменён, так как возникли довольно серьёзные затруднения по проверке корректности вычислений. Да и сейчас мне не хватало времени, чтобы сделать планировавшийся ранее оригинальный генератор ходов. Он был слишком сложным. Но я мог сделать что-то среднее по сложности, если буду готов отказаться от обязательного условия "правильности" того, как я отсекаю шахматные ходы. Я нашел схему обрезки, которая меня устроила и, пойдя ещё дальше, создал новый генератор ходов, при этом ничего не сказав остальной части команды и нашему менеджеру. Чтобы подстраховаться, я добавил в новый генератор ходов режим, который позволял ему вести себя так же, как и старый генератор ходов. В конечном итоге, после того как генератор ходов был завершен и проверен, я проинформировал Мюррея и Джо. Они были не в восторге.

Новый генератор ходов, наряду с некоторыми улучшениями в других областях, был разработан и проверен в четвертом месяце. Как только начал приближаться конец четвертого месяца, Мюррею и Джо стало ясно, что мой новый проект уже готов, и мы приняли осознанное решение адаптировать все новые программные разработки к новому проекту. Новая оценочная функция предлагала так много новых мощных признаков, что и Мюррей и Джо решили, что целесообразнее переключиться на новую схему. Преимущества которые она давала, имели решающее значение, даже если бы у нового чипа и проявились какие-либо незначительные проблемы.

Как оказалось, у нас оставалось ещё два месяца, прежде чем проект предстояло передать в VLSI Technology. Я использовал это время для проведения небольших поэтапных изменений.

Между тем, после того как мы приняли решение использовать новую оценочную функцию, Мюррей взял её программный шаблон, добавил графический интерфейс, и создал мощный инструмент анализа. Эта новая часть программного обеспечения, стала большим подспорьем, как в процессе разработки программы, так и в ходе матч-реванша. Примерно в это же время в группу вернулся Джоэл и был ознакомлен с данным инструментом. Очень даже вероятно, что весьма важные признаки оценки, реализованные на новом шахматном чипе, были добавлены именно в результате нашей работы с этим инструментом.

Однажды, когда я возился с одним из новых признаков оценки, который я только что добавил, в мой кабинет зашел очень взволнованный Джо Хоэн. Он сказал: "Тебе стоит на это посмотреть" и повёл меня в кабинет Джоэла. Мюррей уже был там. По-видимому, перед этим Джоэл разговаривал с Мюрреем и Джо о некоторых проблемах случившихся в партии, которую Джоэл только что сыграл с Дип Блю Джуниор. Он видел подобные проблемы и раньше, но не мог точно определить их источник, пока не получил новый аналитический инструмент для оценочной функции.

Дип Блю Джуниор, так же как и большинство других современных шахматных программ, понимал важность расположения ладей на открытых вертикалях, то есть вертикалях, где пешки больше не мешают передвигаться ладьям. Расположенные таким образом, ладьи могут оказывать наиболее сильное влияние на ситуацию на доске. Проблема заключалась в том, что Дип Блю Джуниор, наряду с любыми другими известными мне шахматными программами, в то время не знал, что ладьи можно с выгодой размещать и на вертикалях, которые он пока ещё только имеет возможность "вскрыть" в будущем. То есть там, где есть возможность удалить пешки препятствующие ладьям, обычно путём взятия пешки. В партии, которую Джоэл только что сыграл, Дип Блю Джуниор мог разместить обе свои ладьи на такой потенциально открытой вертикали и косвенным образом оказывать долгосрочное давление. Вместо этого Дип Блю вскрыл вертикаль преждевременно, и лишь затем поместил свои ладьи на ставшую в итоге открытой вертикаль. Но эти действия дали Джоэлу возможность претендовать на открытую вертикаль своими собственными ладьями, которые затем были разменяны на ней. Когда все ладьи покинули доску, позиционное преимущество Дип Блю Джуниор рассеялось как воздух. Джоэл предполагал, что правильный способ игры в данной ситуации, это просто разместить ладьи на потенциально открытой вертикали и ждать подходящего момента, прежде чем её можно будет вскрыть. Аналогичным образом, та же самая концепция обнаруживается и в отношении слонов и диагоналей. Шестая игра первого матча стала ярким примером некорректного обращения Дип Блю со слонами на диагоналях. По-

сле некоторого обсуждения мы пришли к правилам для распознавания соответствующих признаков. В тот же день, я вставил и испытал новые признаки, что было относительно простой модификацией. Эти новые признаки проявили себя в критически важной второй игре матч-реванша 1997 года, когда Дип Блю в результате действий на потенциально открытой вертикали приковал тяжелые фигуры Гарри к его последней горизонтали. Без новых признаков весьма маловероятно, чтобы Дип Блю смог тогда победить. Неплохо для работы на полдня.

В течение последних двух месяцев разработки чипа, в него были добавлены также и другие новые важные признаки оценки. Первый шахматный чип Дип Блю использовал достаточно разностороннюю оценку безопасности короля, но матч 1996 года предоставил немало доказательств того, что над ней всё ещё необходимо дополнительно поработать. В течение последних двух месяцев разработки чипа, с помощью инструмента анализа оценочной функции была проведена массовая переработка логики оценки безопасности короля. Эта переработка положительно повлияла на игру Дип Блю в пятой и шестой партиях матч-реванша. Безусловно, в тот или иной момент она также влияла и на ход других партий, к лучшему или к худшему.

### ***Фантомный ферзь***

В сентябре 1996 года нетлист нового шахматного чипа был выслан в проектную фирму, связанную контрактом с VLSI Technology, для разработки физического проекта. Производство новых чипов началась в конце декабря 1996 года. Печатные платы для новых шахматных чипов разрабатывались параллельно, и стали доступны раньше новых чипов, поступивших к нам в феврале 1997 года, менее чем за три месяца до матча. После долгих переговоров с Гарри, матч-реванш запланировали на май. Времени на подготовку к матч-реваншу оставалось лишь немногим больше, чем на подготовку к первому матчу. Тем не менее, на этот раз программная часть находилась в гораздо лучшем состоянии. Прежде чем мы увидели новые чипы, у нас уже имелось в наличии работоспособное программное обеспечение, основанное на старых чипах, и новая программа оценочной функции, находившаяся в достаточно хорошем состоянии.

Первоначально объединение нового шахматного оборудования с новым программным обеспечением шло гладко, но потом начали появляться проблемы. Джо, который проделал большую часть работы по интеграции программного обеспечения, проводил её последовательно. Он начал с общих элементов старого и нового программного обеспечения, а затем добавлял новые элементы, по одному за раз. В первую очередь он адаптировал старое программное обеспечение к новому шахматному оборудованию, и всё прошло гладко. Затем он упростил программный интерфейс шахматного оборудования, так как новое оборудование позволяло использовать более простой интерфейс. Эта операция также прошла успешно. На следующем этапе Джо

взялся за активацию аппаратного детектора повторений, и здесь он вскоре столкнулся с проблемами.

Возможности программы для проектирования, которую я использовал для моделирования нового шахматного чипа, были несколько ограничены. В идеале, мы хотели бы иметь возможность запускать шахматные программы поверх моделируемого шахматного чипа так, чтобы любые проблемы с объединением шахматной программы с чипом, могли быть обнаружены прежде, чем чипы будут изготовлены. Но здесь перед нами стояло два препятствия. Во-первых, не было простого способа сделать это. Программа для проектирования не имела простых механизмов, которые позволяли бы нам запустить симуляцию шахматного чипа прямо из шахматной программы. Во-вторых, моделируемый шахматный чип работал более чем в миллион раз медленнее реального шахматного чипа, и таким образом симуляция одной минуты работы реального чипа потребовала бы от нас свыше двух лет работы его модели, тогда как промежуток времени между матчами 1996 и 1997 года составлял лишь немногим более одного года. Как правило, выявление всех проблем, связанных с интеграцией в систему, занимало не менее нескольких часов работы реального чипа. Таким образом, новый шахматный чип, прежде чем его представили к производству, никогда по-настоящему не проверялся в такой степени, какая бы меня полностью удовлетворила. Более продвинутые программы для проектирования уже были доступны, но не хватало времени, чтобы перенести на них проект. Кроме того, они стоили больших денег.

Аппаратный детектор повторений был тщательно проверен, или по крайней мере я так думал.

В 1992 году, когда я передал Джо контроль над шахматной программой, я писал шахматную программу определенным образом. Все мои тесты аппаратного детектора повторений базировались на том, каким образом я тогда организовал связь программной части Дип Сот II с шахматным оборудованием. За прошедшие четыре года Джо существенно изменил и улучшил программу. В начале 1996 года только одна часть его новой программы, отвечающая за поиск, выросла до более чем 100 000 строк кода, или примерно в 20 раз больше кода, который я передал ему в 1992 году. Излишне говорить, что Джо организовал доступ к шахматному оборудованию более сложным образом, используя полный набор всех возможных операций. Я моделировал и тестировал аппаратный детектор повторений, основываясь на том, как я сам когда-то писал шахматную программу, но с кодом Джо детектор не работал должным образом. Некоторые из операций чипа, которые не проверялись при моём моделировании, но использовались Джо в его коде, обладали побочным эффектом, передавая аппаратному детектору повторений ложные данные.

Проблема была не фатальной и решение казалось относительно легким. Но только до той поры, пока вы не приступали к написанию кода. Джо модифицировал шахматную программу таким образом, чтобы она использовала уменьшенный набор операций чипа - только те, которые корректно работали

с аппаратным детектором повторений. Это стоило нам примерно недели, но в конце концов Джо заставил код работать.

Однако следующая проблема, которую он обнаружил, не имела лёгких решений. Один из главных вопросов в отношении нового чипа заключался в том, насколько хорошо аппаратные отсеечения поиска будут работать на практике. После того как Джо включил аппаратные отсеечения, первые результаты были довольно обнадеживающими. Появление отсечений ускорило поиск в 5-10 раз, что более или менее соответствовало моим оценкам. Затем Джо обнаружил что-то странное. В одной из позиций которую он проверял, на поле a1 (в левом нижнем углу) внутренней доски чипа, после завершения поиска появился дополнительный белый ферзь. Проблема проявлялась снова и снова, независимо от того, какой использовался чип. Он был почти уверен, что при проектировании логики в каком-то месте я допустил ошибку. Встал насущный вопрос: какую и где?

Джо определил ситуации, где появлялся фантомный ферзь при переборе на три полухода. Это потребовало примерно один день моделирования повторения ошибки. Фантомный ферзь появлялся только тогда, когда в позиции возникала возможность взятия на проходе. Таким образом, это опять было взятие на проходе! Моё нелюбимое шахматное правило снова вернулось, чтобы преследовать меня. При определённых, редких условиях, белый ферзь на a1 или черный ферзь на a8, могли материализоваться прямо из воздуха. Фантомный ферзь однако не появлялся, если мы отключали аппаратные отсеечения поиска.

У нас было три способа решения проблемы фантомного ферзя.

Самый простой заключался в том, чтобы просто отключить аппаратные отсеечения поиска, отказавшись от пяти-десятикратного ускорения. Это подходило в качестве решения проблемы при дефиците времени, если бы требовалось получить что-то работоспособное немедленно.

Второй подход, которому я отдавал предпочтение, не представлялся выполнимым по времени. Это было аппаратное решение. Новый шахматный чип разрабатывался таким образом, чтобы им можно было управлять извне, с FPGA (программируемых пользователем вентиляемых матриц), стоивших около 20 \$. Внешний FPGA мог присматривать за аппаратным поиском и удалять фантомных ферзей, как только они появлялись. Этот подход к тому же давал нам возможность добавлять в FPGA дополнительные признаки оценки, минуя дорогостоящую модернизацию шахматного чипа. Ещё одно преимущество аппаратного подхода заключалось в том, что программное обеспечение по существу практически не менялось. Но до матчеванша оставалось чуть более двух месяцев. Это аппаратное решение требовало новой партии печатных плат, а наш постоянный поставщик печатных плат сообщил, что в лучшем случае смог бы поставить платы за две недели до матчеванша. Две недели - это уже слишком, даже для меня.

Возможно, мы и смогли бы найти новых поставщиков, которые изготовили бы платы быстрее, но это было слишком рискованно.

Третий подход требовал значительного изменения программного обеспечения, и я считал, что нам лучше придерживаться простого решения от первого подхода. Меня не устраивало внесение таких изменений прямо перед матчем. Этот подход был основан на наблюдении, что если после аппаратного поиска на доске появлялся фантомный ферзь, то оценка позиции почти всегда несколько изменялась. Предложение заключалось в том, чтобы перед поиском включать аппаратные отсечения по умолчанию, и если после поиска будут наблюдаться изменения в оценке, то следует удалить фантомного ферзя(ей), отключить аппаратные отсечения, и провести повторный поиск в позиции. Как правило, в повторном поиске нуждалась менее чем одна из десяти позиций выдаваемых шахматным чипом. Таким образом, эффективная скорость составила бы примерно от тридцати до ста процентов расчетной скорости, но всё равно была бы гораздо больше, чем скорость после использования простейшего способа исправления программы. Существовали две проблемы относительно корректности такого подхода. Во-первых, не было никаких гарантий, что когда после аппаратного поиска появится фантомный ферзь, изменения в оценке позиции можно будет отследить. Во-вторых, при определенных условиях фантомный ферзь мог появиться в процессе поиска, но затем утерян до завершения поиска, приводя тем самым к ложным результатам поиска, но без каких-либо признаков ошибки. Другими словами, если бы был принят третий подход, то из-за проблем с фантомным ферзем, поиску нельзя было бы полностью доверять. Это была интеллектуально интересная задача, и вероятно поэтому Джо всё же решил потратить около месяца, чтобы справиться с ней.

После проблемы с фантомным ферзем никаких других аппаратных ошибок больше обнаружено не было. Проблема обошлась нам приблизительно в месяц времени Джо, и в результате вероятно сделала программу менее стабильной. Последняя известная ошибка программного обеспечения, вызванная проблемой фантомного ферзя, была зафиксирована за две недели до матч-реванша 1997 года. В конце концов всё обошлось, но какое-то время наши перспективы выглядели не слишком радужно.

### ***Качество важнее количества***

Во время матча 1996 года, Гарри поздравил нашу команду с достижением успеха в "преобразовании количества в качество". В то время он не понимал, что Дип Блю никогда не ограничивался только количеством. В частности в третьей игре, закончившейся вничью, явно проявили себя некоторые из новых признаков оценки шахматного чипа. Некоторые из "нечеловеческих" ходов были вовсе не результатом глубоких поисков, а следствием оценки Дип Блю ладьи Гарри, как приближавшейся к ловушке.

Основной акцент в нашей подготовке к матч-реваншу 1997 года сводился к улучшению качества шахматных знаний Дип Блю. В этот раз мы хотели, отдать приоритет качеству перед количеством.

Создание нового шахматного чипа было только первым шагом в нашем стремлении к качеству.

К началу матча 1996 года, Дип Блю как таковой существовал только две недели. Это был ребенок. Конечно это был очень сильный и очень талантливый ребенок; в противном случае он пожалуй не смог бы победить Гарри в своей первой игре. Но результат матча 1996 года также совершенно отчетливо показывал, что ребенка следует обучить способам вести дела. В сентябре 1996 года стало ясно, что матч-реванш состоится, и Джоэл Бенджамин был приглашен обратно в исследовательский центр IBM, чтобы стать директором [шахматной школы](#), но только с одним единственным учеником, а именно с Дип Блю. (На самом деле, большую часть времени учеником фактически был Дип Блю Джуниор, поскольку мы не обладали полным доступом к суперкомпьютеру IBM RS6000 SP, на котором запускался Дип Блю.)

Типичный школьный день начинался игрой Джоэла с Дип Блю Джуниор в стиле "беру ходы назад"; иногда игра продолжалась и в начале второй половины дня. Дип Блю Джуниор вероятно даже в первое время уже играл в силу супергроссмейстера (международный рейтинг 2600 и выше), так что Джоэл позволял себе брать ходы обратно, когда его позиция начинала выглядеть плохо. Неоднократно возвращаясь назад, к позициям где у него ещё имелись шансы, он нашел много положений, которые вызывали у Дип Блю Джуниор серьезные проблемы. После шахматных сессий в стиле "беру назад", он сообщал нам о допущенных Дип Блю Джуниор ошибках. В таком случае, мы либо вносили изменения в Дип Блю Джуниор, или же, в некоторых случаях, удостоверяться что проблемы решены в новом шахматном чипе. На следующий день, весь процесс повторялся заново, и как правило Джоэла ожидало несколько сюрпризов. Только что улучшенный Дип Блю Джуниор часто выдавал такие ходы, которые он не сделал бы в предыдущий день.

Большинство этих ежедневных изменений касались его оценочной функции.

До этого момента, команда Дип Блю действовала в качестве тройки, где каждый участник отвечал за отдельную область знаний. Мюррей отвечал за оценочную функцию и дебютную книгу, на Джо была вся остальная часть главной программы, в том числе очень сложный код параллельного поиска, а я отвечал за аппаратную часть и тестовые программы. Команда формировалась так, чтобы ни один человек не играл роль лидера команды, и все были равны. Как правило, каждый из нас ограничивался своей областью знаний. Однако в двух случаях мы объединялись, чтобы оказать по-

мощь тому из нас, кто в ней нуждался. В первый раз это произошло, когда первый шахматный чип Дип Блю был близок к завершению. Чтобы помочь мне, к делу подключились Мюррей и Джо. Сейчас же, когда неослабевающим потоком поступали выявляемые Джоэлом проблемы с оценкой, а также вследствие необходимости закончить новую оценочную функцию, Мюррей не мог справиться со всей работой своими силами. Поскольку я всё ещё проводил большую часть своего времени над новым шахматным чипом, то столь необходимую Мюррею помощь обеспечил Джо. Мюррей и Джо очень хорошо дополнили друг друга.

Мюррей и Джо использовали совершенно разные стили программирования. Прежде чем писать программу Мюррей любил всё обдумать. Это означало, что он как правило добивался устойчивого, но медленного прогресса. Этот факт, в сочетании с тем ограниченным временем, которое находилось в нашем распоряжении, стал причиной того, почему во время матча 1996 года использовалось только около одной трети аппаратных признаков оценки. В свою очередь Джо больше был экспериментатором. Он мог написать код очень быстро, опробовать его, и оценить как тот работает. Со всеми этими новыми признаками оценки, вдруг ставшими доступными, Мюррей просто потонул в таком многообразии. Джо взял на себя работу по написанию кода оценочной функции для новых признаков, и как результат, новый материал поверх того, что уже написал Мюррей, начал быстро прибывать. Как шахматист Джо был гораздо слабее Мюррея, но те веса оценок, которые он поместил в код, оказались достаточно хорошими. Работа Мюррея с оценочной функцией свелась больше к тонкой настройке, чем к кодированию. В результате мы получили сочетание скорости Джо и вдумчивого подхода Мюррея.

К тому моменту, когда новые шахматные чипы поступили из VLSI Technology, у нас уже была на руках достаточно хорошая оценочная функция. И хотя, даже в конце матч-реванша, не все признаки оценки полноценно использовались, тем не менее оценочная функция находилась в гораздо лучшей форме, чем во время матча 1996 года. Первые несколько игр новой программы использующей новый шахматный чип, Мюррей провел против двух лучших коммерческих программ для персонального компьютера. На тот момент новая программа использовала только один шахматный чип, работающий на пониженной тактовой частоте. Кроме того, в связи с проблемой фантомного ферзя в поиске было отключено аппаратное отсечение, только этим фактором замедляя новую программу в пять-десять раз. Таким образом "Мини" Дип Блю Джуниор, реально работал на скорости всего лишь от 100 000 до 300 000 позиций в секунду, то есть примерно с такой же скоростью поиска, как и у быстрееших коммерческих шахматных программ запущенных, ну скажем, на наилучшем персональном компьютере на базе процессора Пентиум Про. Наиболее существенное отличие между програм-

мами заключалось в оценочной функции, то есть в шахматных знаниях помещенных в программу или, как в случае "Мини" Дип Блю Джуниор, знаниях заключенных в шахматном оборудовании.

Первые нескольких партий с "Мини" Дип Блю Джуниор Мюррей сыграл, никому не сказав. Как-то раз он упомянул, что провёл несколько игр против лучших коммерческих шахматных программ и предложил мне угадать исход. Учитывая, что по факту Мини не обладал преимуществом в скорости поиска, а также то, что новая оценочная функция всё ещё была не настроена, я ответил: "Примерно 50 на 50". И тут Мюррей бросил бомбу - Мини выиграл все игры. Я захотел увидеть доказательства. Мюррей по памяти продемонстрировал мне фрагменты игр. Причины доминирования Мини стали очевидны. В своём стремлении улучшить шахматные знания Дип Блю мы создали нечто, находившееся далеко за пределами того, что было реализовано в коммерческих шахматных программах. В каждом фрагменте игры, который я увидел, совершенно очевидно проявлялся относительно недостаточный уровень шахматных знаний коммерческих программ, и я могу совершенно точно сказать, что аппаратные признаки оценки сыграли свою роль в каждой партии.

Впоследствии Мюррей провёл ещё несколько игр. Мини продолжал выигрывать. В одиннадцатой игре Мюррей решил дать одной из коммерческих программ больше времени, в соотношении два к одному. Мини проиграл. Относительная тактическая сила другой программы стала слишком большой, чтобы быть скомпенсированной более точной оценочной функцией Мини. Вскоре после этого Джо закончил первую версию нового программного обеспечения Дип Блю Джуниор, которое могло использовать уже несколько шахматных чипов. Мы решили, что самое время новому Дип Блю Джуниор посетить "Превосходную Маленькую Шахматную Школу" гроссмейстера Джоэла. К тому моменту, когда Мюррей прекратил игры против коммерческих шахматных программ, рекордный результат 10-0 (за исключением игры с гандикапом по времени) показанный Мини, означал что с достоверностью примерно девяносто пять процентов, в игре компьютер против компьютера, Мини был по меньшей мере на 200 очков рейтинга сильнее, чем лучшие коммерческие шахматные программы.

В начале февраля, примерно в то же самое время когда мы получили новые шахматные чипы, информационный отдел исследовательского центра IBM запустил процесс медиа-подготовки к матч-реваншу. В конце февраля, одним из начальных мероприятий этой кампании стала первая игра между старым и новым Дип Блю Джуниор.

Свидетелями неформального частного матча между старой и новой версиями машины, состоявшего из одной игры, стали журналисты из программы ABC "Nightline" и журнала "Тайм". Мы конечно ожидали, что новая версия победит, но не могли ничего гарантировать. В конце концов, мы

только-только получили работоспособную версию новой программы. Игра началась примерно на равных, но затем новый Дип Блю Джуниор приступил к чему-то, что выглядело как перспективная атака. Старый Дип Блю Джуниор оставался равнодушен, а фактически, даже довольно оптимистично оценивал свои шансы. Новый Дип Блю Джуниор тоже был настроен оптимистично. Они не могли быть правы оба. Затем, внезапно, новый Дип Блю Джуниор увидел выигрыш материала. Старая версия всё ещё считала позицию примерно равной, что определено было не так. Она сделала ход, не ожидавшийся новой версией. Теперь всё было кончено; новая версия объявила, что выигрывает слишком много материала. После хода новой программы, старая программа также увидела свою гибель. Игра продолжалась всего лишь около двадцати ходов. Все были поражены. Я бы не поверил, что какое-либо иное, играющее в шахматы существо, смогло бы сотворить подобное со старым Дип Блю Джуниор. Вся наша работа над чипом по улучшению оценки безопасности короля, и вся работа с новой программой по использованию аппаратных признаков оценки окупилась сторицей. Журналист из Тайм отметил, что ходы сделанные новым Дип Блю Джуниор обладали явными человеческими чертами. Гарри придётся играть с программой, сильно отличающейся от той, с которой он играл в 1996 году.

Таким образом, новая программа намного превосходила другие компьютерные программы, в том числе и старую версию Дип Блю. Это был хороший знак, но один вопрос оставался без ответа. Насколько силен новый Дип Блю в отношении гроссмейстеров-людей?

Гроссмейстер Мигель Ильескас был яркой шахматной звездой из Испании. В последние лет десять Испания стала одной из ведущих шахматных держав. В испанском Линаресе ежегодно проводился самый сильный шахматный турнир в мире, одним из частых участников которого был и Мигель. Вследствие этого, он достаточно хорошо знал ведущих шахматистов. Наши первые контакты с Мигелем состоялись в 1995 году, когда Дип Сот II проиграл ему матч из двух партий. Мы пригласили его помочь с дебютной подготовкой к матчу 1996 года, и он сделал это удаленно, из Испании. Для матч-реванша, у Мигеля оставался двухнедельный отрезок свободного времени в марте 1997 года, во время которого он мог бы приехать в Соединенные Штаты. Мы воспользовались этой возможностью и пригласили его к себе.

Мигель провел две недели, работая с Джоэлом над дебютной подготовкой. Время от времени он играл с Дип Блю Джуниор лёгкие партии и проиграл большую часть из них. Это был ещё один хороший знак, но к неофициальным играм нельзя было относиться слишком серьёзно.

Джоэл и Мигель очень хорошо поработали вместе. Джоэл обладал глубокими знаниями о поведении Дип Блю, в то время как Мигель находился в высшем эшелоне шахмат. Когда у Джоэла возникали какие-нибудь сложные

проблемы с дебютом, то Мигель порой вспоминал, как те же самые проблемы обсуждали между собой ведущие игроки. Когда Мигель задавал вопросы о Дип Блю, Джоэл мог отвечать ему на понятном для любого гроссмейстера шахматном языке.

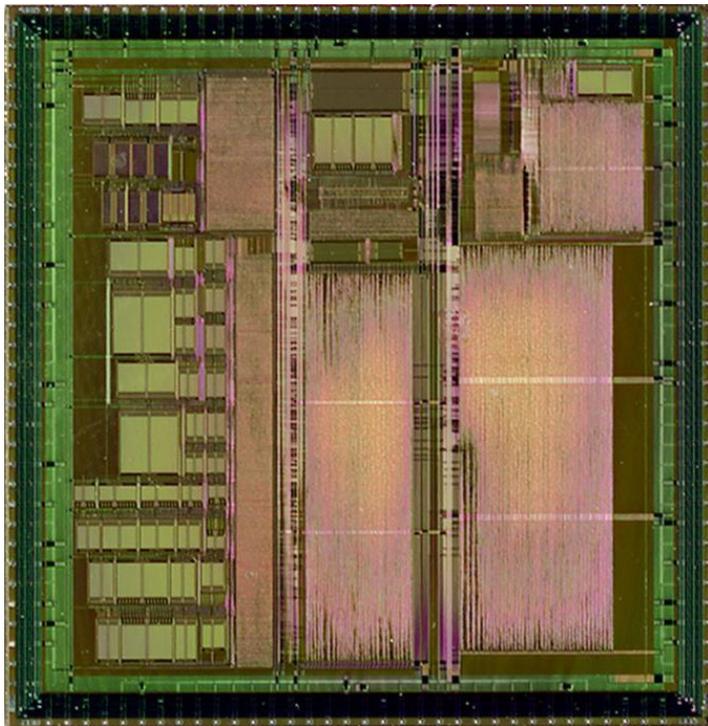
После визита Мигеля, мы пригласили гроссмейстеров Ника Де Фирмиана и Джона Федоровича, чтобы помочь с определенными дебютными системами, которые Дип Блю мог использовать во время матча. До начала матч-реванша мы держали все эти контакты в строжайшем секрете, чтобы избежать сигналов для Гарри о том, какие дебюты мог бы сыграть Дип Блю, и не дать тем самым ему опасное преимущество. Нет никакого смысла готовиться в течение года, кропотливо улучшая программу, только чтобы принять смерть от прославленной домашней дебютной подготовки Гарри. В матче мы собирались играть с Гарри, а не с его домашней подготовкой. Так же как и Мигель, Ник и Джон играли лёгкие партии против Дип Блю Джуниор и проигрывали большинство из них. Снова хороший знак. Но чтобы быть уверенными, нам необходимо было сыграть в серьезных тренировочных матчах против других гроссмейстеров.

Мы запланировали два тренировочных матча с участием Дип Блю Джуниор на апрель 1997 года. Первый матч игрался против гроссмейстера Ларри Кристиансена, а второй против гроссмейстера Майкла Роде. Каждый из них обладал большим опытом игры против компьютеров.

И Джон, и Ник, оба с нетерпением ожидали возможности лично увидеть тренировочные матчи. "Хотел бы я посмотреть на их мучения" - говорил Джон. Ларри и Майкл были его близкими друзьями. Во избежание любых возможных утечек информации об их участии в подготовке перед матч-реваншем, было решено, что они будут играть на дому.

Каждый тренировочный матч состоял из двух партий. Ларри играл в первом из этих матчей. В первой партии Дип Блю Джуниор создал перспективную позицию, но потом вдруг, без каких-либо видимых причин, отдал пешку. Выяснилось что это была программная ошибка, приводившая к выбору случайного хода. Получился своеобразный привет от первых официальных партий ЧипТест, когда тот делал первый попавшийся ход, поступавший из генератора ходов, не разбираясь, хороший он или плохой. Ошибка Дип Блю Джуниор была связана с организацией контроля времени. Эта ошибка была привнесена сравнительно недавно, и некоторое время Джо уже пытался её отследить. Он думал, что ошибка устранена, но она по-видимому всё ещё где-то скрывалась. Позиция Дип Блю выглядела безнадежной, но тот каким-то образом на скорую руку организовал немного тактической магии и вынудил ничью повторением позиции. До начала следующей игры Джо обнаружил и устранил ошибку. Дип Блю Джуниор выиграл вторую игру, а вместе с ней и матч со счетом 1,5 на 0,5. В матче против Майкла, который Дип Блю Джуниор тоже выиграл со счетом 1,5 на 0,5, ошибка себя не проявила.

Условный промежуточный рейтинг Дип Блю Джуниор, показанный им в условиях нормального контроля времени в играх против обоих гроссмейстеров, превысил 2700 пунктов, и оказался таким образом на расстоянии примерно в 50 рейтинговых очков от рейтинга Гарри Каспарова. Конечно было сыграно слишком мало партий, чтобы воспринимать этот рейтинг всерьёз, но ведь большой Дип Блю будет в пять-десять раз быстрее чем Дип Блю Джуниор, и возможно на 100-200 рейтинговых очков сильнее. Даже если он всё ещё будет не сильнее Гарри, то по крайней мере расположится где-то рядом.



**Чип Дип Блю II использовавшийся в последнем матче, в 1997 году.**



## *Святой Грааль*

### *Щель в доспехах*

В преддверии матч-реванша 1997 года, мы ощущали совершенно иную атмосферу, чем раньше. Мы чувствовали, что у нас есть хорошие шансы. Гарри Каспаров был силён, но он не был непобедим, а создание Дип Блю уже близилось к завершению. Мы стабильно и быстро продвигались вперёд. Наша собственная оценка прямо перед матчем сводилась к тому, что даже если Дип Блю и не сильнее Гарри, то по крайней мере достаточно близок по силе, и тот не сможет выиграть с перевесом более чем в одну победу. С другой стороны, он был достаточно силён, и мы сильно сомневались, что с перевесом более чем в одну победу сможем выиграть мы. Существовала также достаточно большая вероятность, что матч закончится вничью. С нашей точки зрения, это стало бы вполне достойным результатом. Если бы у нас оставалось, скажем, ещё шесть месяцев на подготовку, и при этом мы смогли бы поддерживать такой же темп улучшений, то это позволило бы надеяться, что Дип Блю сможет выиграть матч с перевесом более чем в одну победу. Но, конечно же, у нас не было дополнительных шести месяцев. Как бы то ни было, казалось что новый Дип Блю может быть достаточно хорош и так.

Публично мы не озвучивали никакой информации, пока не осталось около трёх месяцев до матча. Новые шахматные чипы продолжали держаться в секрете, и поскольку мы не были абсолютно уверены, что они будут работоспособны, то об их существовании стало публично известно, только когда матч был уже в самом разгаре. У нас имелся запасной план по возвращению на старые шахматные чипы, если перед матчем мы обнаружим что-то непоправимое.

Тем временем Гарри по-видимому начал нервничать. В конце февраля 1997 года, у него брал интервью Майкл Кранц, тот самый репортер из журнала Тайм, который присутствовал на матче из одной игры, между

двумя версиями Дип Блю Джуниор. Майкл упомянул при Гарри, что видел игру, и был весьма впечатлен ходами новой программы, обладавшими человекоподобными качествами. Это сильно взволновало Гарри. Сначала он попросил у Майкла запись игры. Когда тот ответил, что у него её нет, Гарри спросил, помнит ли он, какой игрался дебют. Гарри был очень разочарован когда узнал, что Майкл понятия не имеет, как назывался дебют<sup>1</sup>. В то время Гарри не догадывался, что у ABC Nightline была полная видеозапись игры, и к тому же фрагменты игры транслировались ранее в эфире. Узнал ли когда-нибудь Гарри о видеозаписи ABC Nightline? Я не знаю. Но если такое и произошло, то он мог понять, что ему и в самом деле есть о чем беспокоиться.

Вскоре после этого интервью Гарри, мы получили по электронной почте письмо от Фредерика Фриделя, где он спрашивал - можно ли ему посетить исследовательский центр IBM вместе с репортёром из Германии. Мы находились в дружественных отношениях с Фредериком, но были обеспокоены тем, что у него могла быть и побочная миссия по зондированию информации, имеющей отношение к предметной подготовке Гарри. Нам предстояло быть очень вежливыми, но бдительными, чтобы не дать Гарри преимущество. Фредерик посетил лабораторию в начале марта 1997 года, и всё прошло хорошо, и визит и интервью. В конце своего визита Фредерик сделал необычное замечание: "Гарри может легко победить, если будет играть в антикомпьютерные шахматы. Но он никогда не сделает этого". Играя в антикомпьютерные шахматы, человек умышленно делает заведомо неоптимальные ходы, чтобы получить позиции, которые он считает трудными для компьютера. В этом смысле, в матче 1996 года Гарри уже играл в антикомпьютерные шахматы. Мы особо не задумывались над комментарием Фредерика. Мы уже провели обширную подготовку для противодействия возможному использованию антикомпьютерных шахмат. Мы понятия не имели, до какой степени Гарри будет следовать этой стратегии в предстоящем матче. Не стал сюрпризом и один из вопросов Фредерика звучавший так - рассчитываем ли мы на то, что Дип Блю сможет выиграть матч. Он выглядел не слишком довольным, когда мы дали ему откровенный ответ, что Дип Блю имеет вполне реальные шансы на победу. Я не сказал ему, что считаю что шансы Дип Блю на как минимум ничью в матче, превышают пятьдесят процентов.

По мере приближения матч-реванша, Гарри через своих агентов начал обращаться к нам с различными просьбами, которые либо касались вопросов, которые не были обозначены в уже подписанном контракте на матч, либо противоречили ему. Некоторые из запросов Гарри были вполне разумны, но вот некоторые не слишком.

<sup>1</sup> Для любопытствующих - дебютом, разыгранном в этой партии был вариант Тарраша в ферзевом гамбите.

Один из запросов касался разрешения использовать новые шахматные часы, разработанные на заказ, на основе запросов Гарри, фирмой "Audemars Piguet" - швейцарским производителем часов с которым Гарри был связан рекламным контрактом. Другой запрос, связанный с новыми шахматными часами, заключался в использовании совершенно нового, нестандартного контроля времени, который недавно придумал Гарри. Однако в контракте на матч уже было указано, что использоваться будет такой же контроль времени, как и в матче на первенство мира 1995 года между Каспаровым и Анандом. В конечном итоге использование новых часов Гарри было одобрено, а его новый контроль времени нет. Этот контроль времени был чрезвычайно сложным, и даже новые часы не работали с ним. Ещё важнее было то, что даже если бы часы Гарри и могли использовать его новый контроль времени, то у команды Дип Блю не оставалось ни времени ни сил, на изменение программы таким образом, чтобы выполнить его запоздалый запрос.

Гарри не занимался своими запросами сам, а потому он не тратил на них свою энергию и время. Но если бы согласились на них мы, то чтобы закодировать новый контроль времени и провести обширное тестирование, нам пришлось бы потратить драгоценное время, которого у нас по сути и не оставалось. Это могло стоить нам нескольких недель подготовки. Не забывайте, что на подготовку нового Дип Блю к матч-реваншу у нас оставалось менее 12-ти недель. Из уважения, мы потратили некоторое время на изучение новых шахматных часов и документа по новому контролю времени. Мнение команды сводилось к тому, что нет никакой возможности для нас, одновременно и запрограммировать новый контроль времени, и закончить подготовку к матчу вовремя. Тем не менее, Джорджа Пола из исследовательского центра IBM попросили оценить новые шахматные часы и посмотреть, нельзя ли каким-либо образом удовлетворить обе просьбы Гарри. Мы вздохнули с облегчением когда, потратив день на изучение часов, он сообщил, что у них хватает проблем даже с использованием обычного контроля времени. После отчёта Джорджа, в Audemars Piguet отрегулировали часы к матч-реваншу по стандартному контролю времени.

В начале переговоров по контракту на матч-реванш было решено, что если Гарри предложит ничью, то оператору разрешат сообщить Дип Блю о предложении. Если команда решит отказаться от ничейного предложения, тогда Дип Блю сообщат, что предложение о ничьей отклонено. Цель этого правила заключалась в том, чтобы не допустить повторения ситуации из матча 1996 года, когда Майк Вэльво вынудил команду Дип Блю принять опрометчивое решение, после того как Дип Блю уже определился со следующим ходом, не зная что в настоящее время обсуждается предложение о ничьей. Кроме того, наша обеспокоенность возможностью отменять решение Дип Блю, и принимать решение по предложению ничьи, была же-

стом уважения к игроку-человеку. В шахматах слишком много исключений, и нет возможности запрограммировать компьютер так, чтобы он всегда в каждом конкретном случае мог понять, что позиция ничейна. Без возможности для программистов не принимать во внимание решения машины, их живые оппоненты будут вынуждены напрасно доигрывать ничейные окончания, что не послужит никакой полезной цели, кроме их утомления. По приближении сроков матч-реванша, Гарри пересмотрел своё решение, и прежде чем согласиться на новое правило, хотел бы добавить ещё одно правило, исходя из которого команде Дип Блю не будет позволено при обсуждении предложения ничьи видеть, как Дип Блю оценивает позицию. Это было уже чересчур, так как нам тогда придётся проводить обсуждение, без какого-либо отклика от Дип Блю. В конце концов, матч то играется между Гарри и Дип Блю. Что если Дип Блю найдёт блестящую победу, которую не видит ни один человек? В итоге вопрос об изменении матчевых правил касающихся предложения ничьи, так и не был разрешён ни к чьему удовлетворению. Внутри своей команды мы приняли простое решение, что не примем никакого ничейного предложения в неясной позиции. Во время матч-реванша Гарри не предлагал ничью в неясных позициях, и таким образом этот вопрос ни разу не поднимался.

Со времён нашей первой игры на турнире АСМ в 1986 году ЧипТест и его преемники публично сыграли более ста официальных турнирных или матчевых игр, и Гарри имел, или мог получить, доступ к каждой из них. Контракт на матч в явном виде обязывал команду Дип Блю предоставить по его запросу записи всех наших публичных турнирных игр. Записи наших игр были легкодоступны, так как мы находились на вершине "пищевой пирамиды" компьютерных шахмат, и наши игры всегда тщательно изучались. Но, насколько я помню, Гарри так ни разу и не потрудился попросить записи игр. Это однако не помешало ему неоднократно жаловаться, что у него не было доступа *ни к одной* из игр Дип Блю. Правда он не имел доступа к партиям сыгранным новейшей версией программы, но ведь обычно он не имел доступа и к партиям сыгранным, скажем так, "новым и улучшенным" Анандом в течение нескольких месяцев подготовки того к их матчу за звание чемпиона мира. Можно конечно утверждать, что новая версия программы сильно отличается от старой, так что Гарри должен был получить шанс для её изучения. Это ошибочный аргумент. Новая версия значительно отличалась только потому, что мы проделали огромный объем работы с ней, подобно той которую проделали и сами Ананд с Гарри. Справедливо ли принуждать Ананда к передаче образцов своих игр Гарри, только потому, что на протяжении шести месяцев подготовки тот самосовершенствовался? Если бы Гарри попросил Ананда, передать ему для изучения некоторые из его игр, то любой разумный человек счел бы его просьбу смешной. Почему он должен быть единственным, кто обладает секретным оружием к матчу?

Мы хотели справедливости, а передача Гарри игр из нашей предметной подготовки могла бы поставить нас в весьма невыгодное положение. Во второй игре выставочного матча между Гарри и Дип Сот в 1989 году, он пустил в ход новый дебютный вариант большой разрушительной силы, вследствие чего разбил Дип Сот ещё в дебюте. Когда Дип Сот приступил к самостоятельным расчетам вне своей дебютной книги, то фактически имел уже мертвую позицию. Если Гарри будет иметь некоторое представление о том, какие дебюты может разыграть Дип Блю, то кто может утверждать, что эта история не повторится? Мы хотели играть с чемпионом мира, а не с его домашней подготовкой к нашим дебютам. Могли ли мы всё же формально передать ему несколько записей игр? Теоретически, да. Но это могло бы привести к некоторым серьезным осложнениям. Если бы он не смог воспользоваться записями игр, то нас могли бы обвинить в намерении ввести его в заблуждение. Если бы он смог воспользоваться записями игр, то для того чтобы оказаться в матче в равных условиях, нам пришлось бы внести существенные изменения в дебютные книги, изменить программу, и возможно даже создать новую машину (такую которая смогла бы хорошо разыгрывать новые дебюты)<sup>2</sup>. После чего Гарри попросил бы новые игры. Возвращаемся на круги своя.

Гарри озвучивал подобные жалобы и в ходе матча 1996 года, но тогда они были не так интенсивны. Почему же он всё ещё жаловался, даже теперь, когда уже дважды сыграл с Дип Сот и шесть раз с Дип Блю, что не имеет для изучения *ни одной* игры Дип Блю? Одна из вероятных причин заключалась в том, что возможно он считал, что имеет право получить для изучения новые игры, даже если подобное и было несправедливо в отношении игрока-человека. Существует и ещё один возможный вариант. Во время посещения Фредериком Фриделем исследовательского центра ИВМ, тот сделал интересное замечание, которое может немного прояснить ситуацию. Перед матч-реваншем 1997 года Гарри достиг большого успеха в шахматных турнирах высшего уровня, играя против других лучших игроков, и казалось находился на пике своей карьеры. Один из секретов этих больших успехов, по словам Фредерика, заключался в том что он пересмотрел весь свой дебютный репертуар с помощью коммерческих шахматных программ. Эти программы использовались, для указания на потенциальные проблемы в его репертуаре, и поиска новых ходов, неожиданных для его оппонентов. Дип Блю был гораздо более мощной шахмат-

<sup>2</sup> Для хорошей игры в некоторых дебютах, возможно потребовалось бы включить в программу шахматной оценочной функции распознавание определенных позиционных особенностей, которые не распознавали никакие другие шахматные программы, в том числе и Дип Блю. В данном случае, чтобы машина могла хорошо разыгрывать эти дебюты, необходимо было дообавить новые аппаратные средства, или по крайней мере новые программные средства.

ной машиной, чем любая из доступных Гарри программ. Если он, используя коммерческие шахматные программы в своей дебютной подготовке, смог достигнуть столь большого эффекта, то группа гроссмейстеров работая сообща и используя помощь Дип Блю, несомненно смогла бы предъявить несколько впечатляющих дебютных сюрпризов. Неужели Гарри, будучи одним из величайших дебютных теоретиков в шахматах, и в самом деле боялся *нашей домашней* дебютной подготовки?

Проблемы Гарри по ходу матч-реванша выходят за рамки только общей нервозности. Для того, кто нервничает по поводу своих шансов он, как ни странно, чрезвычайно недооценивал силу Дип Блю. На предматчевой пресс-конференции, репортер спросил его, как он думает, в какую силу играет Дип Блю в сравнении с коммерческими шахматными программами. Гарри ответил, что ожидает, что Дип Блю выиграет восемь из десяти игр против лучших коммерческих шахматных программ. Основываясь на имеющихся у нас экспериментальных данных, выиграть по меньшей мере восемь из десяти игр против лучших коммерческих программ вероятно смог бы и "Мини" Дип Блю Джуниор, который был примерно в тысячу раз медленнее Дип Блю. Даже десятикратная разница в скорости между двумя идентичными программами как правило даёт перевес в соотношении 8 к 2, а мы в данном случае говорим о базовой программе, которая уже способна выиграть восемь из десяти игр, а уж когда она ускорена в тысячу раз... Когда я услышал заявление Гарри, то сказал себе: "Парень, а ведь Каспаров будет немало удивлен".

Перед матчем 1996 года Гарри выглядел неприкасаемым, и в конце матча 1996 года он тоже был неприкасаемым. Однако перед матчем 1997 года, в его броне уже появились щели. Мне нравились наши шансы.

### ***Подготовка места игры***

Матч-реванш должен был состояться на острове Манхэттен в Нью-Йорке, примерно в полчасе езды от нашей лаборатории. Теоретически, мы могли бы приезжать туда из своих домов, но большинство из нас предпочло на протяжении всего матча оставаться в Манхэттене. Джоэл проживал в нижнем Манхэттене, но тоже решил остановиться с нами, в отеле "Микеланджело". Этот отель находился в верхнем Манхэттене, всего лишь через дорогу от места проведения матча - небоскрёба "Equitable Building". Мигель, прибывший перед самым матчем из Испании вместе со своей женой, также остановился в "Микеланджело". Мигель, Ник и Джон работали в пресс-центре в качестве гроссмейстеров-комментаторов для журналистов. Мигель также выступал в качестве нашего помощника, когда во время игры Джоэл покидал нас, чтобы дать интервью журналистам. У Ника и Джона было меньше обязанностей и, будучи жителями Нью-Йорка, они каждый вечер возвращались домой. К сессиям дебютной под-

готовки между играми привлекались все гроссмейстеры. В отеле "Микеланджело" IBM создала зону обслуживания клиентов, передавая туда видеосигнал с места матча. IBM предлагала клиентам возможность наблюдать игры и живые комментарии в комфортной и непринужденной обстановке. Еда и вино подавались бесперебойно. Ник и Джон, оба ценители хорошего вина, не раз были замечены в зоне обслуживания клиентов. После матча Гарри сделал странное заявление, что они играли за Дип Блю из отеля "Микеланджело". Однако Ник и Джон находились там только чтобы насладиться едой и вином, заботясь о своих собственных гастрономических удовольствиях, и общаясь с клиентами IBM.

Решение о проведении матч-реванша в Нью-Йорке, изначально создало несколько сложных проблем. Переговоры о матче начались более года назад, но уже тогда было довольно трудно найти место подходящего размера, которое имело бы отвечающее нашим запросам оборудование, и подходящий свободный промежуток времени. Сперва как место матча был заявлен отель "Миллениум", но после анонсирования матч-реванша, отель сообщил, что на последний уик-энд матч-реванша заказана свадебная церемония, и захотел от IBM дополнительную плату за её перенос. Так получилось, что генеральный директор IBM Лу Герстнер обычно проводил встречи биржевых аналитиков в "Equitable Building" и целый ряд сотрудников IBM были хорошо знакомы с этим местом. "Equitable Building", штаб-квартира "Equitable Insurance", представлял собой современное здание, где уже имелись все сети необходимые для организации видеосвязи между этажами. После тщательной проверки, новое место было определено как наиболее подходящее, и бронирование отеля "Миллениум" было отменено. Интересно, что почувствовали менеджеры отеля "Миллениум", когда после начала матча-реванша увидели грандиозную рекламу, полученную новым местом проведения матча?

"Equitable Building" был внушительным небоскребом, как и подобает штаб-квартире крупной корпорации, подобной "Equitable Insurance". Рядом находился район театров на Бродвее, и на время одного из дней отдыха команде IBM, проводившей своё собственное внебродвейское шахматное шоу, были предоставлены билеты. Однако никто из команды Дип Блю не пошел на шоу. Джо, Мюррей и я, общим счётом отработали над проектом на протяжении почти трёх десятилетий, а потому в ходе матча намеревались держать руку на пульсе. Бродвейские шоу могли немного подождать.

В пределах пешей доступности от нас находился Рокфеллер-центр. В субботу утром, перед пятой игрой, некоторые предприимчивые сотрудники IBM во главе с Мэттом Тоеннесом, перетащили модель Дип Блю "в натуральную величину", которая обычно находилась на сцене в зрительном зале матча, на улицу, к месту рядом с прямой трансляцией передачи

"Сегодня" на канале NBC в Рокфеллер-центре. Ведущие "Сегодня" были весьма удивлены, обнаружив большой черный ящик за своим окном.

Главный вход "Equitable Building" находился на Седьмой авеню. Пройдя через главный вход, зрители попадали в величественный мраморный вестибюль высотой в три этажа с естественным освещением, поступающим через стеклянный потолок. Непосредственно перед ними на дальней стене находилась гигантская картина Роя Лихтенштейна. Из соображений безопасности, после взрывов в Оклахома-Сити и Всемирном Торговом Центре, зрителей просили пройти через металлоискатели и подвергнуться проверке службой безопасности. Затем они должны были спуститься до 480-местной аудитории, которая служила в качестве зала для комментариев. Для широкой публики были доступны не все места - некоторое количество билетов было зарезервировано за IBM, АСМ и Гарри. Часть билетов IBM передала шахматной федерации Соединенных Штатов, для их гостей, а большинство других пошло удачливым школьникам. Некоторое количество билетов IBM было зарезервировано для приглашенных клиентов, которые хотели лично присутствовать в зрительном зале. Допускались в зал и журналисты, но только до тех пор, пока число людей не превышало норм пожарной безопасности.

В передней части зала, на трёх гигантских проекционных экранах в прямом эфире транслировалось изображение шахматной доски, игровая комната и доска компьютерного анализа, использовавшаяся комментаторами. Проекционное оборудование безвозмездно предоставила "AmPro" - компания, которая оказывала ту же услугу в Филадельфии. Вначале переговоры велись с компанией "Matsushita". Если бы переговоры прошли успешно, то вместо проекционных экранов можно было бы использовать видеостены, и видеотрансляцию матча в реальном времени показали бы на гигантском телевизионном экране "Panasonic/NBC" на Таймс-сквер. Однако в "Matsushita" произошли некоторые кадровые изменения, и переговоры были прерваны.

Ниже проекционных экранов, на правой стороне сцены, стояла модель одной стойки суперкомпьютера RS/6000 SP "в натуральную величину". Стойка представляла собой ящик размером с холодильник, более шести футов в высоту - там без проблем мог бы поместиться даже сам Гарри Каспаров. В настоящей стойке можно было разместить до 16-ти рабочих станций RS/6000. Стойка на сцене, на самом деле была простой деревянной коробкой, всего лишь моделью реальной машины. После матча эта деревянная модель на чартерном самолёте отправилась в Калифорнию, для съёмок телевизионной рекламы.

Майк Вэльво, арбитр матча 1996 года, на этот раз работал в качестве одного из трех основных комментаторов в зрительном зале. Двумя другими были комментаторы матча 1996 года - гроссмейстер Яссер Сейраван и

международный мастер Морис Эшли. Среди всех трёх комментаторов Яссер, как я думаю, определенно стоял на стороне Каспарова, в то время как Морис и Майк были относительно нейтральны. После проигрыша Роберта Бирна (США) Борису Спасскому (СССР) в 1974 году, Яссер стал первым американским игроком, кто принял участие в кандидатском цикле борьбы за чемпионское звание. Если я прав в отношении его пристрастности, то это в некотором роде примечательно само по себе, особенно учитывая то, что Гарри отказывался делить с ним одну и ту же сцену во время матча 1997 года. В конце 1980-х Яссер и Гарри были близкими друзьями, но на пути их дружбы встала шахматная политика. К Морису же первая известность пришла тогда, когда "Бешеные Ладьи" - шахматная команда средней школы Гарлема которую он тренировал, выиграла шахматный чемпионат средних школ США в 1991 году. В первый раз я познакомился с ним, когда его команда посетила исследовательский центр IBM, вскоре после завоевания титула. Помимо его тренерской деятельности, ещё одним моментом в нём, который действительно произвел на меня впечатление, стало заявленное им стремление стать первым гроссмейстером африканского происхождения. Вскоре после матч-реванша, его мечта стала реальностью. Хорошие вещи случаются с хорошими людьми.

На тридцать пятый этаж "Equitable Building", где проходили игры, вход зрителям был запрещен. Туда поднимался только один обычный лифт, и охранник разрешал войти в него только людям из ограниченного списка. После подъёма на лифте, вас встречал другой охранник, который тоже проверял наличие вашего имени в списке. Поскольку туда допускались очень немногие люди, то через несколько дней охранник уже узнавал вас в лицо и с улыбкой приветствовал.

Гостей и журналистов, перед допуском в игровую комнату, аналогичным образом пропускали через специальное помещение, связанное с игровой комнатой извилистым временным коридором. Коридор был изготовлен из звукоизолирующего материала, отсекающего шум от кондиционера расположенного в этом же помещении. Поскольку в игровой комнате находилось много мощных ламп и видеоборудования, которое генерировало много тепла, то кондиционер непрерывно работал, дабы обеспечить столь необходимое охлаждение воздуха в игровой комнате. Войдя в игровую комнату, вы увидели бы один ряд кресел. Одно из кресел, богато украшенное, но удобное, выглядело весьма примечательно. Это было кресло Клары, которое она выбирала лично. Клара всегда присутствовала здесь во время игр, и желание удостовериться, что она расположилась с максимальным удобством, было простой вежливостью от IBM. Помимо кресел, вы могли бы увидеть отделенную от остального помещения секцию, которая занимала примерно четверть игровой комнаты. Это была зона отдыха Гарри, где размещались стол, диван, фрукты и вода в бутылках.

Он любил бананы, и каждый день к столу доставлялись свежие, без единого пятнышка, бананы. На том же этаже ему была предоставлена другая, звукоизолированная комната, наполненная всем, чем только можно. На этот раз в его комнате не было биотуалета, возможно вследствие сложностей с его размещением там. Он делил одну и ту же туалетную комнату наравне с другими людьми, задействованными на тридцать пятом этаже, за исключением только того, что ему был присвоен наивысший приоритет. Никому, в том числе членам команды Дип Блю, не разрешалось пользоваться туалетной комнатой, пока он находился там.

В игровой комнате, за зоной отдыха Гарри, находилась еще одна дверь, как правило закрытая. Фактически это была первая из двух звуконепроницаемых дверей на пути к отдельной звукоизолированной комнате. Она так же являлась дополнительным входом, специально для Гарри. За двумя дверями находился коридор из занавесок. Всякий раз, когда он открывал первую из двойных дверей, видебригаде и команде IBM сообщали держаться от этого места подальше. Коридор из занавесок вёл как к отдельной комнате Гарри, так и к общей туалетной комнате. Единственный путь из операционной комнаты Дип Блю в общую туалетную комнату также проходил по коридору из занавесок. Поскольку здесь Гарри тоже обладал наивысшим приоритетом, то это означало, что всякий раз когда он выходил из игровой комнаты, никому из команды IBM не разрешалось пройти в туалетную комнату, даже когда Гарри не пользовался ею.

Обращенную к зрителям часть игровой комнаты занимала игровая зона. По сравнению со стерильной обстановкой матча 1996 года, она выглядела почти по-домашнему. Комната обычно использовалась руководителями "Equitable Insurance" как телестудия для трансляции и записи корпоративных сообщений и была создана, чтобы выглядеть как кабинет аристократа или, может быть, богатого адвоката. В центре обращенной к зрителям стены находился большой плакат посвященный матч-реваншу. Если за плакатом находилась картина, то она вероятно изображала какой-нибудь из средневековых сюжетов - например, спасение рыцарем девицы находившейся в бедственном положении, или может быть портрет патриарха семьи при полных боевых регалиях. Стены украшали несколько картин со средневековыми сценами. Книжные полки были полны старых книг по законодательству. На полках также размещалась модель корабля, и несколько деревянных приманок для уток. Хорошо освещенное помещение оживляли комнатные растения.

Освещение было несколько более ярким, чем хотелось Гарри, но он решил пойти на компромисс, так как хотел хорошо выглядеть на видео. Освещение над игровым столом пришлось корректировать несколько раз, пока Гарри наконец не был окончательно удовлетворен тем, что вокруг его ферзя больше нет тени. Игровой стол с сорокапятиградусным изгибом, находившимся справа от оператора Дип Блю, был изготовлен на заказ. В

этой части стола находился черный ЖК-монитор IBM стоимостью 5000 \$. Слева от игрового стола, на обитом кожаном кресле, такой требуемой жесткости, какую он предпочитал, располагался Гарри. Справа, на аналогичном кресле сидел оператор Дип Блю. Кэрл Джареки, арбитр матча, располагалась за столом справа. От игры к игре Мюррей, Джо и я подменяли друг друга в качестве оператора, сменяясь иногда и по ходу затянувшихся игр. Правила матча запрещали оператору покидать кресло, пока Гарри думал, так что долгое пребывание за столом обычно доставляло оператору определенные неудобства.

Сам Дип Блю тоже располагался на тридцать пятом этаже. За несколько месяцев до матч-реванша, подразделение IBM занимающееся RS/6000 объявило о поступлении в продажу нового RS/6000 SP, CPU (центральные процессоры) которого были примерно в два раза быстрее, чем процессоры в модели, использовавшейся нами в матче 1996 года. Спрос на новые компьютеры опережал предложение. У нас был только один способ получить к нему доступ - это взять тот экземпляр, который предстояло проверить на производстве, прежде чем он будет отгружен заказчику. Вместо проверки в обычном порядке, запрашиваемый RS/6000 SP мог бы пройти тестирование на тридцать пятом этаже "Equitable Building", на глазах всего мира.

RS/6000 SP прибыл в "Equitable Building" за неделю до матч-реванша, с уже установленными на место всеми шахматными платами. Он состоял из [двух стоек](#), каждая из которых содержала по 15 узлов RS/6000, что в сумме давало 30 узлов, или иначе говоря, 30 рабочих станций RS/6000. Каждый узел содержал по две [шахматные платы](#), с восемью чипами на каждой плате. Общее количество шахматных чипов в системе составляло 480 штук. Максимальная теоретическая скорость поиска достигала примерно одного миллиарда позиций в секунду. Это скорость, которая гарантированно не могла быть превышена системой. Фактическая максимальная скорость составляла около 200 миллионов позиций в секунду. Люди занимающиеся логистикой перед переездом сообщили нам, что в этот раз не будет никакого внешнего доступа к Дип Блю RS/6000 SP по телефонной линии. Таким образом, через день после того как машина была перевезена, нам всем пришлось переехать в отель "Микеланджело", так как у нас не было возможности получить доступ к машине из наших офисов в Йорктауне или из дома.

Когда мы поднялись на тридцать пятый этаж "Equitable Building" то обнаружили, что Дип Блю разместили в небольшом по размерам помещении в дальнем углу здания. Там был отдельный кондиционер для машины, но в окружающем её пространстве было довольно тепло. В смежном помещении было немного прохладнее и несколько дней спустя, для снижения температуры, мы установили напольный вентилятор обеспечивавший циркуляцию воздуха. Во всём машинном отделении было слишком тепло, даже для тех, кто носил футболку с коротким рукавом и шорты. В то время у нас не было доступа в другие помещения на тридцать пятом этаже, и поскольку мы были

вынуждены оставаться в машинном отделении, то работать над Дип Блю в течение длительного периода времени было довольно тяжело. За пару дней я провёл всесторонние испытания системы, используя те моменты, когда Джо не запускал свои собственные тесты на эффективность параллельного поиска программы. Некоторые из шахматных плат были по-видимому повреждены при транспортировке или, возможно, пострадали от воздействия высокой температуры и нуждались в замене. Машинное отделение и игровая комната были разделены тремя другими помещениями, и имели отдельные системы кондиционирования воздуха. Поэтому довольно смешно было слышать, как спустя год после матч-реванша Гарри жаловался на публике, что кондиционер был настроен для комфорта Дип Блю, вместо его собственного. Во время матч-реванша Каспаров действительно жаловался, что в его зоне отдыха в игровой комнате было слишком холодно. Оказалось, что прямо над зоной отдыха располагалось вентиляционное отверстие, и позднее там установили плоскость, отклоняющую воздушный поток.

Помимо окончательного тестирования, всё ещё оставалась кое-какая работа связанная с оценочной функцией и дебютной книгой для Дип Блю. Предполагалось, что в отеле "Микеланджело" для нас зарезервирован гостиничный номер, чтобы мы могли поработать над дебютной книгой вместе с гроссмейстерами. IBM забронировал в отеле группу номеров, и мы были очень удивлены, обнаружив, что наш номер уже занят. В течение нескольких дней, мы были вынуждены проводить дебютную подготовку на журнальном столике в небольшой комнатке рядом с помещением для Дип Блю. Наконец мы выяснили, что случилось с нашим номером. Когда в IBM производили бронирование гостиниц, Гарри захотел остановиться в отеле расположенном поближе к Центральному парку, так как всё его окружение забронировало номера в отеле Плаза. В "Микеланджело" для команды Каспарова был забронирован ещё один номер, но только на время матч-реванша, и не раньше. Когда Оуэн Уильямс, новый менеджер Гарри, прибыл в "Микеланджело" на неделю раньше, он случайно взял номер, зарезервированный для нас. Мы получили свой номер только тогда, когда стал доступен один из номеров зарезервированных для команды Каспарова.

За три дня до матча нам наконец разрешили перебраться в операционную комнату, которой предстояло стать нашей основной базой. Судя по всему, операционная комната обычно использовалась в качестве монтажной, поскольку здесь на одной стороне комнаты находились панели для переключения звуковых дорожек и видеоканалов. В комнате было тесно, и обычно во время игр сюда могло втиснуться не более шести человек. Кен Томпсон, прославившийся системой UNIX и машиной Белл, присутствовал здесь постоянно. Он служил в качестве беспристрастного наблюдателя для обеих команд. В ходе игр Кен был единственный человек вне IBM, помимо гроссмейстеров и случайного репортера, который получил возможность наблюдать вывод технического протокола Дип Блю. Технический протокол

нёс подробную информацию о процессе "мышления" Дип Блю, а именно - что тот планировал предпринять при различных обстоятельствах. В помещении всегда присутствовал по крайней мере один из трёх членов команды Дип Блю, готовый поменяться местами с оператором за игровым столом. Поблизости всегда находились Джоэл или Мигель, в зависимости от того, кто из них в данный момент не был в пресс-центре. Время от времени сюда заходила пара других сотрудников IBM. Изредка сюда препровождался репортер из крупного средства массовой информации для импровизированного интервью. Во время игр стул в операционной комнате был вероятно лучшим местом в здании. Сюда поступало видео из игровой комнаты и из зрительного зала. Таким образом вы не могли пропустить ничего важного из происходящего в здании. (Было бы неплохо получать и видео из пресс-центра, но оно было недоступно.) У вас под рукой находился по крайней мере один гроссмейстер для обсуждения шахматных вопросов, и по крайней мере два эксперта (Кен и ещё один-два человека из тройки разработчиков Дип Блю) для обсуждения компьютерных шахмат. Но что ещё более важно,



**Группа Дип Блю в игровой комнате  
перед началом матча 1997 года.**

Стоят, слева направо: *Джерри Броуди, Фен Сюн Сю, Джо Хозн, Джоэл Бенджамин, и Си Джей Тан.* Сидит: *Мюррей Кэмпбелл.*

во время всех этих обсуждений вы могли видеть, что "думает" объект, играющий в шахматы лучше всех в мире.

Мы были [готовы](#) к шоу.

### ***Он увидел мат!***

За два дня до первой игры, на сорок девятом этаже "Equitable Building" состоялась пресс-конференция. Первоначально предполагалось, что на неё явятся около ста журналистов, но в итоге пришло более двухсот. Комната была набита битком. Свои команды послали ABC, CBS, NBC, CNN, Fox, BBC и некоторые европейские телеканалы. После пресс-конференции я побеседовал со старожилом IBM, который участвовал ещё в запуске компьютера IBM 360 в 1964 году - возможно, самом важном запуске своей продукции в корпоративной истории IBM. Он воскликнул: "Это гораздо больше, чем запуск IBM 360. В истории IBM нет ничего сопоставимого с этим". Между тем, по мере проведения матча, прибывало всё больше и больше журналистов для его освещения. В конце концов, там стало просто уж чересчур много журналистов, и тогда пресс-центр перенесли на пятидесятый этаж, в намного более просторное помещение, с захватывающим видом на город.

В обоих матчах Дип Блю фотографам разрешалось снимать в начале каждой игры. Однако на втором матче присутствовало слишком много фотографов, и на каждой игре их приходилось делить на две группы. Сначала втиснуться в комнату и сделать несколько фотографий разрешалось одной группе. Затем их удаляли, и запускали вторую группу. Некоторых фотографов ловили при попытке остаться на вторую сессию; были даже некоторые случаи насилия, так как фотографы боролись за возможность получить лучшие снимки. В начале первой игры один фотограф даже ударил нанятого IBM охранника. Пропуск этого фотографа впоследствии был аннулирован.

Прежде чем занять своё место и приступить к первой игре, Гарри и я широко улыбнулись и [пожали](#) друг другу руки. Общий призовой фонд матч-реванша составлял 1,1 миллиона долларов, где 700 000 \$ предназначалось победителю, а 400 000 \$ проигравшему. В тот момент, когда мы пожимали друг другу руки, Гарри вероятно улыбался о своих 700 000 \$. Мне же было интересно, что произойдет когда он получит свой чек на 400 000 \$. Сами мы не могли получить долю с 700 000 долларов из чека победителя - доля Дип Блю возвращалась IBM. Но увидеть нашу мечту наконец-то осуществившейся, было более чем достаточно. В случае победы мы все находились бы на седьмом небе от счастья. Все личные жертвы были бы оправданы. А может быть, некоторые из нас даже пролили бы слезы радости? Может быть я?

Несмотря на утверждение Фредерика, высказанное им во время своего визита, что Гарри легко победит, если будет играть в антикомпьютер-

ные шахматы, но никогда не делает такого - тот именно так и поступил. На протяжении всей первой партии его фигуры (кроме пешек), так ни разу и не покинули свою половину доски.

После первых девяти ходов Гарри и Дип Блю пришли к хорошо известной позиции, которая много раз игралась на гроссмейстерском уровне. Эта позиция была закрытой и носила ярко выраженный позиционный характер, то есть это был именно тот тип позиции, который предположительно труден для компьютера. Далее Гарри сделал необычный ход, 10. e3, передвинув свою пешку с вертикали e на одно поле вперед. Более подходящим ходом стало бы перемещение пешки e на два поля вперед, предлагая её размен. Но он хотел сохранить позицию закрытой немного дольше. Ходом e3 Гарри показал свою стратегию на весь матч - играть в антикомпьютерные шахматы. Нам предстояло увидеть один из самых странных шахматных матчей сыгранных на высочайшем уровне. Почему он решил придерживаться этой стратегии? Каким образом и как долго он готовился к этому стилю игры? У меня есть одна версия.

Фредерик считал что Гарри легко победит, если будет играть в антикомпьютерные шахматы. Фредерик и Гарри были близкими друзьями, так что тот должен был знать об этом мнении. Мы сказали Фредерику во время его визита, что Дип Блю имеет хорошие шансы на победу в матче, и разумно предположить, что он передал эту информацию своему другу. Я не знаю, начал ли Гарри свою подготовку к матчу до получения этой информации; впоследствии он не особо распространялся о вещах связанных со своей подготовкой. Перед началом матч-реванша он публично заявил, что серьёзно готовился к нему. Впоследствии он заявлял, что был не готов к матчу. Я думаю что он действительно готовился к матч-реваншу, по крайней мере в смысле подготовки к игре в антикомпьютерные шахматы. Кроме того, я считаю что визит Фредерика в Йорктаун мог стать тем спусковым механизмом, который привёл к решению Гарри играть именно таким образом. Один из возможных вариантов развития событий мог состоять в том, что предматчевая уверенность команды Дип Блю возможно вызвала у него сомнения, не подготовили ли мы несколько убийственных дебютных вариантов. Ну, наша команда гроссмейстеров вместе с Дип Блю нашла довольно много дебютных новинок, но они не обязательно были убийственными<sup>3</sup>. Тем не менее, у Гарри и в самом деле были причины для осторожности. Самый простой способ для него избежать наших новых

<sup>3</sup> Дип Блю нашел несколько новых вариантов и в их числе был один, который гроссмейстеры отклонили. В принятом ферзевом гамбите он нашел жертву пешки (e4) за белых, которая ему понравилась. Гроссмейстеры думали, что ход Дип Блю слишком амбициозный, так как компенсация за пешку казалась недостаточной. Спустя несколько месяцев после матч-реванша, тот же ход был сыгран на гроссмейстерском уровне, и с хорошими результатами.

дебютных вариантов - это сыграть в антикомпьютерные шахматы, совершенно отказавшись от нормальных дебютов.

Если предположить, что Гарри решил придерживаться антикомпьютерного стиля игры после визита Фредерика в Йорктаун, то на подготовку к новому стилю у него оставалось чуть более двух месяцев. Так как у него не было доступа к Дип Блю, то его спарринг-партнёрами скорее всего были коммерческие шахматные программы. Принимая во внимание его заявление на пресс-конференции, что Дип Блю должен побеждать коммерческие программы в соотношении 8 к 2, я предполагаю, что его результаты в отношении коммерческих программ, по-видимому были лучше чем 8 к 2. Конечно же, он был совершенно неправ в своей оценке соотношения силы игры Дип Блю и коммерческих программ.

После хода Гарри на e3, Дип Блю казалось решил последовать его примеру, и передвинул на одну клетку вперед свою пешку на вертикали h. Это было небольшой ошибкой, но учитывая последний ход Гарри, данный ход можно считать вполне игровым. Более подходящим стал бы ход развивающий ферзя. Этот и следующий ход Дип Блю, которым он разместил своего ферзя на неудачной позиции, указывал на наличие у него проблем. При разработке нового шахматного чипа, мало внимания было уделено тому, чтобы заложить в аппаратную часть, как позиционировать ферзя. Шахматные книги, которые у меня были, давали только поверхностные сведения о позиционной игре ферзём. После этой игры Джо написал достаточно простой код определяющий, где должен размещаться ферзь.

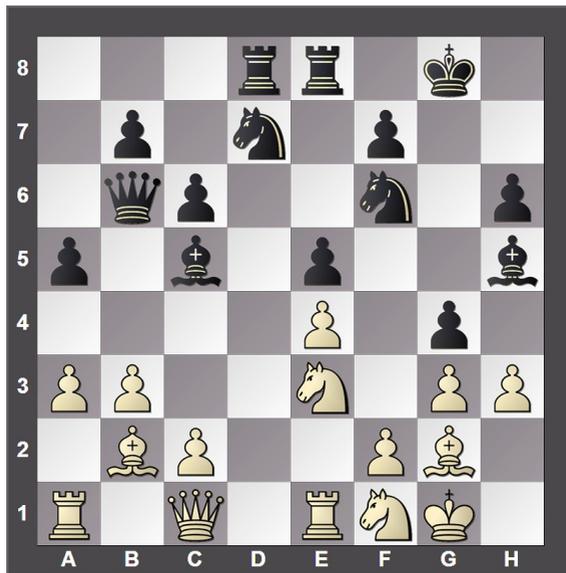


Позиция после 14-го хода.

В течение следующих нескольких ходов, Дип Блю принял и некоторые другие сомнительные решения, но учитывая тот факт, что Каспаров и сам играл не совсем оптимально, положение Дип Блю всё ещё оставалось устойчивым.

К пятнадцатому ходу Дип Блю выдвинул на пятую горизонталь пешку с вертикали g, находившуюся прежде перед его королем, и пешку с вертикали e. Король Дип Блю оказался почти полностью лишен пешечной защиты. Квадрат f5 стал теперь слабым полем - он больше не защищался соседними пешками e и g. Позиция выглядела ужасно, даже на мой взгляд. Вопрос заключался в том, так ли легко Гарри сможет воспользоваться полем f5. Но когда я посмотрел на позицию более внимательно, мне пришло в голову, что может быть трактовка позиции Дип Блю была точной, даже при том, что это конечно же не та манера игры, которую предпочёл бы шахматист-человек. В течение следующих десяти ходов или около того, Гарри очень старался поместить своего коня на поле f5, но безуспешно. В матче 1996 года, хотя Дип Блю и выиграл первую игру, у меня было отчетливое ощущение, что Гарри просто выбирал момент для удара. Когда я наблюдал, как разворачивается эта игра, у меня сложилось совершенно иное впечатление. Это чувство больше походило на преодоление затруднений. Гарри пытался выполнить свой план, а Дип Блю осуществлял поиск ходов, срывающих его. Когда Гарри находил новый способ продолжить свой план, то Дип Блю тут же обращался к другому контрплану. Ни одна из сторон не получила того, что хотела. Тем не менее Дип Блю не был недоволен. Я понятия не имел как закончится игра, но знал, что если каждая игра в которой у Гарри белые фигуры будет складываться так же как эта, то он окажется в большой беде.

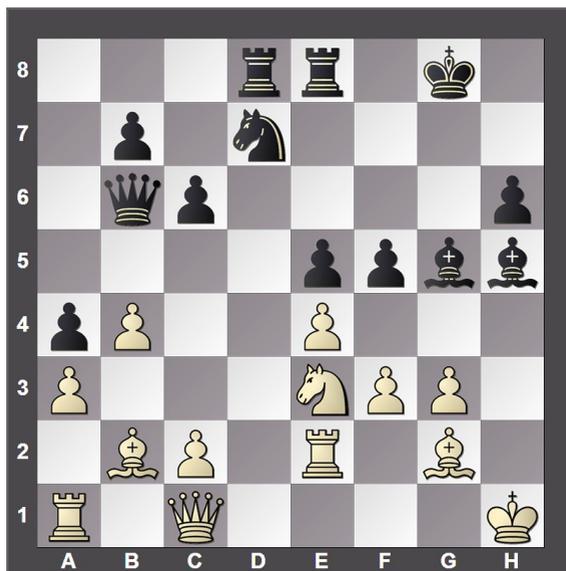
Ход Дип Блю 22. ... g4, приведший к размену его g-пешки, на h-пешку Гарри, был спорным. Некоторые аналитики считали его оправданным в том отношении, что Дип Блю получил лучшую активность фигур. Поскольку в результате него Гарри не получил ясно выигрываемую позицию, то трудно однозначно утверждать что это плохой ход. Этот ход стал результатом ошибки внесённой нами в код незадолго до матча-реванша. Проведенная процедура автоматической настройки оценочной функции указала нам, что веса для одного из классов параметров безопасности короля следует увеличить. Когда мы увеличили веса параметров, Дип Блю казалось заиграл лучше, и мы оставили новые веса как есть. Тогда мы не сообразили, что в предельных случаях новые веса поднимались до максимально допустимых значений, и достигали точки насыщения. Иными словами, Дип Блю больше не делал различий между очень плохой позицией, и ещё более худшей. Поэтому отказ от g-пешки ничего не значил для Дип Блю, до тех пор пока та устраняла у Гарри пешку h. Мы нашли ошибку только после четвертой игры, когда обнаружилась похожая проблема.



Позиция после хода Дип Блю 22. ... g4.

В обоих случаях совсем не бесспорно, что данные ходы были плохими.

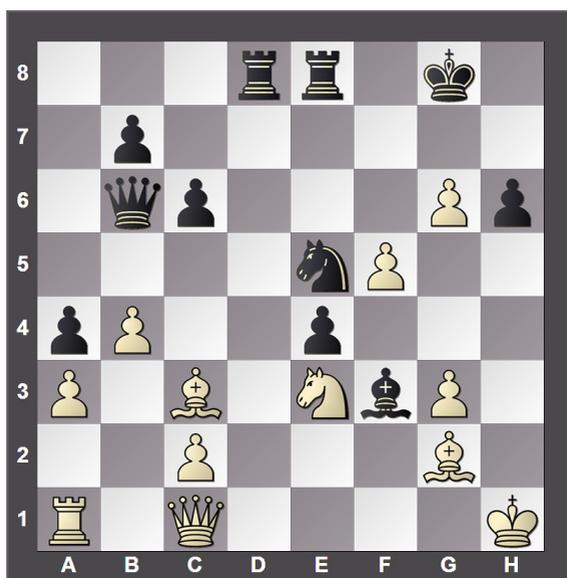
Ход Дип Блю 28. ... f5 перевёл игру в решающую стадию. За доской, как я, так и Гарри восприняли его спокойно. Он вероятно ожидал его, даже



Позиция после хода Дип Блю 28. ... f5.

несмотря на то, что ход был сделан сразу же после его двадцать восьмого хода. А вот комментаторы в зрительном зале были потрясены - никто из них не ждал такого хода. Вероятно, это был лучший ход в позиции, и у Гарри появился выбор - либо пожертвовать, осуществив неравный размен (отказаться от ладьи за слона или коня), или же нет. Дип Блю ожидал что Гарри пожертвует, и оценивал позицию, складывающуюся после жертвы, как заметно лучшую для него. Последующий анализ показал, что если бы Гарри уклонился от жертвы, то его позиция стала бы гораздо хуже.

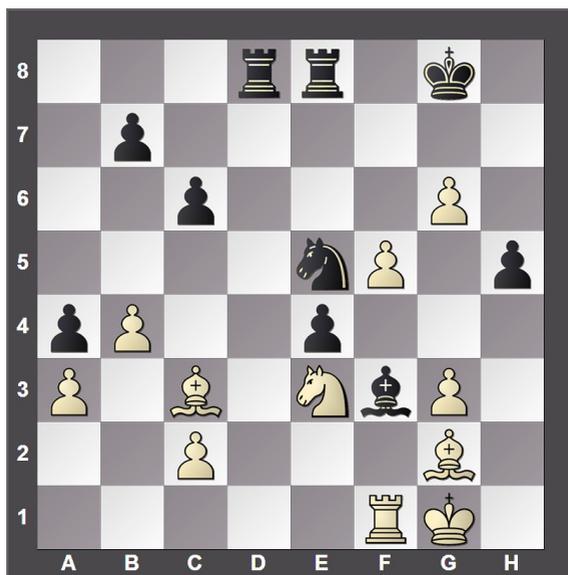
Как бы то ни было, Дип Блю не нравилась его позиция. Как правило, это означало, что я должен был чувствовать себя несчастным, но этого не произошло - позиция была тяжелой, но тем не менее у нас оставались определенные шансы. И в зрительном зале, и в пресс-центре люди начали поговаривать о срыве победных планов Дип Блю, но они не видели то, что выводил Дип Блю. Гарри быстро сделал ход, который инициировал жертву с разменом. В течение нескольких следующих ходов всё шло так, как и ожидал Дип Блю. И Гарри и Дип Блю, судя по всему, видели все последствия.



Позиция перед ходом Дип Блю 33. ... Qb5.

Однако когда пыль разменов улеглась, Дип Блю сделал сомнительный ход, 33. ... Qb5, что позволило Гарри, играя Qf1, разменять ферзей. Дип Блю был готов разменять ферзей потому что его король находился в менее безопасном положении. Но ведь Гарри имел ещё и две связанные проходные пешки (на f5 и g6), которые могли бы стать очень ценными в эндшпиле, в случае если ферзи покинут доску. Способность распознавать эту особен-

ность эндшпиля присутствовала в шахматном оборудовании, но она не использовалась. После первой игры Джо написал код для использования этой аппаратной возможности, но новый код не был активирован, пока после второй игры у нас не появился свободный день для его проверки. Впоследствии, вместо этого хода Дип Блю выбирал 33. ... h5.



**Позиция перед 36. ... Kf8. Ход 36. ... Ng4 был последним шансом на ничью.**

Ход 33. ... Qb5, был по-видимому плохим, но не приводил к неизбежному поражению, так как в дальнейшем, на тридцать шестом ходу, Дип Блю мог сделать ход ведущий к ничьей. К ничьей приводил ход 36. ... Ng4!, вместо 36. ... Kf8?. Последующий анализ с Дип Блю позволяет предположить, что Дип Блю возможно сыграл бы 36. ... Ng4, если бы смог продлить поиск ещё на один полуход, для чего требовалось примерно шестикратное увеличение скорости поиска.

Без хода 36. ... Ng4, позиция Дип Блю стала быстро ухудшаться. На сорок четвертому ходу мы уже были близки к тому, чтобы сдать партию. И тут Дип Блю повторил ту же ошибку, что случилась с Дип Блю Джуниор, когда тот просто отдал пешку в тренировочном матче с Ларри Кристиансенем. Вместо того чтобы сыграть 44. ... Rf5 и продлить игру, как он и намеревался сделать ранее, Дип Блю сделал ход 44. ... Rd1, проигрывавший немедленно, и после ответа Гарри мы сразу же сдались. В ту ночь Джо работал допоздна, и наконец исправил ошибку, которая не давала нам покоя более месяца.

После игры мы знали, что нам предстоит серьёзно поработать, и тем не менее команда находилась в приподнятом настроении. Мы играли черным

цветом, и несмотря на это, эксперимент Гарри с антикомпьютерными шахматами едва не обернулся против него. Дип Блю не справился с положением после того как позиция стала обоюдоострой, но в целом, если всё так и будет продолжаться, то мы можем получить и свою долю побед черными. Для группы людей, которые только что проиграли первую партию матча из шести игр, мы должно быть показались журналистам на удивление бодрыми.

Между тем, Гарри по-видимому был озадачен последним ходом Дип Блю. После второй игры, следующий день был выходным, и когда я занимался сёрфингом в Интернете в поисках новостей о матче, то наткнулся на статью Фредерика Фриделя описывающую то, что происходило в лагере Каспарова после первой игры. Гарри был озадачен ходом 44. ... Rd1. Дип Блю сыграл так в результате ошибки, но Гарри об этом не знал. Таким образом, весь лагерь Каспарова погрузился в очень глубокий анализ того, чем же плох альтернативный ход 44. ... Rf5. В конце концов, они пришли к выводу что причиной, почему Дип Блю не сыграл 44. ... Rf5 было: "Он наверно увидел мат в двадцать или более [ходов]". Я не мог не рассмеяться<sup>4</sup>.

### ***Плохой ход, который выигрывает***

Утром перед второй игрой команда обсуждала, следует ли нам вносить изменения в оценочную функцию Дип Блю. Джо уже исправил ошибку ответственную за последний ход в первой партии, но на повестке дня стояли ещё два изменения, которые нам следовало рассмотреть. Предлагавшееся изменение оценки проходной пешки было слишком радикальным, и мы решили во второй игре оценку не менять. Изменение, внесенное Джо в оценку ферзя было относительно небольшим, и мы решили оставить его в программе. Программа которая играла вторую партию, по сути была той же самой, что играла и в первой партии.

В тот день первым оператором машины был Мюррей, так что в начальной стадии игры я коротал время в операционной комнате. Дип Блю открыл игру ходом 1. e4. Гарри, вместо того чтобы ответить своей обычной сицилианской защитой, 1. ... c5, сыграл 1. ... e5, так же как и в пятой игре матча 1996 года. Сыграй Гарри 1. ... c5, и мы были бы готовы сразиться с ним в основных линиях сицилианской защиты, вместо варианта c3, использовавшегося в 1996 году.

Игра быстро перешла в дебют Руи Лопеса (также известный как испанская пытка), названный в честь испанского священника 15-го века. Основные линии дебюта Руи Лопеса подготовили Ник и Джоэл, а не Мигель - наш испанский участник. Поскольку дебют так быстро пригодился, то Джоэл находился в необычайно приподнятом настроении. Он сыграл много игр в

<sup>4</sup> В статье упоминалось, что как только закончился анализ того, чем плох ход 44. ... Rf5, команда Каспарова тоже дружно рассмеялась.

дебюте Руи Лопеса против Дип Блю Джуниор и был вполне уверен в способности Дип Блю обращаться с позицией.

Между тем комментаторы в зрительном зале говорили о том, какая всё-таки ужасная дебютная подготовка у Дип Блю. Дип Блю позволил Гарри достигнуть закрытой позиции. Комментаторы списали Дип Блю, даже ещё до того как была завершена дебютная стадия игры. Это не произошло вслух, но было ясно, что в этой игре они ожидают поражения Дип Блю.

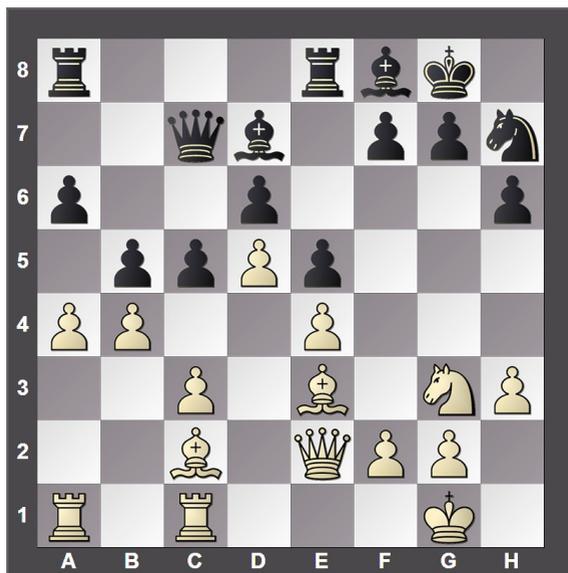


Позиция после хода Дип Блю 16. d5.

Гарри вероятно был вполне доволен, когда Дип Блю играл 16. d5, блокируя центр, и якобы давая ему закрытую позицию, чего он так желал. Джоэл тоже был вполне доволен. Дебютный выбор Гарри давал Дип Блю значительное преимущество в пространстве, что могло преследовать Гарри до конца игры. Джоэл в своё время провёл немало трудных игр на ту же тему, в качестве жертвы. В операционной комнате мы видели, как оценка своей позиции у Дип Блю медленно, но верно ползёт вверх. Комментаторы в зале продолжали говорить, что Дип Блю находится в затруднительном положении. Гроссмейстер Яссер Сейраван сказал: "Это тот тип позиции, в которой компьютер играет не слишком хорошо". Международный мастер Майк Вэльво добавил: "С точки зрения компьютера, в таком типе позиции совершенно ничего не понятно".

Джоэл, возможно почувствовав шанс поддразнить Яссера, которого он знал много лет, и попросил разрешения покинуть операционную ком-

нату, чтобы спуститься до сцены зрительного зала и защитить дебютную подготовку Дип Блю. Почти сразу же после того как он ушел, комментаторы, получив больше времени на то чтобы оценить позицию на доске, и увидев что Гарри немного покачал головой, изменили своё мнение. Яссер начал говорить, что отдаёт предпочтение белым.



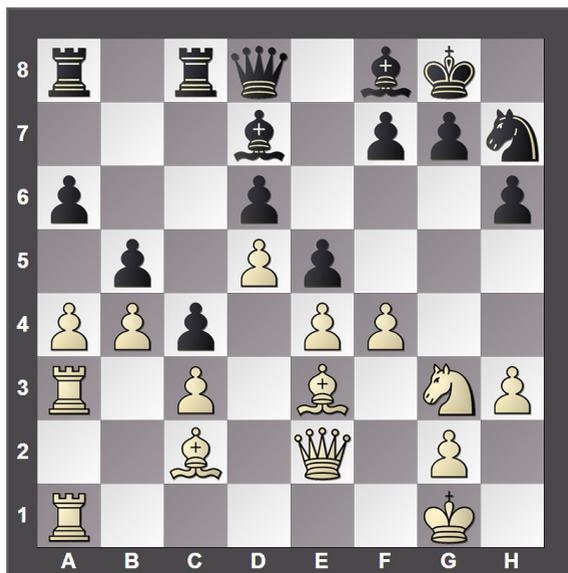
Позиция после хода Дип Блю 24. Rec1.

"Человеческий" ход Дип Блю 24. Rec1 вынуждал его оппонента принять трудное решение. Ход Гарри 24 ... c4, закрывающий вертикаль с, после игры критиковали как отказ от последнего шанса на контригру. Но Дип Блю и сам был готов сыграть c4, полностью вскрывая игру, а ход Гарри по крайней мере предотвращал это. Гарри вероятно не хотел допускать осложнений, и учитывая тот факт, что Дип Блю имел более активные фигуры, это было вполне понятное решение.

В этот момент Джоэл достиг сцены зала, чтобы подколоть Яссера, но немного опоздал. Первое замечание Джоэла было: "Ну, я следил за вашими комментариями с верхних этажей, и вы долго говорили о том, что позиция закрытая. Мне стало интересно, когда вы ребята найдете время чтобы упомянуть тот факт, что позиция лучше для белых, и наконец-то вы сделали это". Зрители засмеялись.

В операционной комнате Джо и я обменялись взглядами, когда Дип Блю сдвоил свои ладьи по вертикали а, но всё ещё отказывался от её немедленного вскрытия. Мы оба подумали о том, что произошло несколько месяцев назад, после того как Джо постучал в мою дверь. Сейчас в игру

вступил новый признак оценки, отвечающий за ладьи на потенциально открытых вертикалях. Я улыбнулся и сказал Джо: "Не плохо для работы на полдня". Две белые ладьи на *потенциально* открытой вертикали а, приковали тяжелые фигуры Гарри к последней горизонтали, и вынудили его быть совершенно пассивным.



Позиция после хода Дип Блю 26. f4.

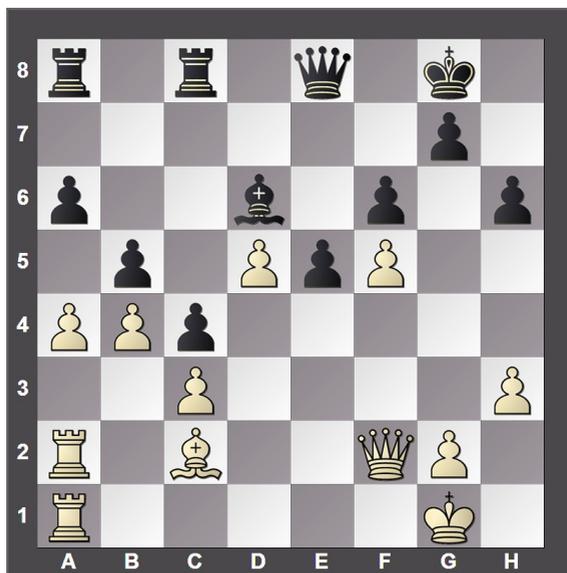
Ход Дип Блю, 26. f4, открывший второй фронт на королевском фланге, по-видимому тоже частично стал следствием влияния нового признака оценки. В одном из шахматных интернет-клубов, в прямой трансляции за игрой наблюдал Анатолий Карпов. В начале партии он делал довольно много комментариев об игре Дип Блю, в основном пренебрежительного характера. Ход Дип Блю на 26. f4 не избежал его критики; хотя насколько мне известно, ни один другой гроссмейстер не разделял его точки зрения - на самом деле, даже, они все как один высоко оценили этот ход. По мере развития игры Анатолий делал всё меньше и меньше замечаний, и в конце концов замолчал окончательно.

Тем временем Мюррей дал понять из игровой комнаты, что нуждается в замене. Гарри всё ещё размышлял за доской, так что я выбрал длинный и извилистый путь в игровую комнату, через основной вход. Перед тем как заменить Мюррея, я сел рядом с другими зрителями и стал ожидать хода Гарри. Когда я ещё находился в операционной комнате, то на мониторе Гарри выглядел подавленным, но во всём остальном смотрелся вполне нормально. Когда же я взглянул на него в игровой комнате, то был оше-

ломлен. Он выглядел как человек, который только что проснулся после ночного кошмара. Часть его лица была заметно краснее, как будто он некоторое время спал на этом боку.

Вскоре после того как я взял на себя управление в качестве оператора, Дип Блю сделал два хода, которые доставили Гарри много огорчений в оставшейся части матча. Это были ходы 36.  $a \times b5$  и 37.  $Be4$ . Прямо перед ходом  $a \times b5$  Дип Блю сделал ход  $V \times d6$ , в ответ на который последовало  $V \times d6$  от самого Гарри. Во время вычисления хода  $V \times d6$  оценка Дип Блю упала, вследствие чего он перешел в режим паники, и в итоге потратил на тридцать пятый ход чуть менее 15-ти минут. Как вы увидите ниже, несмотря на высказанные позднее претензии Гарри о том, что Дип Блю потратил на ход 36.  $a \times b5$  больше времени чем на любой другой ход сыгранный в матче (возможно он имел в виду ход 37.  $Be4$ , но Дип Блю потратил на него своё обычное количество времени), именно ход  $V \times d6$ , который был очевидным ходом, потребовал на вычисления больше времени, чем два следующих хода вместе взятые.

Во время написания предыдущего абзаца, я просмотрел технический [протокол](#)<sup>5</sup> для хода  $V \times d6$ , впервые после самого матча, и обнаружил кое-что довольно любопытное.



**Позиция перед ходом Дип Блю 36.  $a \times b5$ .**

<sup>5</sup> На момент написания этих строк, вы можете найти технические протоколы игр (лог-файлы), а так же каждую игру по отдельности, проследовав по соответствующим ссылкам на веб-сайте посвященном матчу Дип Блю - [www.chess.ibm.com](http://www.chess.ibm.com). Вполне возможно что ИВМ не будет сохранять содержимое сайта неопределенно долгое время.

В первую очередь - когда Дип Блю окончил поиск в режиме паники для хода  $V \times db$ , в качестве продолжения  $V \times db$  он планировал играть  $36. Qb6$ , но при этом показывал небольшую оценку, потому что уже видел намёки, что Гарри может затеять что-то опасное.

Когда Дип Блю закончил свой поиск на глубине 9-ти полуходов для хода  $V \times db$ , ещё до того как перейти в режим паники, он предполагал играть довольно необычный основной вариант. Причём главная линия, которую он показывал в этот момент, была глубиной 15 полуходов. Однако это значение было только глубиной поиска на главной рабочей станции, и не включало дополнительного углубления поиска на подчиненных рабочих станциях (+2 полухода), и на шахматных чипах (+4 полухода). Таким образом, фактически главная линия простиралась по меньшей мере до глубины в 21 полуход, а возможно даже и далеко за 30 полуходов, так как на рабочих станциях и на чипах были ещё и дополнительные продления поиска. Дип Блю ожидал, что для организации потенциальной атаки, Гарри откажется от двух пешек и продвинет свою пешку на вертикали  $e$ . Однако оценка Дип Блю, будучи в его пользу, была лишь немного выше перевеса в одну пешку, а это значит, он считал, что у Гарри могла существовать позиционная компенсация в размере немногим меньше стоимости одной пешки.

По окончании поиска на глубине 10-ти полуходов Дип Блю ожидал, что Гарри пожертвует три пешки, однако его оценка собственного перевеса стала ещё меньше, и составила всего лишь одну пешку. На одиннадцатом полуходе, оценка для  $V \times db$  снова упала, что стало причиной перехода Дип Блю в режим паники. Основной вариант всё ещё содержал жертву трёх пешек со стороны Гарри, но теперь он уже показывал, что во время дальнейших ходов одна пешка им отыгрывается. Линия, которую сейчас давал Дип Блю, была глубиной в 18 полуходов, но в действительности она была глубиной по меньшей мере в 24 полухода, а возможно даже и более чем в 40 полуходов по наиболее глубокому варианту. Я припоминаю, что в этот момент, сказал про себя: "Пожалуй где-то здесь ход  $Be4$ , блокирующий пешку на вертикали  $e$ , может принести пользу".

Между тем, невидимый мною Яссер предложил зрительской аудитории в зале и в сети Интернет вариант с жертвами двух пешек. Дип Блю обнаружил ту же линию с жертвами ещё во время своего поиска на глубине 9-ти полуходов, но впоследствии отклонил её как плохой вариант за черных.

После того как Гарри сделал свой тридцать пятый ход, все остальные компьютеры в мире, и зрители в зале, ожидали что Дип Блю сыграет  $36. Qb6$ , выигрывая далее пешку. Но теперь Дип Блю ещё больше не нравилась та компенсация, которую черные могли получить вследствие хода  $Qb6$ . На этот раз он перешел в режим паники иным образом. Когда в начале поиска на глубине 11-ти полуходов закончилось отведенное ему обычное время, где-то на большой глубине ожидаемый им основной вариант развалился. Дип Блю перешел во временный режим паники, который принуждал его

определился с оценкой для хода Qb6. Когда и этот поиск завершился, оценка понизилась до 48 баллов (немного меньше половины стоимости пешки)<sup>6</sup>. Поскольку эта оценка была более чем на 15 баллов ниже, чем ожидаемая оценка в 74 балла, то Дип Блю, продолжая оставаться в режиме паники, начал исследовать альтернативные ходы. Следующим ходом, исследование которого он завершил, был ход a×b5, получивший оценку 63. Эта оценка была достаточно хороша, поэтому Дип Блю сразу же сыграл 36. a×b5, потратив около 6,5 минут на ход. Он всё ещё планировал сыграть Qb6 на следующем ходу. Гарри ответил ходом a×b5.

На тридцать седьмом ходу, после 84 секунд поиска, на глубине одиннадцати полуходов оценка для Qb6 снизилась до 32 баллов. После 126 секунд поиска, ход Be4 стал оцениваться в 37 баллов и заменил Qb6 как лучший ход. После 182-х секунд, поиск на глубине в 11 полуходов был завершён. Полностью поиск был прекращён после 199 секунд, в отведенное ему штатное время. Таким образом, перед своим 37-м ходом Дип Блю не переходил в режим паники, он использовал только лишь отведенное ему обычное время. Как отмечалось ранее, этот последний факт может показаться любопытным, учитывая последующие события.

Трудно с уверенностью сказать, что заставило шахматную машину, которая просматривает двести миллионов позиций в секунду, выбрать такой нестандартный ход. Я полагаю, что при выборе обсуждаемых выше ходов, сыграли свою роль две вещи: Дип Блю искал очень глубоко вдоль критических линий, а его оценка безопасности короля обладала намного большим весом, чем у других программ.

Для хода 36. a×b5, решение было принято вследствие очень глубоких расчетов. Но, как оказалось, объективно лучшим здесь, пожалуй, был всё-таки ход 36. Qb6, так как в этом случае белые оставляли за собой право возвратиться в позицию похожую на продолжение случившееся в игре, и в то же время давали черным возможность проиграть немедленно. Основываясь на послеигровых комментариях данных Гарри, не исключено что ход Qb6 закончил бы игру практически сразу, так как самой сильной линии он не видел. Но в таком случае мы бы не увидели очень интересного окончания второй игры.

<sup>6</sup> Для любителей шахмат. Вариант с жертвами трёх пешек начинается следующим образом: 36. Qb6!? Qe7! (альтернативный ход, Rd8, с жертвами двух пешек, опровергается посредством 37. Be4!) 37. ab5 Rab8. И теперь самая лучшая линия за белых: 38. Qe3! ab5 39. Be4, отвергая жертву трёх пешек и переходя в позицию похожую на случившуюся в игре. Если же белые решат принять жертву трёх пешек, то мы получаем: 38. Qa6 e4! 39. Be4 (39. Re1 Qe5 40. Re4 Qh2 41. Kf2 Bg3 42. Kf3 Vd6, ничья) Qe5 40. Bf3 Rd8 и черные получают значительную компенсацию. Например, если 41. Qa3 Re8 42. Re2 Qh2 43. Kf1 Re2 44. Be2 Re8 45. Bh5 Qf4 46. Vf3 Re3 47. Qb2 Qh2, то ничья. Если 41. Ra3 Qe3 42. Kf1 Qd3 43. Be2 Qf5 44. Kg1 Qe5 45. Kf1 (45. Bf3 Re8) Re8 46. Vf3 Bc7! 47. d6 Bb6 48. d7 Red8 49. Re1 Qd6, то черные могут даже победить.

Существует ряд свидетельств, что оценка безопасности короля была задействована и в процессе принятия решения по выбору хода 37. Ве4, который представляет собой более позиционное, чем тактическое решение. После четвертой игры мы нашли и исправили ошибку связанную с безопасностью короля, которая случилась ранее в первой игре. После того как Джо в первый раз исправил эту ошибку, посредством чего фактически понизил параметр безопасности короля, Дип Блю перестал играть Ве4. Когда же он опять его увеличил, Дип Блю снова начал выбирать Ве4. (Так как, по-видимому, все полагали что Ве4 это превосходный ход, то для пятой и шестой игр Джо решил произвести ещё одну поправку, посредством чего вернул оценку безопасности короля обратно, примерно на тот же уровень что и во второй игре.)

Но в тот момент когда игрался ход Ве4, мне на самом деле не слишком нравилась сложившаяся ситуация. Дип Блю оценивал позицию, лишь как немного более выгодную для себя. Хорошо ещё, что Гарри похоже был не в состоянии прочитать это по моему лицу. Мое настроение несколько улучшилось, когда в течение нескольких следующих ходов Гарри, оценка Дип Блю начала ползти вверх. Я ожидал, что игра продлится ещё довольно долго. Но после сорок пятого хода Дип Блю, Гарри внезапно протянул руку и сказал: "Я сдаюсь". Я был удивлен, так как казалось что ещё немного рано для сдачи, но ему видимо с избытком хватило "испанской пытки" в течение одного дня. Дип Блю оценивал позицию примерно в 160 баллов в свою пользу. Выигрыш был близок, но фактически игра была ещё не закончена. Вероятно, Гарри начинал игру в приподнятом настроении, особенно когда Дип Блю закрыл центр. Но с этого момента, он был вынужден делать оборонительные ходы. Давление постоянно увеличивалось, и в конце концов он больше не смог его выдерживать.

После того как Гарри сдался, он больше ничего не сказал; на этот раз никакого послеигрового обсуждения не состоялось. Он и его окружение быстро покинули здание. Мы вышли на сцену зрительного зала под бурные овации. Наши [эмоции](#) били через край. Наш труд за последний год был наконец оценен миром. Мюррей, Джо и я время от времени спорили в прошлом, но около года назад мы отложили в сторону наши разногласия и вложились в работу ради общей цели. Мы объединились с гроссмейстерами, чтобы стать настоящей командой, и вся эта командная работа наконец окупилась. Лично для меня это был момент полного удовлетворения. Шесть месяцев работы, которые я провел над новым шахматным чипом, оказались полностью оправданы. За эти шесть месяцев, я вложил в проект физически и духовно. Отсутствие выходных дней на протяжении целых шести месяцев, возвращения домой поздно ночью, пробуждения несколько раз за ночь, чтобы проверить моделирование, всё вдруг стало приносить свои плоды. Мы были счастливы. Мы чувствовали себя подобно гордым родителям, которые увидели, как их новый ребенок только что сделал свой важный первый шаг.

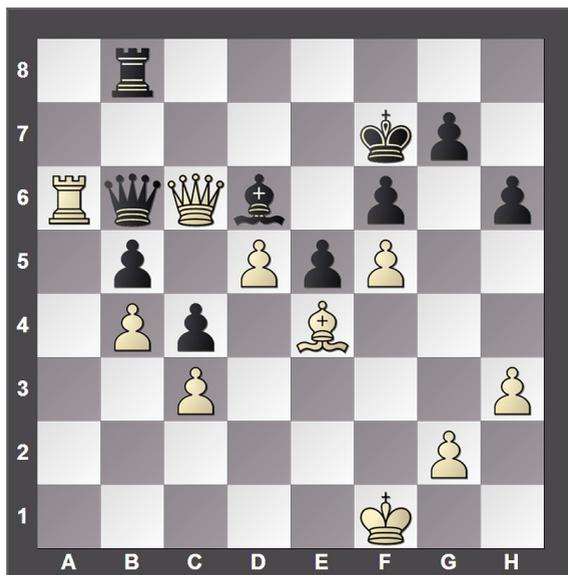
В начале второй игры Яссер не давал Дип Блю много шансов, но к её окончанию он изменил свое мнение и сказал: "Я мог бы гордиться этим". Морис Эшли согласился с ним: "Великолепная игра". Джоэл Бенджамин тоже был доволен: "Это партия, которой мог бы гордиться любой гроссмейстер, играй он за белых. Это не была игра в компьютерном стиле. Это были настоящие шахматы..." То была лучшая игра из когда-либо сыгранных компьютером.

Тем не менее, в бочке мёда присутствовала ложка дегтя.

На следующий день, который был днём отдыха, я проснулся рано утром. Всё ещё взволнованный после вчерашней игры, я пришёл в операционную комнату, чтобы почитать новости по Интернету. Одно из мест в Интернете, которое я посетил, был сайт Марка Кроутера "The Week In Chess". Мне довелось немного пообщаться с Марком несколько лет назад. Он считал, что компьютеры могут уничтожить шахматы, и поражение чемпиона мира по шахматам от компьютера, может привести к очень плохим последствиям для игры. Я же предполагал, что шахматные матчи человек-машина могут стать большим благом для шахмат, и возможное поражение чемпиона мира по шахматам от компьютера на самом деле может дать шахматному миру большие возможности. Грандиозная реклама может привлечь к игре внимание людей, и если шахматный мир сможет отреагировать положительно, и воспользуется рекламой, чтобы продемонстрировать все достоинства шахмат перед новой аудиторией, то это может способствовать значительному росту популярности игры. Марк не был в этом полностью убежден. Возможно он соглашался с моей логикой, но не был уверен в том, какова будет реакция шахматного мира.

Первое же высказывание о второй игре на веб-сайте Марка удивило меня. Он сделал безапелляционное заявление, что вторая игра должна была закончиться вничью. Моей первой реакцией было: "Марк не хочет признавать очевидного". Я бегло пробежался по анализу конечной позиции второй игры у Марка и перешел к другим новостным статьям, после чего вернулся в отель. За завтраком я сказал Мюррею, что Марк утверждает, будто вторая игра должна была закончиться вничью. Во время разговора с Мюрреем мне пришла в голову мысль: "А что если именно я - тот, кто не хочет признавать очевидного?". Я решил после завтрака перепроверить выложенный на веб-сайте анализ.

Я вернулся в операционную комнату и проверил предложенные в Интернете варианты вместе с Дип Блю Джуниор (основная машина в настоящее время использовалась для проверки вариантов нашей дебютной подготовки). Не прошло и двадцати минут, как меня настигло потрясение. Да, при наилучшей игре Гарри, эта позиция похоже действительно могла привести к ничьей. У белых был способ избежать повторения позиции, ведущего к немедленной ничьей, но последующее окончание, хоть и являлось чуть более приятным для белых, не могло быть выиграно. Два последних хода Дип



**Заключительная позиция 2-й игры.**

Блю в партии, оказались ошибкой. Ход 44. Kf1, перемещающий короля с поля g1 на f1, в ответ на Qb6+ Гарри, несмотря на то что всё ещё выигрывал, тем не менее создавал нам серьёзные затруднения. Лучшим ходом здесь стал бы 44. Kh1, который легко выигрывал, поскольку не создавал в дальнейшем для черных никаких шансов на ничью повторением позиции. Дип Блю сыграл 44. Kf1, потому что полагал, что может вынудить ферзей покинуть доску, а при белом короле находившемся ближе к центру окончание будет для него лучше. Реальным же виновником стал последний ход в игре, 45. Ra6, который позволял черным либо получить чуть худшее окончание или же очень отдалённую ничью повторением позиции. Позже я узнал, что первоначально ничейный вариант был найден путём кропотливой работы группы, включавшей в себя как шахматистов, так и шахматные компьютерные программы. Лучший ход черных, 45. ... Qe3, человеку увидеть довольно легко, но некоторые из последующих ходов черных для человека были не так уж и очевидны. Гарри явно не видел следующие ходы варианта, а потому и сдался.

После 45. ... Qe3 белые могли сыграть 46. Qd7+ или 46. Qxd6. Чтобы опровергнуть любой из этих ходов, вам потребуется провести достаточно глубокий и сложный анализ. Критически важные ходы появились в главной линии Дип Блю Джуниор всего лишь через несколько минут, но чтобы разобраться со всеми ответвлениями потребовалось около часа. Самый длинный вариант простирался на глубину около 30-ти полуходов. По идее,

Дип Блю мог бы справиться с 30-ю полуходами форсированных линий в режиме реального времени. Но существовала одна огромная проблема. Дип Блю, как и большинство других шахматных программ, использовал так называемую *таблицу перестановок*. Таблица перестановок позволяет шахматной программе избежать поиска в "той же самой" позиции дважды, то есть тогда, когда новая позиция является повторением старой, уже рассматривавшейся ранее. Проблема заключается в том, что на самом деле новая позиция не та же самая, что и старая. Они имеют разную историю предшествующих ходов. Как правило этот факт не имеет значения, но когда начинаются повторения позиции, программа может пропустить повторение, либо же обнаружить ложное повторение, вследствие использования таблицы перестановок. Иногда, когда программа продолжает поиск ещё глубже, проблема в конце концов решается сама собой, но бывает, что она всё же остаётся. Как бы то ни было, в данном случае либо Дип Блю не вёл поиск достаточно глубоко, либо таблица перестановок уводила его в сторону от возможности заметить потенциальную ничью повторением позиции.

С чисто шахматной точки зрения Раб - последний ход Дип Блю во второй игре, заслуживает того чтобы его отметили знаком "???" (это означает весьма сомнительно ход), так как он позволял превратить победу в ничью. Однако с психологической точки зрения этот ход скорее заслуживает знака "?!?" (!! - означает отличный ход, а ?!!! будет означать что-то вроде "весьма сомнительный, но отличный ход"). Он привёл к победе в игре, а в свете того что впоследствии произошло в матче, кто-нибудь может даже сказать, что этот ход выиграл матч.

### ***Буря в стакане воды***

Как только выяснилось что вторая игра, скорее всего, действительно ничейна, я тут же позвонил Мюррею. Мы оба почувствовали разочарование. Но с другой стороны, победа есть победа, и было бы очень интересно посмотреть на то, как Гарри отреагирует на эти новости. Не хотел бы я оказаться тем человеком, кто сообщит ему об этом. Что же касается команды Дип Блю, то нам было проще. Нашему кремниевому игроку это было совершенно безразлично.

Фредерик Фридель написал статью о том, как в лагере Каспарова узнали о потенциальных ничейных вариантах, и как Гарри отреагировал на эту новость. Надо сказать, что Фредерик имеет склонность к драматическим эффектам, поэтому я никогда не воспринимал его слова слишком буквально, особенно когда они имели отношение к Фрицу - коммерческой шахматной программе, которую он продавал. Но, так или иначе, в его отчете затрагивалось несколько вещей, отсутствовавших в других репортажах.

Согласно статье, работая допоздна после второй игры, Фредерик углублялся по потенциально ничейной линии и анализировал получаемые позиции, используя Фриц. С помощью Фрица он обнаружил ничейные ходы, не

зная, что они уже опубликованы в Интернете. И тем не менее, в тот момент он был не совсем уверен, действительно ли позиция ничейна. Что не удивительно. Дело в том, что варианты, которые ведут к ничьей повторением позиции находятся слишком глубоко, а потому нет ничего необычного в том, что Фриц не мог видеть повторений, если начинал анализ с конечной позиции второй игры<sup>7</sup>.

На следующее утро он попросил Юрия Дохояна, помощника Гарри в матче, зайти к нему в комнату, чтобы взглянуть на анализ. Далее Фредерик пишет: «На 46. ... Re8 Юрий резко втянул воздух и сказал: "Мы не смотрели этот ход". Он начал проверку моего анализа и через некоторое время пришел к шокирующему выводу - этот ход и в самом деле ведёт к ничьей». Из сказанного выше не ясно, подразумевало ли "мы" Юрия, в том числе и самого Гарри. Но достаточно и того, что Гарри упустил из виду как минимум один критически важный для ничьи ход во время самой игры. Не исключено, что он упустил его и в процессе своего собственного послеигрового анализа, когда в его распоряжении было столько времени, сколько ему было нужно.

О реакции Гарри Фредерик пишет: "Гарри схватился за голову и замер посреди Пятой авеню. Не было ни многословных тирад, ни брани, только ошеломленное молчание". Они шли в итальянский ресторан, и Фредерик так описывает происходившее в нём: "...этому обеду предстояло стать печальным. Но, на удивление, ничего подобного не произошло. Примерно через десять или пятнадцать минут, Гарри вдруг встрепенулся и начал рассказывать нам о каком-то русском фильме". Так что, по словам Фредерика, Гарри воспринял новость вполне нормально.

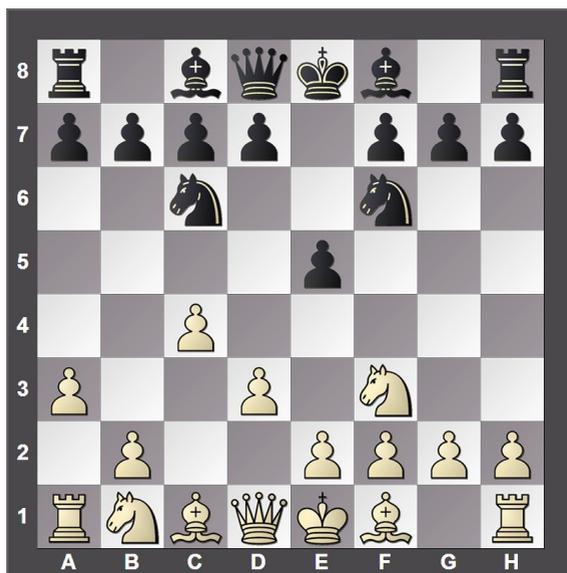
В то время как новость о потенциальной ничьей создала кризис в лагере Каспарова, главная тема обсуждения среди членов команды Дип Блю перед третьей игрой касалась вопроса - продолжит ли Гарри играть в антикомпьютерные шахматы. Первоначально мы думали, что он начнет играть в нормальные шахматы, потому что его антикомпьютерная тактика показала себя не слишком хорошо. Он выиграл первую игру, но ближе к её концу Дип Блю мог свести партию вничью. С нашей точки зрения, Гарри немного повезло, что Дип Блю не смог помешать ему, а возможно даже и выиграть партию. Вторая игра стала для него полной катастрофой. Гарри мог бы свести её вничью, так же как и Дип Блю первую игру, но он тоже не увидел ничейного варианта. Так или иначе, первопричиной поражения Гарри во второй игре явно стало его желание играть в антикомпьютерные шахматы, которые привели его к ужасным позициям, которые возможно и были бы хороши против других компьютеров, но оказались безрадостными против

<sup>7</sup> Не исключено что некоторые шахматные программы будут утверждать, что они видят повторение позиции, но если такое и произойдет, то вероятно это будут ложные утверждения, обусловленные использованием таблицы перестановок.

Дип Блю. Но это был анализ, основанный на чисто шахматных параметрах. А вот наш любительский психологический анализ душевного состояния Гарри приводил к совершенно иному выводу. У него была очень сильная воля; большинство людей даже сказали бы, что он может быть очень упрям. Он подошел к матчу с определенным планом, который по-видимому предполагал игру в антикомпьютерные шахматы. Скорее всего он не изменит своего плана, пока не убедится в его полной несостоятельности. Теперь, оглядываясь назад, было бы интересно узнать, что произошло бы, играй Гарри весь матч-реванш в нормальные шахматы. Я не знаю ответа, но полагаю что матч протекал бы похожим образом, и выигрыш в нём Дип Блю меня не слишком бы удивил.

К моменту начала третьей игры вся команда Дип Блю считала, что Гарри будет придерживаться антикомпьютерной стратегии, несмотря ни на что. Поэтому когда он сыграл 1. d3, это не стало для нас неожиданностью. Ход 1. d3, вероятно никогда ранее не игрался в шахматах высшего уровня. По иронии судьбы, этот ход мы использовали против одной шахматной программы, ещё во времена Дип Сот. Комментаторы в зале были шокированы таким решением. Майк Вэльво: "Боже мой". Морис Эшли: "Крайне осторожный ход. И производит просто шокирующее впечатление. Этот матч полон сюрпризов". Яссер Сейраван: "Я думаю, мы только что наблюдали новое слово в дебютной теории".

В начале третьей игры роль оператора выполнял Джо. Первые несколько ходов Гарри похоже пытался обмануть Дип Блю, разыгрывая как



Позиция перед 4. ... d6.

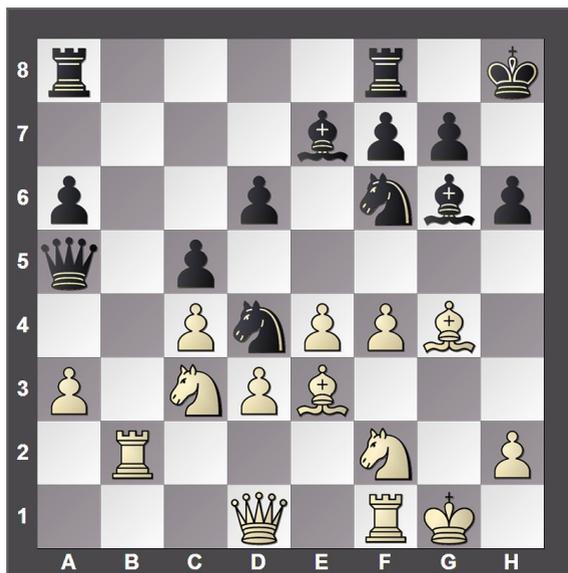
бы сицилианскую защиту, но белым цветом, и в то же время имея в запасе дополнительный ход, который мог оказаться критически важным в некоторых вариантах сицилианки. Ходом 4. ... d6, вместо рискованного d5, Дип Блю уходил в сторону от этой возможности.

После хода Гарри 5. Nc3, игра перешла в известную позицию английского начала. В этой позиции, когда-то британский гроссмейстер Майкл Адамс сыграл Ve7 за черных. И в результате этой, одной единственной партии сыгранной Майклом, Дип Блю стал сильно заинтересован в том, чтобы сыграть 5. ... Ve7. Многие комментаторы критиковали этот ход как несколько пассивный. После игры Мюррей откорректировал код, отвечающий за склонность к переходу в известные позиции. Майкл конечно очень хороший шахматист, но давать Ve7 большой перевес только потому, что он сыграл так один раз, показалось нам чрезмерным.



Позиция после 14-го хода.

После хода Дип Блю 14. ... c5, Гарри получил небольшое преимущество, но по утверждению гроссмейстеров, которые нашли время, чтобы поразмыслить над позицией после игры, положение Дип Блю казалось крепким. Однако вначале у некоторых гроссмейстеров складывалось впечатление, что позиция явно в пользу Гарри. Британский гроссмейстер Джон Нанн отмечал: "И в самом деле, Дип Блю разыграл дебют таким способом, который кажется очень странным на человеческий взгляд, так как он не соответствует ни одной из нормальных моделей игры в английском начале. В идеале, белые хотели бы привести в движение свои пешки королевского фланга, но



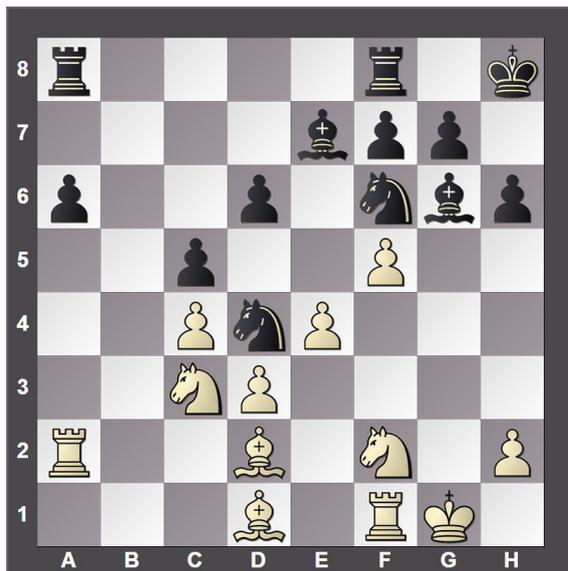
Позиция после 22-го хода.

этого не так-то легко добиться". Всё-таки иногда поиск со скоростью в две-три миллиона позиций в секунду приводит к новым, необычным решениям.

Первый критический момент в игре наступил после того как Дип Блю сыграл 22. ... Qa5, а Гарри ответил 23. Bd2. В этот момент у Дип Блю были две альтернативы - играть Q×a3 или N×g4. Сначала он отдавал предпочтение ходу N×g4, но в этом случае Гарри по-видимому получал бы слишком много игры, поэтому он сыграл Q×a3. Этот ход выигрывал пешку, но в обмен на неё Гарри получал серьёзную компенсацию.

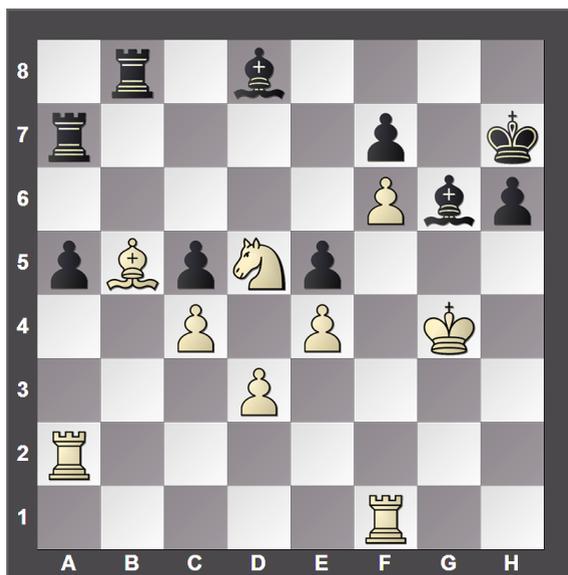
Второй критический момент игры наступил, когда Дип Блю сыграл 26. ... Bh7, позволяя Гарри вывести нашего белопольного слона из игры, на большую часть оставшейся партии. Мы были не слишком довольны этим решением - нас не устраивало то, что Дип Блю оценивал позицию в свою пользу. В лучшем случае позиция была примерно равна. После этой игры штраф за запертых слонов был увеличен. Альтернативный ход, Bh5, казался более подходящим, во всяком случае это была бы уже другая игра, с обоюдными шансами. Наша главная цель при повышении штрафа состояла в том, чтобы подтолкнуть Дип Блю к попыткам активизировать слона всякий раз, когда ему представится такая возможность.

Заключительная часть игры была не слишком примечательна. Ход Дип Блю, 40. ... Bc7, возвращавший пешку, стал последним трудным ходом. В середине игры я сменил Джо в качестве оператора. В течение последних нескольких ходов этой игры Гарри выглядел не слишком довольным. Дип



Позиция перед 26. ... Bb7.

Блю имел несколько худшую позицию, но создал нерушимую крепость. В последние пять ходов Дип Блю просто передвигал своего короля туда-сюда, а Гарри не мог предпринять ничего конструктивного. Он знал что это ничья, и я знал что это ничья, и остальной мир знал что это ничья, но



Позиция перед 40. ... Bc7.

после того что случилось во второй игре, Гарри не мог заставить себя сразу предложить ничью. А что если тут была победа? Я почувствовал жалость к нему, когда он долго и упорно размышлял, прежде чем абсолютно и полностью удостоверился, что не ошибается и предложил ничью.

После этой игры я был очень взволнован. Это был первый случай, когда в серьезной партии мы сыграли вничью путём создания крепости. Поэтому когда мы спустились в зрительный зал, я оказался не готов к вспышке Гарри.

Сперва он жаловался, что самое большое количество времени из всех своих игр Дип Блю потратил, когда отказался от хода Qb6 во второй игре. Ни один из нас не был уверен, о каком моменте говорит Гарри, но в любом случае память его подвела. Во второй игре Дип Блю отклонял Qb6 дважды - перед тем как сделать ходы 36. a×b5 и 37. Be4. Он потратил около 6,5 минут на ход 36. a×b5, что намного короче, чем примерно пятнадцать минут, потраченные им на 35. V×d6 - ход непосредственно предшествовавший a×b5. Кроме того, я почти уверен что ранее, в предшествующих играх с Гарри, Дип Блю уже тратил больше пятнадцати минут на другие ходы. Отклоняя Qb6 во второй раз, Дип Блю потратил чуть более трёх минут, что представляет собой обычное время, отпускаемое ему на размышления. Не ясно, какой из двух ходов имел в виду Гарри, 36. a×b5 или же 37. Be4. Некоторые из его замечаний во время матча, казалось указывали на то что его больше заботил ход 37. Be4, который, однако, был чисто позиционным ходом, и уж конечно не потребовал времени больше обычного. После матча некоторые шахматные программисты отмечали, что их программы могли бы сыграть 37. Be4 при небольших изменениях в своей оценочной функции. Следующее замечание Гарри кажется указывало на то, что его удивил ход 36. a×b5.

Он тогда сказал: "Я пожертвовал две пешки и имел кое-какие шансы. Но я не думаю, что эти шансы были достаточны". В то время я не понимал, о чём он говорит. Теперь, оглядываясь назад, всё это становится ясным. Он видел вариант с жертвой двух пешек - тот, о котором Яссер говорил в зрительном зале. Этот вариант был не слишком хорош. В то время никто из нас не понимал, что вариант Дип Блю содержал совсем иную жертву. Гарри описывал те варианты, которые он проверял на своих компьютерах, но ни один из них не видел за черных какого-либо способа спасти игру в варианте с жертвой двух пешек.

Далее он продолжил: "Эта машина, с компьютерной точки зрения, пропустила элементарную ничью". Когда я услышал такое, то воскликнул про себя: "Что?". Потенциальная ничья в конце второй игры едва ли элементарна для компьютера. Либо он получил очень плохой совет о том, на что способны компьютеры, или же он совершенно не разбирался в шахматных компьютерах. В оба объяснения трудно поверить. С ним

работали квалифицированные специалисты по компьютерным шахматам, и если бы он попробовал поручить Фрицу найти ничью, то знал бы, что найти ничью совсем не просто. Если уж Дип Блю пропустил ничью, то очевидно, что ничья не могла быть элементарной, разве что только вследствие аппаратной или программной ошибки. Замечание Гарри попросту не имело смысла.

Джоэл взял микрофон и по-простому разъяснил, в чём тут дело. Я думаю, он доступно всё объяснил для непрофессионалов.

Гарри однако продолжал жаловаться на то, как много времени Дип Блю потратил на отказ от Qb6 (на самом деле он потратил только 6,5 минут), как элементарна была ничья, и что компьютер не должен был пропускать элементарную ничью и в то же время отказываться от хода Qb6. Он также хотел увидеть варианты.

В этот момент Морис Эшли сказал: "Может я говорю вне очереди, но если я вас правильно понял, то вы считаете что возможно здесь было какое-то вмешательство человека в ход этой партии?".

Гарри сказал: "Это мне напоминает знаменитый гол забитый Марадоной в ворота сборной Англии в 1986 году. Он сказал, что это была рука Бога". Марадона тогда забил мяч в сетку рукой, и рефери ошибочно его засчитал. Мне показалось, что Гарри явно обвиняет нас в обмане, хотя бы и не совсем напрямую. Мы все были раздражены. Мне очень хотелось схватить микрофон, подойти к модели Дип Блю на сцене и сказать: "Ну что ж, мы можем открыть этот ящик и посмотреть, не находится ли внутри Бобби (Фишер)". За эти годы Гарри стал для меня чуть ли не товарищем и коллегой. Настолько, насколько это вообще возможно быть коллегой, не будучи им. Соревнование между командой Дип Блю и лагерем Каспарова было очень полезно для обеих сторон. Внезапно я почувствовал, что больше не хочу иметь с ним ничего общего.

Джоэл больше не мог это терпеть: «После матча, мы будем рады поделиться всем тем, что он увидел в данном случае. Но я думаю, что это определенно ошибка Гарри, давать позицию Фрицу или любому другому компьютеру и заявлять: "Вот оно, поведение компьютера. Это то, что Дип Блю должен думать и то, что он должен делать". Я думаю Гарри уже заметил по партиям сыгранным с Дип Блю, что это не обычный компьютер и играет он на совершенно ином уровне, чем какой-либо иной компьютер, с которым ему приходилось сталкиваться. Так что пожалуй ему пора прийти к пониманию того факта, что Дип Блю способен на многое вещи, которые, как он думал, были невозможны».

Джоэл возможно ещё несколько деликатно выразился. Но Гарри так никогда и не пришел к пониманию сказанного, даже после окончания матча, когда получил технический протокол Дип Блю для двух обсуждаемых им ходов. Я думаю, что часть проблемы заключалась в том, что он

запросил технический протокол не тех ходов. Ему следовало попросить технический протокол хода 35. В×d6 из второй игры. Посмотри он технический протокол хода 35. В×d6, то понял бы, что Дип Блю уже видел жертву трёх пешек, ещё когда закончил свой поиск на глубину в 10 полуходов для хода В×d6.

Другая часть проблемы Гарри заключалась в том, что он и в самом деле не знал, на что был способен Дип Блю. Решение избегать Qb6 на 36-м ходу носило в основном тактический характер, и являлось главным образом результатом расчетов. Если бы он и в самом деле изучал игры Дип Сот или Дип Сот II, то мог бы понять, что уже предшественники Дип Блю были способны производить тактические расчеты за пределом возможностей других компьютеров, даже если бы те увеличили скорость поиска до уровня Дип Сот или Дип Сот II. А ведь Дип Блю был примерно в тысячу раз быстрее, чем Дип Сот или Дип Сот II.

И последнее, но не менее важное: найти жертву трёх пешек очень трудно, по крайней мере для других компьютеров, и по-видимому для Гарри тоже. Пьер Ноло, французский шахматный журналист, как-то отобрал одиннадцать шахматных позиций которые, как он заявлял, были неразрешимы для любого компьютера в разумные сроки. Дип Сот II решил некоторые из них за стандартное турнирное время, отпускаемое на один ход, а где-то восемь или девять решил, потратив на каждую из позиций до одного дня. Некоторые из тех позиций, которые Дип Сот II решил, по-видимому всё ещё находятся за пределом возможностей лучших коммерческих шахматных программ<sup>8</sup>, даже если дать им целый год времени. Жертва трёх пешек, которая могла случиться после хода 36. Qb6, вполне возможно относится к тому же классу сложности.

### *По узкой дорожке*

Перед началом четвертой игры возникли серьезные опасения насчет того, появится ли на ней Гарри вообще. Его менеджер, Оуэн Уильямс, некоторое время разговаривал по телефону, и каждый почувствовал облегчение, когда пришло известие, что Гарри уже в пути.

Команда Дип Блю по большей части находилась в неведении относительно того что происходит, и узнала о случившихся событиях только несколько месяцев спустя. Ниже приводится реконструкция этих событий, исходя из опроса вовлеченных в дело людей.

По словам Кена Томпсона, который состоял в апелляционном комитете, в ночь после второй игры он получил запрос от Гарри. Тот хотел чтобы

<sup>8</sup> К тому времени как вы прочтёте эти строки, ситуация может измениться. Некоторые любительские программы неплохо справлялись с позициями Ноло после добавления единственных продлений. Некоторые из коммерческих программистов тоже вполне могут принять решение позаимствовать эту концепцию.

Кен прошелся по техническому протоколу второй игры и убедился, что всё было честно. Кен видел журнал в режиме реального времени и был хорошо осведомлен о том, что тогда происходило, но прежде чем дать ответ Гарри он захотел увидеть его снова, чтобы освежить свою память.

Кен попросил Си Джея распечатать технический протокол в день отдыха и Си Джей с готовностью согласился удовлетворить его просьбу. Кен сообщил Гарри, что его запрос принят. Позже Си Джей пообещал передать Кену запрашиваемый технический протокол второй игры на следующий день, около полудня. Кен видимо сказал другим членам апелляционного комитета, что проблема рассматривается. Согласно воспоминаниям Си Джея, кто-то из апелляционного комитета, по-видимому Монти Ньюборн, сказал ему тогда, что проблема решена. К сожалению это привело к тому, что Кен не получил технический протокол в указанное время, так как Си Джей думал что проблемы как таковой уже не существует. Где-то в это же время, кто-то из команды Каспарова сказал Си Джею, что Гарри хотел получить технический протокол для себя. Оуэн Уильямс позже ссылаясь на то, что IBM согласилась предоставить Гарри доступ ко всем техническим протоколам игр во время матча, но затем отказалась от обещания. Насколько я знаю, никто из IBM никогда не соглашался на то, чтобы Гарри получил доступ к техническим протоколам игр, пока продолжался матч. Одно из возможных объяснений может заключаться в том, что люди в лагере Каспарова по-видимому неверно истолковали то, что сказал им Кен.

Если бы это обсуждалось с командой Дип Блю, то мы бы никогда не согласились предоставить Гарри доступ к техническим протоколам игр в ходе матча. Технические протоколы Дип Блю содержали его "внутренние мысли" о том, как будет развиваться игра, какие гипотетические ходы, которые так и не появились в игре, он мог бы сделать, какие лучшие ходы от Гарри он ожидал, и так далее. Если бы у Гарри были технические протоколы, то он получил бы полный путеводитель по тому, как будет вести себя Дип Блю, правильно или же неправильно, при различных обстоятельствах. Даже новичок вооруженный техническими протоколами игр, располагающий очень хорошей памятью и помощью команды хороших гроссмейстеров, получил бы возможность противостоять Дип Блю, используя простое запоминание последовательности выигрышных линий. Гарри же, помимо того что он возможно сильнейший из когда-либо игравших гроссмейстеров, обладает феноменальной памятью. Предоставление прямого доступа к техническим протоколам игр Дип Блю, эквивалентно передаче ему, буквально на блюдечке, кремниевой головы Дип Блю и 700 000 долларов в придачу.

Как бы то ни было, когда Кен за несколько минут до начала третьей партии спросил Си Джея о техническом протоколе, то Си Джей, вероятно думая, что тот спрашивает о возможной передаче технического протокола

Гарри, ответил решительным "нет". Тогда Кен сказал Гарри, что его запрос отклонён. Гарри скорее всего уже находился не в лучшем состоянии, после того как выяснилось что финальную позицию второй партии можно было спасти. К тому же, тот факт что в третьей игре у него были белые фигуры, и игра закончилась вничью, надо полагать тоже не улучшил его настроение. Поэтому неудивительно, что после игры он набросился на команду Дип Блю. На мой взгляд, вся эта цепочка событий не делает взрыв негодования Гарри вполне допустимым, но по крайней мере делает его более понятным.

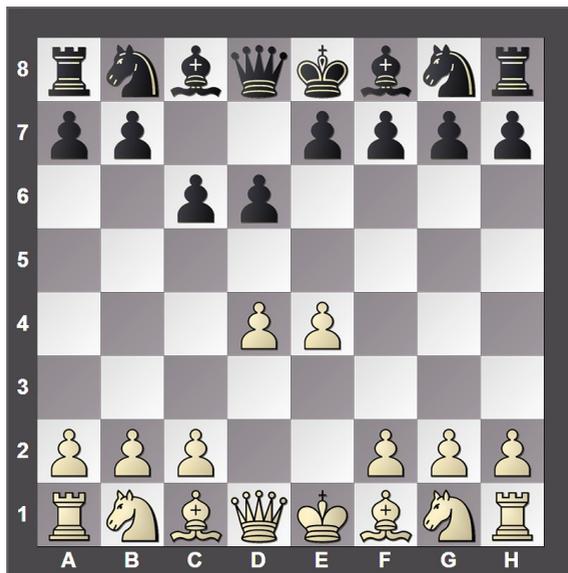
К утру, в день четвертой игры Кен начал сердиться на Си Джея, и сообщил, что не придёт в операционную комнату, если ему не будет предоставлена распечатка. Тогда Кену, который находился в своем офисе в Нью-Джерси, был сделан телефонный звонок, с гарантиями от IBM, что ему будет предоставлена распечатка, как только он появится на месте. Тем временем Оуэн заявил, что возможно Гарри не будет играть. Позже Гарри сказал, что он никогда не говорил, что не будет играть. Всё повисло в воздухе, почти до самого времени начала игры, когда стало известно, что Гарри уже в пути. В конечном итоге Кен всё-таки получил технический протокол и сообщил Гарри о его получении за десять минут до начала четвертой партии.

Но поговорим теперь о самой игре.

Во время четвертой партии Яссер сказал: "А Тёмно-Синий то, кажется, обкакался" - и весь [зрительный зал](#) захохотал. Действительно, четвертая игра привела к самому тревожному моменту в матче, хотя Дип Блю и ухитрился сделать ничью. Это была яркая игра. Гарри пожертвовал пешку с далеко идущими последствиями, которые Дип Блю было трудно полностью оценить. К тому же после этой партии мы обнаружили ошибку в оценке безопасности короля, которая проявила себя ещё в первой игре. Я уверен, что если разберу эту игру поподробнее, то найду ещё много новых идей по улучшению Дип Блю.

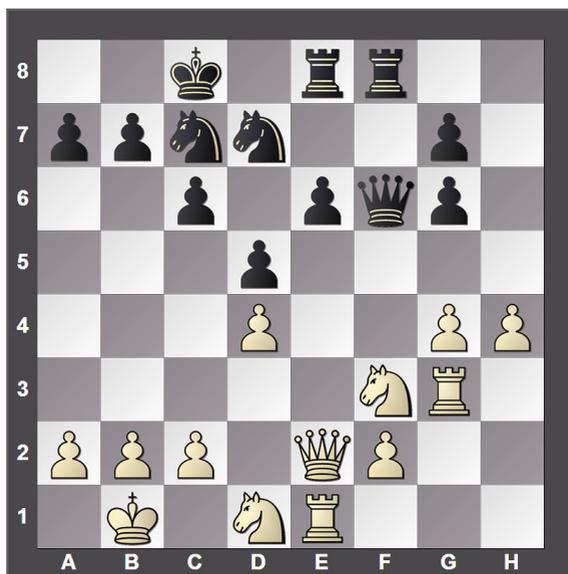
На ход Дип Блю, 1. e4, Гарри ответил защитой Каро-Канн, 1. ... c6. Он снова не стал играть свою любимую сицилианскую защиту, хотя сейчас это уже не являлось сюрпризом. Мы конечно ожидали, что он продолжит играть странные вещи. Однако уже следующий ход Гарри, 2. ... d6, заставил комментаторов в зрительном зале и в пресс-центре поломать голову в размышлениях на тему - "Как же это называется?".

Во время этой игры в операционной комнате находился гроссмейстер Мигель Ильескас. На начальной стадии партии я тоже присутствовал там. Мигель был одним из самых жизнерадостных людей, что я когда-либо встречал. Он почти всегда находил какие-то положительные моменты, говоря о ходах Дип Блю. Это человек, который должен находиться рядом, когда вы нуждаетесь в ободрении, а в этой игре мы определенно нуждались в ободрении.



Позиция после 2. ... d6.

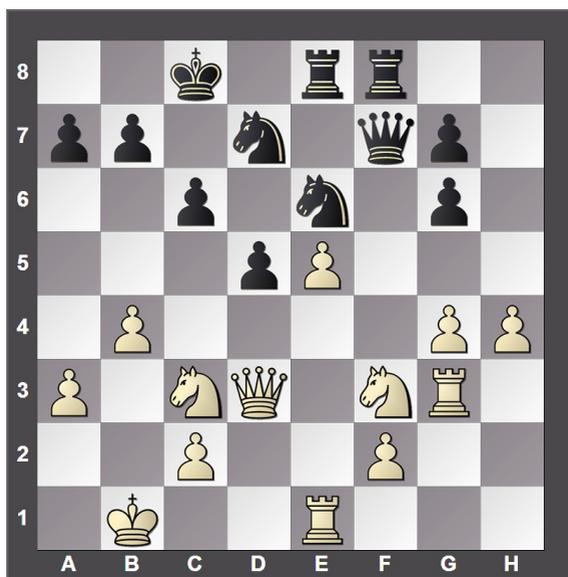
В начале игры Мигель довольно оптимистично оценивал шансы Дип Блю. К двадцатому ходу машина казалось разрешила все дебютные проблемы, и была готова приступить к каким-нибудь реальным действиям. И в этот момент, Гарри предложил ошеломляющую жертву пешки, 20. ... e5.



Позиция перед ходом Каспарова 20. ... e5!.

Когда Мигель увидел этот ход, то он интуитивно назвал жертву хорошей. Дип Блю же, даже ещё не сделав свой ход, уже оценивал её как разумную.

Далее Дип Блю сделал некоторые ходы, которые выглядели довольно странно для человеческого глаза. Ход 26. b5, как порицался, так и хвалился различными комментаторами. Сам Гарри дал ходу высокую оценку. Нам же ход не понравился, в результате чего на следующий день началась охота на ошибку в программной части оценочной функции. Джо стал тем, кто наконец нашел и исправил ошибку, связанную с этим ходом и с подобным ему ходом из первой игры. Странные ходы Дип Блю непосредственно перед b5, были по-видимому вызваны той же ошибкой.



Позиция перед ходом Дип Блю 26. b5.

После странного хода Дип Блю на b5, по мере того как позиция стала проясняться, у Мигеля начали появляться дополнительные соображения по ней. Между тем положение продолжало ухудшаться, и даже Мигель начал беспокоиться. Дип Блю начал оценивать позицию как лучшую для Гарри. А ведь день начинался так обнадеживающе - у нас оставалось две игры белым цветом из трёх. Но сейчас дела выглядели неважно.

В этот момент в операционной комнате появился неожиданный гость. Председатель и главный исполнительный директор ИВМ, Лу Герстнер, принял решение нанести команде визит. В комнате оказался и Брюс Вебер, журналист из "Нью-Йорк таймс". На следующий день в "Нью-Йорк таймс" напечатали патетический комментарий Лу к матчу: "Я думаю, мы должны рассматривать это как шахматный матч между величайшим шахматистом в мире и...", короткая пауза, "Гарри Каспаровым".

После этого никто из нас не захотел испортить момент и сказать Лу, что кажется Дип Блю попал в беду. Лу побыл с нами около пяти минут, а затем ушел.

Когда у Мигеля появилось время, чтобы повнимательнее присмотреться к позиции на доске, он сразу же стал очень недовольным, таким недовольным, каким мне его не приходилось видеть на протяжении всего матча. Он считал, что Дип Блю может не удержать эндшпиль, который как представлялось, будет неблагоприятным. Тем не менее, оценка позиции Дип Блю ни разу не опустилась ниже уровня в минус полпешки. В это время оператором Дип Блю был Мюррей. Если уж Мигель так недоволен позицией, то Мюррей должно быть чувствовал себя ещё хуже.

На сорок третьем ходу Гарри, у Дип Блю сработало самозавершение программы. Перед началом матча Джо добавил кусок кода, который следил за эффективностью параллельного поиска и самостоятельно прекращал работу программы, если его эффективность падала слишком низко<sup>9</sup>. По мнению Джо, в таком случае предпочтительнее было бы начинать с нуля. Этот случай срабатывания кода самозавершения, стал одним из двух за весь матч-реванш. В третьей игре Дип Блю также завершил работу самостоятельно, но это случилось в самом начале игры, сразу же после восьмого хода машины, однако уже в тот момент, когда Гарри думал над своим ходом. Прежде чем перезапустить программу, нам пришлось ждать до тех пор, пока Гарри не сделает свой ход, и использовать для перезапуска наше собственное игровое время.

После того как сработало самозавершение программы в четвертой игре, я взял на себя функции оператора Дип Блю. Гарри коротко спросил, что происходит и был удовлетворен, когда я сообщил ему, что программу необходимо перезапустить. Так получилось, что на сорок третий ход Гарри, Дип Блю мог дать только один легальный ответ, так что он точно знал, как сыграет машина, когда придёт его очередь хода. Наша проблема предоставила ему дополнительное свободное время, чтобы подумать о позиции, пока шли часы Дип Блю. После матч-реванша мы узнали, что Гарри расстроился от того что Дип Блю "ломался" много раз, и он предполагает что "поломки" были подозрительны и отвлекали его. Лично я предпочел бы, чтобы Джо не использовал механизм подобный коду самозавершения, но я ведь не находился на месте Джо. Впрочем, я сильно сомневаюсь, что Гарри действительно отвлекся на два случая самозавершения программы, и уж конечно там не было ничего подозрительного, особенно в случае с четвёртой игрой. Ведь в данной ситуации вы просто не могли нарушить правила шахмат и сделать некорректный ход.

<sup>9</sup> Пояснение для тех читателей, кто также является и специалистом по компьютерам - эффективность могла упасть очень сильно, когда случалась взаимная блокировка в параллельной системе. Кроме того, всё могло пойти не так и по другим, неизвестным причинам.

Покидая операционную комнату, я ожидал катастрофы, но к тому времени, когда Дип Блю был перезапущен, позиция уже выглядела намного лучше. Ранее я просто слушал, как Мигель говорил о том, что положение безнадежно. Теперь же я смотрел на линии Дип Блю самостоятельно, а те поднимались, и как казалось к ничьей. Позиция на доске относилась к ладейным окончаниям. На шахматном чипе были размещены эндшпильные ROM (Постоянное Запоминающее Устройство), которые содержали набор знаний по ладейным окончаниям, подходящих к данному случаю. Дип Блю также имел доступ к базе данных пятифигурных ладейных окончаний, но в этой игре база данных не пригодилась. После пятидесяти шестого хода Дип Блю позиция стала совершенно ничейной. Гарри развел руками, и прежде чем сделать какой-либо ход, предложил - "Ничья?". Такое предложение ничьи было необычно. Как правило, ничья предлагается *сразу же после* сделанного хода. Так или иначе, я незамедлительно принял его предложение.

Была ли у Гарри победа где-то в эндшпиле? Это неизвестно. Многие аналитики утверждали, что нашли выигрывающие линии, но при более тщательной проверке ни одна из них не получила подтверждения.

После четырех игр в матче сохранялось абсолютное равенство - по два очка у каждой стороны.

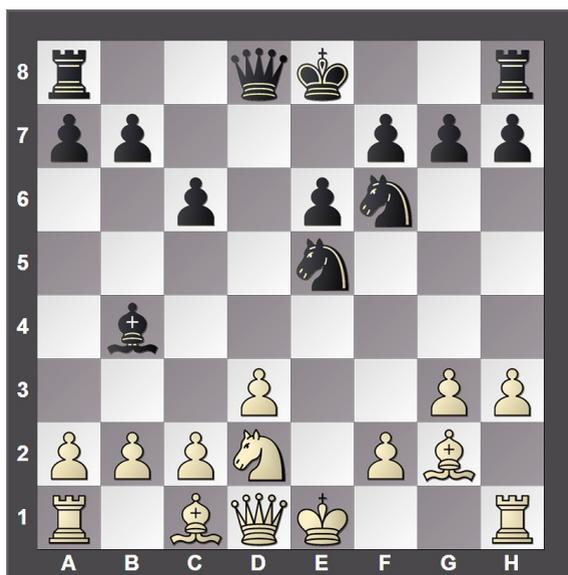
### ***После стаканчика или двух***

За четвертой игрой последовали два дня отдыха. Во время матча в Филадельфии между играми четыре и пять был только один день отдыха, но в ходе переговоров относительно матч-реванша Гарри специально попросил дополнительный день. Дополнительный день вероятно обошелся IBM по меньшей мере в 100 000 \$, только за аренду места игры и оборудования.

На самом деле, конечно же, "дни отдыха" не были днями отдыха для команды Дип Блю. Мы трое, вместе с гроссмейстерами, тяжело работали, пытаюсь решить проблемы которые выявились в ходе партий, или же занимались поиском потенциальных проблем в тренировочных играх и тестовых позициях. Критически важные ошибки в оценке передавались на исправление Джо. Одна из матчевых игр подтолкнула Мюррея к внесению принципиальных изменений в оценочную функцию. Таким образом, мы и сами учились у Гарри. Я провёл Дип Блю Джуниор сквозь огромный набор тестовых позиций и обнаружил несколько ошибок, которые Джо оперативно исправил. Гроссмейстеры продолжали работать над дебютами, хотя сейчас уже и стало ясно, что дебютная подготовка Дип Блю вряд ли подвергнется проверке на прочность. Когда мы завершали исправление ошибок, гроссмейстеры играли против Дип Блю Джуниор несколько тестовых игр, чтобы удостовериться что модифицированная программа действительно стала лучше. Так продолжалось на протяжении большей части этих двух дней.

В пятой игре Гарри вернулся к той же базовой структуре позиции, которую он разыгрывал в первой партии, но с небольшим отклонением. На **четвертом** ходу Дип Блю решил разменять своего слона на коня, лишаясь возможности использовать преимущество двух слонов. В обмен на преимущество двух слонов Дип Блю получал лучшее развитие фигур. В операционной комнате, мы могли видеть это из главной линии Дип Блю. Отказ от одного из слонов был вполне разумным выбором. Никто из команды Дип Блю особо не задумывался над этим ходом. Это был всего лишь очередной ход. Но мы также понимали, что у Гарри могут быть с ним проблемы. Некоторые комментарии из лагеря Каспарова указывали на то, что у них было очень упрощенное представление об оценочной функции Дип Блю. После первой игры в лагере Каспарова по-видимому считали (также как и Яссер Сейраван), что Дип Блю оценивает слона гораздо выше чем коня, и может пойти на серьезные уступки чтобы сохранить его. Замечание Гарри на послематчевой пресс-конференции показывало, что он и в самом деле был удивлен решением Дип Блю разменять слона на коня. Интересно, принимал ли он во внимание возможность того, что Дип Блю на самом деле может оказаться гораздо сложнее устроен, чем он себе представлял.

Некоторые представители прессы по-видимому приняли упрощенную точку зрения Гарри о том, как Дип Блю оценивает позицию. Во время этой игры я зашел в пресс-центр, чтобы дать несколько интервью, и был удивлен повторяющимися вопросами о том, корректировали ли мы относительную стоимость слона и коня перед игрой. Журналисты хотели как лучше, но во-



Позиция перед 11. ... h5.

прос звучал подобно тому, как если бы они спрашивали: "Вы сейчас использовали вашу левую руку, чтобы поднять книгу. Изменяли ли вы сравнительную ценность вашей левой и вашей правой руки?"

После одиннадцатого хода Гарри, Дип Блю обладал уже значительным перевесом в развитии фигур. В этот момент Дип Блю сделал ход h5, перемещая свою пешку на вертикали h на два поля вперед. Гарри, начавший было записывать ход Дип Блю на своём бланке, приостановился и взглянул на Мюррея, выполнявшего функции оператора в этой игре. Мюррей слегка кивнул Гарри, показывая что Дип Блю действительно сделал этот ход. Гарри был удивлен. То же самое произошло и со всеми нами в операционной комнате. Первая реакция Джоэла: "Мне не нравится этот ход. Но я не могу сказать, что с ним не так". Мгновенный отклик Мориса Эшли в зрительном зале: "Нет!". Яссер: "Гарри должен быть доволен! Кто программировал эту машину?". Морис: "Я предполагал, что мы увидим какие-нибудь странные ходы, и мы их увидели. Это - странный ход!". Мигелю, по-видимому, ход сперва тоже пришелся не по душе, но подумав, он сказал: "Ну, может быть один или два игрока из первой десятки могли бы так сыграть, но только после стаканчика или двух". Я никогда не спрашивал Мигеля, что он имел в виду. Но я интерпретировал его слова следующим образом. Ход h5 сигнализировал Гарри: "Если вы рокируетесь на королевском фланге, то я буду вас атаковать". Как правило, даже игрок из первой десятки не осмелился бы действовать против Гарри так агрессивно. Дип Блю очевидно понятия не имел, что с ним играет сам Гарри Каспаров. Послематчевый комментарий Гарри указывает на то, что он был просто потрясен этим ходом: "Ни один компьютер не играет h5!". Интересно отметить, что в пресс-центре во время игры отреагировали на h5 как на компьютерный ход, причём некоторые люди вставляли слово "глупый" перед словом "компьютерный". Но аналитики позднее хвалили этот ход, как сложную позиционную идею.

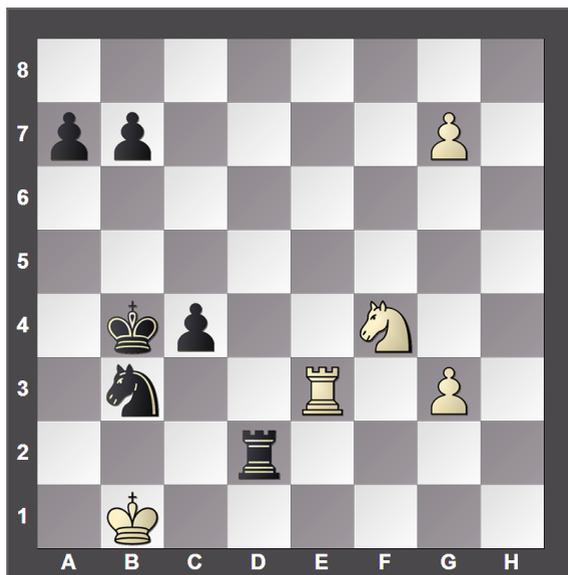
Два года спустя ход h5 оказался в центре полемики в Интернете. Когда я в первый раз услышал послематчевый комментарий Гарри о том, что "ни один компьютер не играет h5", я понятия не имел, хвалит ли Гарри нас или же обвиняет. Сразу после самой игры Клара Каспарова спросила своего сына, не произошло ли чего-нибудь неладного. Тот ответил, что это была типичная компьютерная игра; таким образом конечно существует вероятность что он хвалил нас. Однако в 1999 году, в интервью одному шахматному журналисту, он кажется подразумевал, что его заявление было обвинительным. Шахматный журналист опубликовал в Интернете, утверждение Гарри о том, что ни один компьютер не играет h5, а следовательно мы жульничали (по крайней мере мы это так поняли). Буквально в течение нескольких часов кто-то в Интернете указал, что по меньшей мере одна коммерческая шахматная программа тоже играет h5. Шахматный журналист во время интервью случайно узнал, что у Гарри на его ноутбу-

ке, находившемся всего в нескольких шагах от него, была установлена та самая коммерческая шахматная программа. Таким образом, Гарри не только ошибочно обвинял нас, но кажется даже не удосужился проверить, может ли какая-нибудь из имеющихся у него шахматных программ сыграть h5. Почему же коммерческая шахматная программа выбрала ход h5? Я не знаю. Это могло быть хорошее программирование, плохое программирование или просто следствие чистой удачи.

Когда я увидел ход Дип Блю на h5, то точно знал, какие именно аппаратные признаки оценки подтолкнули его к такому решению. Перед матч-реваншем, в течение последних двух месяцев разработки чипа, я внёс радикальные изменения в аппаратные средства оценки безопасности короля. Перед рокировкой аппаратными средствами вычислялись три группы оценки безопасности короля: одна для рокировки на королевском фланге, одна для рокировки на ферзевом фланге, и ещё одна для случая, когда король оставался в центре. Реальная оценка безопасности короля - это взвешенная линейная комбинация всех трёх, с весовыми коэффициентами на основе их сравнительного ранжирования и учёта препятствий совершению рокирующих ходов. У обычных шахматных программ оценка безопасности короля гораздо проще. Чтобы избежать проблем с безопасностью короля, шахматные программисты обычно активно препятствуют тому, чтобы их программы делали ходы подобные h5, потому что в перспективе это нарушает безопасность короля при рокировке на королевском фланге, даже если программа могла бы благополучно рокировать и на ферзевом фланге. Поскольку Дип Блю был в состоянии самостоятельно определять, может ли он безопасно рокировать на ферзевом фланге, то мы просто позволяли ему делать всё, что он посчитает необходимым. В позиции которая случилась в игре, Дип Блю всегда мог безопасно рокировать на ферзевом фланге, и поэтому с его точки зрения ход h5 был вполне разумным.

После двадцать второго хода Дип Блю полагал, что у него есть небольшой перевес. Моё настроение улучшилось и я начал подумывать: "А не выиграем ли мы эту партию?". И только я оживился, как был вызван в пресс-центр, давать интервью. Гарри по-видимому тоже считал, что у него неприятности. Однако к тому времени когда я вернулся в операционную комнату он умело, буквально на цыпочках, обошел все потенциальные проблемы. Примерно в это же время Дип Блю сделал ход который привел к некоторым позиционным проблемам, но Гарри не нашел лучшего продолжения.

На сороковом ходу Дип Блю оценивал позицию как равную. Гарри позже утверждал, что ещё в этот момент, за девять ходов до окончания партии, он видел как может закончиться игра. В то же время комментаторы на сцене зрительного зала почти до самого конца партии не видели, чем всё закончится. Окончание партии выдалось довольно занимательным. На первый взгляд у Гарри была проходная пешка, которую, как каза-



**Заключительная позиция пятой партии. Ход белых.**

лось, очень трудно остановить. Однако Дип Блю, вместо того чтобы пытаться остановить проходную пешку, создал матовую угрозу. После того как Гарри парировал матовую угрозу, Дип Блю сразу же пошел своим королем вперед, не обращая внимания на проходную пешку. В заключительной позиции Гарри уже готов был превратить свою проходную пешку в ферзя, но всё это уже не имело значения, поскольку Дип Блю собирался начать серию ходов ведущих к ничьей вечным шахом.

После того как последовало соглашение на ничью, Гарри остался сидеть за шахматным столиком и начал разговаривать с матерью на русском языке. Вскоре игровая комната наполнилась людьми. Там находилось несколько человек Гарри, а так же Кен и Си Джей. В операционной комнате мы пребывали в растерянности, не зная что происходит. Нам сказали не заходить пока в игровую комнату. Вскоре стало известно, что Гарри хочет, чтобы технические протоколы всех игр были распечатаны, опломбированы и переданы в распоряжение арбитра матча, Кэрл Джареки. Днём ранее он сделал официальный запрос о том, чтобы все технические протоколы игр были распечатаны и помещены в запечатанные конверты. Апелляционный комитет проголосовал против того чтобы *требовать* от IBM поступить так, но он также предложил IBM *рассмотреть* возможность это сделать. Гарри был оповещён о решении комитета. Только непосредственно перед самой игрой в IBM приняли решение удовлетворить его просьбу, изменив тем самым ранее принятое решение. Таким образом, проблему удалось решить быстро, хотя и не без некоторой заминки. При печати протоколов принтер

замял бумагу, так что потребовалось дополнительное время на то чтобы это исправить, и к тому же не нашлось достаточного количества бумаги и времени, чтобы напечатать технические протоколы всех игр. Был напечатан только технический протокол пятой игры. На следующий день два комплекта технических протоколов игр были напечатаны и переданы Кэрл Джареки и Кену Томпсону.

После того как Кэрл получила семьдесят две страницы технического протокола пятой игры и поместила их в свой портфель, она пришла в пресс-центр и проинформировала прессу о том, что же произошло. Ранее Кэрл уже имела честь быть арбитром матча на первенство мира 1995 года между Каспаровым и Анандом. Завершая свой брифинг, Кэрл сравнила оба матча: "Я скажу вам одну вещь. Этот матч намного более захватывающий, чем матч за звание чемпиона мира".

Она имела в виду не только саму игру.

### ***Азартная игра на 300 000 \$***

После пяти игр в матче сохранялось равенство - каждая из сторон набрала по 2,5 очка. В последней партии Дип Блю предстояло играть белыми фигурами. Если Гарри не удастся каким-либо образом выиграть последнюю партию черными, то состоится историческое событие. Дип Блю может стать либо первым компьютером, который сыграл вничью с чемпионом мира по шахматам в официальном матче или, что еще лучше, первым компьютером который победил чемпиона мира по шахматам в официальном матче.

Между тем всюду разгулялись спекулянты, перепродавая билеты ценой 25 \$, аж за 500 \$. Если бы вы купили один из билетов за 500 \$, то заплатили бы около 10 \$ за каждую минуту игрового времени, поскольку шестая игра продолжалась менее часа.

Лично я перед шестой игрой чувствовал себя спокойно. Мюррей, Джо и я, долго и упорно работали, чтобы достичь этой минуты. В матче наблюдалось равенство. Дип Блю играл белыми, так что наши шансы по меньшей мере на ничью в матче были довольно велики. Однако мы уже не могли реально повлиять на ход дальнейших событий. "Будь что будет" - сказал я себе. Да, мои двенадцатилетние труды могли наконец завершиться, но в данный момент я мог только наблюдать. Единственное чего я хотел, так это просто хорошей, желательно превосходной, игры с обеих сторон, и чтобы историки впоследствии говорили о матче: "Ни одна из сторон не заслуживала поражения". Я не беспокоился о том, увидим ли мы "антикомпьютерного" или же нормального Гарри. После такой плотной борьбы в матче я просто хотел хорошей схватки, как и подобает потенциально историческому событию.

Большинство сотрудников IBM тоже находились в приподнятом настроении, за исключением людей отвечавших за связи с общественностью. Они готовились к буре, которая должна была последовать в случае если Дип Блю сыграет вничью или выигрывает матч. Гарри был недоволен тем, что

в матче всё ещё сохранялось равенство. Что он скажет если проиграет матч, впервые в своей жизни? Да, здесь нет ошибки. До матч-реванша 1997 года, Гарри никогда не проигрывал ни одного шахматного матча в своей профессиональной карьере. Он был близок к проигрышу Анатолию Карпову в своем первом матче за звание чемпиона мира, но тот матч был отменен, когда у Анатолия по-видимому начались проблемы со здоровьем. Некоторые люди были обеспокоены тем, что Гарри резкоотреагирует на проигрыш матча. Это мнение стало для меня сюрпризом. Да, что и говорить, матч-реванш во многих отношениях значил больше, чем даже матчи на первенство мира. Специалисты по связям с общественностью готовились как к извержению вулкана. Команду IBM попросили наряжаться по этому случаю, а также специально попросили не улыбаться во время церемонии закрытия, особенно если Дип Блю выиграет матч. Они не хотели раздувать огонь, который мог перерасти в настоящее извержение.

Перед началом игры атмосфера в зрительном зале была праздничной. Под смех и аплодисменты зрителей были показаны видеосюжеты о матч-реванше из телепередач "Поздно ночью с Дэвидом Летгерманом" и "Шоу сегодня вечером, с Джейм Лено".

Оператором на последней игре был Джо, а Мюррей находился в резерве. Я же окончательно и бесповоротно решил, что в этот особенный день, после всех этих двенадцати лет, я не буду работать. Это будет мой день, только как зрителя.

Игра началась, так же как и четвертая игра, с защиты Каро-Канн. На этот раз, вместо того чтобы разыграть странный боковой вариант, как он сделал это в четвертой игре, Гарри выбрал главную линию. Дип Блю тоже разыграл главную линию за белых; фактически это был основной вариант который использовал Гарри играя белыми против Анатолия. Гарри находился на знакомой территории, хотя и по другую сторону шахматной доски.

На седьмом ходу, потратив на раздумья около двух минут, Гарри сыграл 7. ... h6. Дип Блю тотчас же ответил N×e6, отдавая коня за пешку. Гарри выглядел несколько удивленным, но затем, как и Дип Блю, очень быстро сделал несколько следующих ходов. Обе стороны продолжали следовать дебютной книге.

В зрительном зале Яссер говорил, что Гарри совершил промах, перепутав ходы. Ещё он сказал, что Гарри находится в состоянии испуга и смятения. В операционной комнате никто из нас, включая Кена, не поверил в это. Было немислимо, чтобы Гарри, с его легендарной памятью, мог забыть дебютный вариант который он играл много раз, хотя обычно и за белых. Выражение лица Гарри тоже больше напоминало удивление, а не испуг или смятение. Эти эмоции придут позже.

Так что же случилось? На следующий день в газете цитировали международного мастера из команды Каспарова говорившего, что ход 7. ... h6 был одним из намеченных заранее. Несколько месяцев спустя в интервью,



**Позиция после хода Каспарова 7. ... h6.**

Гарри и сам заявил, что сожалеет о решении играть 7. ... h6. Таким образом, этот ход никогда не был просто произвольным движением пальцев, как это преподносилось в новостных статьях сразу же после матча. Он сыграл именно то, что готовил.

Так почему же Гарри решил сделать этот ход? Обычно после жертвы коня положение черных считается, в лучшем случае, трудным. Но это справедливо для партий играемых между людьми, но не для партий между компьютером и человеком. У коммерческих шахматных программ, по всей видимости, есть серьезные проблемы с тем чтобы избежать поражения при игре за белых! Некоторые гроссмейстеры пытались играть за черных против ведущих коммерческих шахматных программ, начиная с позиции из партии, и смогли победить во всех играх. Но этот факт выплыл наружу гораздо позже окончания матча, ко времени, когда средства массовой информации уже обратились к иным сюжетам. В общем, то как сыграл Гарри на седьмом ходу шестой игры, было антикомпьютерным, и очень рискованным шахматным ходом.

Но как у Гарри возникла идея играть 7. ... h6? На послематчевой пресс-конференции казалось, что он винит в этом своих помощников. Существовали и другие возможные причины. Некоторые из ведущих коммерческих шахматных программ, в то время имели в своих дебютных книгах прямой запрет на жертву коня, предпринятую Дип Блю. Таким образом очевидно, что большинство коммерческих шахматных программистов знали, что их

программы не могут нормально разыгрывать вариант с жертвой. Во время матча ходили какие-то слухи о том, что Гарри считал, будто Дип Блю использует дебютную книгу одной из коммерческих шахматных программ. В таком случае становился понятен его расчёт на то, что Дип Блю отступит своим конем, как это делали другие программы. Это давало Гарри намного лучшую позицию, чем та которой он мог бы добиться в обычных вариантах. В отношении же "маловероятного" случая, что Дип Блю предпримет жертву коня - на это существовала хорошая статья в мартовском номере журнала Международной ассоциации компьютерных шахмат за 1997 год, написанная гроссмейстером Тимошенко - одним из бывших секундантов Гарри. Тимошенко там разыгрывал как раз тот самый вариант, причём ни с кем иным, как с Фрицем - шахматной программой распространяемой Фредериком Фриделем, консультантом Гарри по компьютерным шахматам. Тимошенко пришел к следующему выводу: "После жертвы коня, черные имеют достаточно возможностей для защиты".

Так что потенциально существовало много причин за то, чтобы выбрать ход 7. ... h6. Во-первых, Дип Блю мог просто отступить конём. В этом случае Гарри очень легко уравнивал. Во-вторых, Дип Блю мог "не понять" как развивать атаку. Тогда Гарри выиграл бы игру, и это привело бы к здравицам в честь человеческой расы. (Хотя, на мой взгляд, создание Дип Блю по большому счету более важное достижение человечества). Третье - и это с большой натяжкой - если Дип Блю "поймёт" позицию и победит его, то сторонний наблюдатель всегда может сказать что последняя игра не считается, и учитывая что вторая игра могла бы закончиться вничью (впрочем, так же как и первая игра), то фактически Гарри является победителем матча. Верите или нет, но и в самом деле нашлись люди, которые использовали этот аргумент, когда высказывали мнение о том, что Дип Блю был проигравшей стороной в матче. Но, пожалуй, это всё-таки слишком сомнительно полагать, что Гарри планировал использовать именно такой, третий сценарий.

К одиннадцатому ходу Дип Блю вышел из своей дебютной книги. Ещё только начиная расчеты, он сразу же показывал себе перевес примерно в одну пешку, даже не смотря на то, что по факту, он материально уступал около двух пешек. Таким образом, Дип Блю оценивал стоимость позиционной компенсации почти в три пешки. Примерно в это же время к нам заскочил Мигель и спросил, какая оценка позиции у Дип Блю. После того как мы сообщили ему оценку, он широко улыбнулся. Мы все знали, что матч фактически закончен. Стоит только Дип Блю получить инициативу, и при этом понимать что он ею владеет, то его было не остановить. Фактически, ещё примерно месяц назад, когда гроссмейстеры работали над дебютной книгой Дип Блю, игровая позиция уже стояла на доске в нашей лаборатории. Гроссмейстеры тогда не стали разыгрывать позицию дальше - они просто посмотрели на оценку Дип Блю и перешли к другой работе. Все они не раз побывали в качестве жертвы в подобных позициях. Но Мигель во время об-



Позиция после хода Дип Блю 11. Vf4.

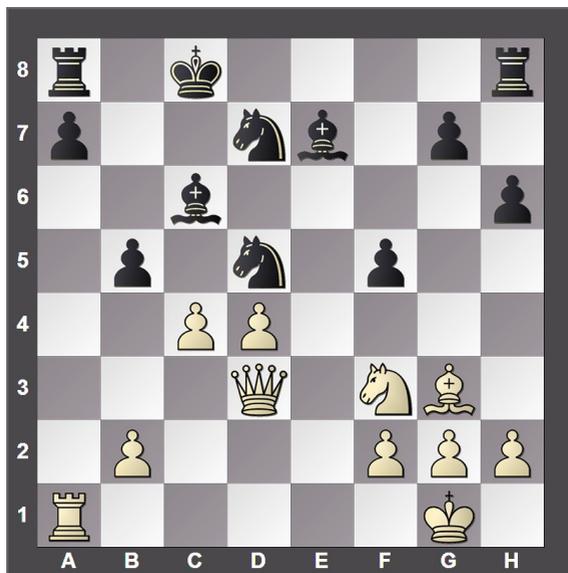
суждения этой позиции находился вне Соединенных Штатов, так что он не знал оценки Дип Блю. Возможно, будь соперником Гарри кто-нибудь иной, черные и могли бы уравнять эту позицию, но вот против Дип Блю, удержать её вероятно не смог бы ни один белковый шахматист в мире. Кажется, азартная игра Гарри на 300 000 \$ привела к неприятным последствиям для него самого.

Поведение Гарри за доской быстро сменилось от удивления к смятению, поскольку Дип Блю отказался от небольших, но немедленных материальных приобретений и продолжал развивать свою атаку. Ближе к концу игры Гарри начал разговаривать с Кларой на русском языке. Разговор со зрителями во время игры противоречил всем шахматным правилам. Неясно было, что он сказал своей матери. Возможно он говорил ей, что больше нет смысла играть дальше. После того как Джо сделал за Дип Блю ход 19. с4, Гарри вопросительно посмотрел на него. Джо слегка кивнул, подтверждая его подозрения. Дип Блю был на пороге больших материальных приобретений. Понимая это, Гарри решил сразу же сдаться. В ближайшие несколько дней видеофрагмент момента сдачи матча много раз покажут по всему миру. После признания своего поражения, Гарри пожал руку Джо и, разводя руками, сразу же вышел из комнаты. То была сюрреалистическая сцена. Вся игра продолжалась не более часа.

В тот момент, когда Гарри сдался, я вдруг почувствовал сильную усталость. Двенадцать лет работы наконец завершились. Я должен был лико-

вать, но ощущал внутри себя лишь пустоту. Игра казалась слишком лёгкой, хотя конечно же в ретроспективе это было не так. Без нашей напряженной работы в прошлом году, Гарри мог бы и выиграть эту партию. К тому же частично я ощущал себя ограбленным. Я особо не играю в шахматы, но тем не менее шахматист во мне определенно был разочарован. Выиграть или проиграть в последней партии мне хотелось в серьёзной борьбе. Я хотел выиграть ещё одну большую игру, подобную второй партии, но без ошибки в конце. Если же партии суждено было стать ещё одним поражением, то я бы хотел чтобы это было ещё одно упорное поражение, такое же как в первой партии, желательно только без плохих ходов от Дип Блю.

Таким образом, почти пятьдесят лет спустя после того как Клод Шеннон выдвинул свои предложения по программированию компьютера для игры в шахматы, поиски Святого Грааля наконец-то завершились. Они не закончились самой великой шахматной партией в истории, но не в наших силах было предопределить это.



**Заключительная позиция матча.**



## *Эпилог*





## *Жизнь после шахмат*

### *Пресс-конференция*

На послематчевой пресс-конференции, Гарри охарактеризовал матч как "поражение чемпиона мира". Затем он набросился на IBM и как казалось, по крайней мере для меня, намекал на вмешательство человека в ход второй партии. Он также ещё раз ошибочно охарактеризовал возможную ничью путём вечного шаха во второй игре как "простую". Присутствовала также некоторая бравада: "Я лично гарантирую вам, что разнесу его в клочья, вне всяких сомнений". "Это не поможет, поскольку теперь мы знаем, как играет машина". "Я думаю, у этой машины слишком много слабостей". Одним из наиболее удивительных заявлений было: "Но, по моему мнению, она ещё не готова к тому чтобы выиграть крупное соревнование". Я не знаю, что Гарри под этим подразумевал, но по всем оценкам СМИ, матч-реванш был наиболее значимым соревнованием, из тех в которых он когда-либо участвовал. Общая сумма "впечатлений" зарегистрированных только в ходе матч-реванша, не считая послематчевых упоминаний, составила от 5 до 7 миллиардов. Это вероятно в 100 - 1000 раз больше числа впечатлений зарегистрированных на любом из его матчей за чемпионский титул. Если уж матч с Дип Блю не являлся крупным соревнованием, то я даже не знаю что ещё можно назвать таковым.

О шестой партии Гарри сказал так: "То, что вы видели сегодня, даже нельзя считать за игру, потому что эта партия вероятно уже была опубликована где-нибудь ранее. После того как компьютер берет на еб вы можете сдать. Я должен сказать вам, что вообще был не в настроении играть". Когда я услышал такие слова, то мысленно покачал головой. Но в тот момент я был потрясен лишь полным отсутствием спортивного поведения в его комментариях. Я тогда не был столь же уверен, как сейчас, что Гарри только что провел азартную игру на 300 000 \$ и проиграл.

Возвращаясь ко второй игре, Гарри еще раз подчеркнул: "Забудьте о сегодняшней игре. Я считаю что Дип Блю не выиграл ни одной игры из пяти, так как во второй игре, опять же, я сдался когда мог бы форсировать ничью".



**Каспаров выступает на пресс-конференции  
после 3-й игры.**

*Слева направо: Майк Вэльво, Гарри Каспаров, Фен Сюн Сю, Си Джей Тан,  
Джозел Бенджамин, Мюррей Кэмпбелл, Джо Хоэн, и Джерри Броуди.  
Каспаров собирается начать публичные обвинения.*

Он удобно забыл упомянуть, что не видел ничейных продолжений. Используя те же аргументы, мы тоже могли бы заявить, что он не выиграл ни одной игры из пяти, поскольку Дип Блю сделал плохой ход, приведший к поражению в первой игре, точно так же, как Гарри сделал неверный выбор, сдавшись во второй игре.

В будущих матчах Гарри хотел следующего: "Одно условие - чтобы IBM участвовала в качестве игрока, а не спонсора". Ну что тут сказать? Я не мог бы и вообразить для себя то королевское обращение, которое он получал. Насколько мне известно, со стороны IBM, которая была спонсором матча, удовлетворялось любое его желание; конечно, в пределах разумного. Да, он не получил технические протоколы игр от игрока IBM в ходе матча, но ведь это просто-напросто было требованием несправедливого преимущества. Матч мог бы стать фикцией, если бы ему предоставили свободный доступ к ним.

Далее последовал ещё один большой сюрприз. Может я неправильно понял то, что сказал Каспаров, но казалось, что он обвиняет команду Дип Блю в мошенничестве и в первой игре - единственной игре которую мы проиграли: "Вы знаете, она [антикомпьютерная стратегия] работала, но внезапно она перестала работать, Дип Блю вдруг нашел способ решительно разорвать цепь

пешек и начать противоборство в очень, очень удобной редакции".

В конце концов Гарри немного успокоился: "Но очевидно, что машина в состоянии играть на одном уровне с чемпионом мира, и это историческое достижение".

О будущих матчах Гарри сказал: "Я думаю нормальный матч - это восемь или десять игр". Позже он добавил: "Я думаю, что мы должны играть через день. Вы должны дать человеку время на отдых. Знаете, десять игр и двадцать дней - вот это настоящий матч".

Лично у меня есть некоторые сомнения в отношении того, что можно найти спонсора на матч такой продолжительности, которую он предложил. Не считая призового фонда, увеличение продолжительности матча дополнительно обойдется спонсору в сумму свыше одного миллиона долларов. Дополнительные дни могут существенно снизить интерес СМИ, особенно если половину матча составят дни отдыха. Существуют веские причины, почему чемпионат НБА и Мировая серия профессионального бейсбола состоят из семи игр каждая. Трудно удержать полное внимание средств массовой информации на спортивном событии намного дольше недели. Предложение Гарри приведет к соревнованию продолжительностью почти в три недели, где половину дней ничего не будет происходить.

Пресс-конференция продолжалась около тридцати минут. В течение всего этого времени, команда Дип Блю сидела и слушала его монолог. Нас просили не улыбаться, чтобы явно не выражать нашу радость. Не могли мы и выразить возмущение его заключениями. Мы только что сделали то, о чем мечтали и над чем работали в течение долгих лет - двенадцать лет для меня, около девяти лет для Мюррея и семь для Джо. И все же, мы должны были сидеть там и слушать эти обвинения. Это было одно из самых худших событий в моей жизни, в то время как должно было стать самым радостным моментом.

Впоследствии Джо сказал то, что я помню и по сей день: "Ты знаешь, он [Гарри] разрушил нашу радость".

### *Старая банда*

Два месяца спустя мы собрались при более радостных обстоятельствах. 29 июля 1997 года в Провиденсе, Род-Айленд, на национальной конференции AAAI (Ассоциации по развитию искусственного интеллекта), Мюррей, Джо, и я [получили](#) приз Фредкина для первой команды, которая создала или запрограммировала шахматную машину, победившую чемпиона мира по шахматам в матче. Приз Фредкина размером в 100 000 \$, что составляло одну седьмую от суммы приза победителю в матч-реванше, был поделен на три равные части, за исключением дополнительного цента, который сохранялся за попечителем приза.

Непосредственно по окончании матч-реванша мы не рассчитывали, что можем получить приз Фредкина. Удовлетворяя изначальной цели приза,

матч-реванш однако не соответствовал условиям, установленным несколько лет назад комитетом приза, в частности по продолжительности матча и размеру призового фонда. Вскоре после того как Мюррей и я присоединились к ИВМ, д-р Берлинер - председатель комитета приза Фредкина и наш бывший главный оппонент в Карнеги-Меллон - выпустил публичный бюллетень с указанием необходимых условий проведения матча для претендовавших на приз. В конце своего бюллетеня д-р Берлинер признавал вполне возможным, что данные условия матча могут оказаться не по душе чемпиону мира и спонсору матча. Насколько я знаю, при подготовке к обоим матчам Дип Блю, никто в ИВМ даже не побеспокоился взглянуть на перечень условий д-ра Берлинера.

По окончании матч-реванша комитет приза Фредкина не сделал никаких заявлений; казалось, что комитет считает победу Дип Блю в матче не отвечающей их требованиям. Но даже просто победа в матч-реванше была достаточной наградой для нас, так что мы не рассматривали возможность востребовать приз. Для нас стало приятным сюрпризом, когда примерно через месяц после матч-реванша, профессор Радж Редди от лица AAAI сообщил нам, что мы выиграли приз. Что же изменило точку зрения комитета? Понятия не имею. Может быть они поняли, что для мира в целом, вопрос по существу уже закрыт.

После награждения я выступил перед аудиторией с докладом о том вкладе, который Дип Блю внёс в науку. Я был тронут, когда перед началом доклада удостоился продолжительных оваций. В Нью-Йорке после пятой игры - одной из лучших игр Дип Блю, толпа людей, ведомая предвзятым мнением, освистала нас. На этот раз я находился среди друзей - друзей, которые понимали, что на самом деле этот матч никогда не был противостоянием "человека против машины", а скорее матчем "человека как исполнителя, против человека как создателя машины". Безотносительно результата матча, когда нас приветствовали как победителей, то приветствовали за уникальное человеческое достижение. Когда Гарри победил в 1996 году, команда Дип Блю аплодировала ему за его выдающийся личный результат. Когда же в 1997 году победил Дип Блю, общество в целом, за исключением Гарри Каспарова, наконец признало в Дип Блю того, кем он и был - а именно, мощный усовершенствованный инструмент, созданный человеческими усилиями.

На конференции AAAI также присутствовало несколько наших старых друзей, ещё со времён Дип Сот. Они прибыли для того, чтобы получить Премию Передовых Исследований Аллена Ньюэлла за нашу совместную работу над Дип Сот. Томас Анансараман покинул фирму на Уолл-стрит, и работал в Нью-Йоркском университете в качестве ассистента профессора, проводя исследования связанные с проектом человеческого генома. Андреас Новатчук покинул "Sun Microsystems" и присоединился к корпорации "Digital Equipment". Когда мы вместе пообедали после церемонии, Андреас

упомянул амбициозный проект, финансируемый им из личных средств, над которым он работал в своё свободное время. Он хотел создать полную 3-D схему замороженной мыши, вплоть до 0,2-микронного разрешения - достаточно, чтобы нанести на карту большинство связей всей нервной системы мыши, включая мозг. Майк Браун не присутствовал на церемонии награждения. Он также покинул фирму с Уолл-стрит, затем работал в "Sun Microsystems", а позже присоединился к "Yago Systems" - недавно образованной, преуспевающей фирме, занимающейся быстрыми переключателями для сетевых соединений.

### *Судьбы главных фигурантов*

Что же произошло с главными героями книги после матч-реванша?

В ранних новостных статьях сообщалось, что Дип Блю - победитель матча, был разобран и уже без шахматных чипов отправлен клиентам IBM. Однако сведения о его смерти были сильно преувеличены. На момент написания этих строк, вследствие своего исторического значения, Дип Блю по-прежнему живёт и здравствует в исследовательском центре IBM. В ранних внутренних сводках сообщалось, что в IBM осталась только внешняя оболочка Дип Блю. Выходит, что на заводскую испытательную площадку вернулись, а затем были установлены назад в оригинальные стойки, только узлы RS/6000. В Дип Блю уже нет всех шахматных плат, которые он использовал в матч-реванше. Две платы отправились в штаб-квартиру IBM в Армонке, где был воссоздан Дип Блю Джуниор, с целью демонстрации его посетителям. Большинство остальных плат всё ещё находятся в исследовательском центре IBM. Дип Блю образца 1997 года теперь содержит только половину оригинальных шахматных плат. Некоторые платы установлены в старый RS/6000 SP, использовавшийся в матче 1996 года. Некоторые размещены в автономных рабочих станциях. Остальные находятся на полках.

Дип Блю RS/6000 SP используется главным образом для исследовательских проектов, не связанных с шахматами. Но он всё ещё в состоянии играть в шахматы и сейчас обслуживает веб-сайт, на котором с ним могут играть вплоть до тысячи шахматистов одновременно. Однако веб-программа играет гораздо слабее, чем даже "Мини" Дип Блю Джуниор (версия Дип Блю Джуниор состоявшая из одного чипа и работавшая с уменьшенной скоростью). Веб-программа использует один шахматный чип Дип Блю, с контролем одна секунда на ход, что в том числе включает и накладные расходы на настройку. Фактическое же время, отпускаемое на вычисления, вероятно составляет менее половины секунды на ход. Очень короткое время вычислений означает, что веб-программа относительно слаба тактически, слабее чем даже обычные шахматные программы с таким же укороченным временем вычислений. Вследствие укороченного контроля времени, большинство продлений поиска, которые отчасти ответственны за тактическую силу Дип Блю Джуниор, в сущности неактивны. Программа также исполь-

зует упрощенную оценочную функцию, не следит за повторением позиции и не "думает" за время противника. Она вероятно играет не сильнее примерно 2000 пунктов рейтинга по шкале USCF (Американской шахматной федерации). Это, в общем-то, даже удобно, так как противниками веб-программы обычно являются клиенты IBM, и нет ничего плохого в том, чтобы они немного подняли себе настроение, выиграв несколько партий у программы. В 1999 году Международная ассоциация компьютерных шахмат попросила IBM предоставить веб-программу в распоряжение зрителей одного из мероприятий по компьютерным шахматам. Один из коммерческих шахматных программистов воспользовался бедной беззащитной веб-программой в своих интересах, запуская её против своей собственной программы, и давая своей программе огромное преимущество по времени, порядка 50 к 1. (Справедливости ради следует упомянуть, что он вероятно не знал, что в процессе игры и в самом деле получает реальное преимущество по времени.) Затем программист размещал на своем веб-сайте те игры, которые выиграла его программа, в качестве доказательства "превосходства" своей программы, которую он абсолютно счастлив продать вам.

Со времени матча с Дип Блю и на момент написания этих строк, Гарри публично не играл серьёзных партий с какими-либо другими компьютерами. В то же время результаты его выступлений против людей переживали как взлеты, так и драматические падения.

В турнире, состоявшемся непосредственно после матч-реванша, Гарри задал трéпку первым же игравшим с ним шахматистам и достаточно легко выиграл турнир. В течение какого-то времени после матч-реванша, его шахматные результаты были несколько неровными - проигрыш в матче с Дип Блю, вероятно вначале дал психологический толчок его шахматным оппонентам. Но затем он добился феноменального результата в шахматах, подняв свой шахматный рейтинг примерно до 2850-ти пунктов, что значительно выше рейтинга любого другого белкового шахматиста. Но те трещины в его броне, которые обнаружились во время матчей с Дип Блю, в конце концов опять дали о себе знать.

К 2000 году Гарри не производил защиты своего титула чемпиона мира уже на протяжении более пяти лет. В то же время нормальный цикл проведения чемпионата мира составлял три года, а в последнее время даже наметилась тенденция к ещё большему сокращению продолжительности циклов. В последние годы ФИДЕ, международная шахматная федерация, проводила свой собственный чемпионат мира ежегодно. Хотя никто не сомневался в том, что Гарри был сильнейшим шахматистом в мире (среди людей), но находились те, кто считал титул чемпиона мира вакантным, пока тот не сыграл с серьезным претендентом. После матча 1995 года против Вишванатана Ананда, на его титул существовало три претендента. Первым был Алексей Широв, который завоевал право бросить ему вызов, финишировав вторым на турнире в Линаресе, впереди Гарри, но позади Ананда. Ананду

сыграть в 1998 году помешал подписанный им договор с ФИДЕ, который препятствовал игре за какой-либо иной, не связанный с ФИДЕ, титул чемпиона мира. Матч между Гарри и Алексеем так и не состоялся. В 1999 году, в обход Алексея, и без нормальных отборочных соревнований, Гарри назначил в качестве нового претендента Ананда. Ананд был вторым номером в мире, и таким образом обладал определенной общественной поддержкой в качестве нового кандидата, хотя многим людям и не понравилось то, как обошлись с Алексеем и то, что соперник был выбран произвольным образом. Запланированный новый матч с Анандом тоже не состоялся. В начале 2000 года в качестве нового претендента, вместо Ананда, Гарри назначил Владимира Крамника. Ананда заменили, потому что у него продолжались споры с организаторами матча об условиях контракта, которые он считал неприемлемыми. Матч Каспарова против Крамника состоялся в октябре 2000 года и закончился неожиданным результатом. Владимир прервал пятнадцатилетнее царствование Гарри на шахматном троне, переиграв его в серии из пятнадцати партий, при двух победах и тринадцати ничьих. Ананд тоже не сидел сложа руки, завоевав титул чемпиона мира ФИДЕ. На момент написания этих строк, Владимир является чемпионом мира Braingames (организатор матча 2000 года)/Einstein (приобрёл права на матч у Braingames в 2002 году). Чемпионом мира ФИДЕ в 2002 году неожиданно стал 18-летний Руслан Пономарев. У Гарри нет титула чемпиона мира, но он всё ещё является игроком с наивысшим рейтингом, а в качестве его преследователя выступает Владимир - второй по рейтингу игрок в мире.

Для гроссмейстеров, которые работали с Дип Блю, после матч-реванша настали в целом благоприятные времена. Ни один из дебютных вариантов, подготовленных ими для Дип Блю, по сути так и не получил применения в матче, и таким образом в результате сотрудничества с Дип Блю, гроссмейстеры получили в своё распоряжение секретное дебютное оружие большой мощности. Джозел Бенджамин и Ник Де Фирмиан стали чемпионами США по шахматам в 1997-м и 1998 годах соответственно. Но, конечно, они и сами по себе сильные гроссмейстеры, и обладали хорошими шансами на завоевание титула вне зависимости от того, работали они с Дип Блю или нет. Мигель Ильескас имел честь быть секундантом Владимира, когда тот успешно оспаривал титул в матче с Гарри, и таким образом стал единственным человеком, включенным в состав команд оппонентов Гарри в обоих проигранных им матчах.

Проект Дип Блю в IBM был свернут. Мюррей и Джо перешли на работу по финансовому моделированию и сбору данных, где добились больших успехов. Позже Джо покинул IBM, и в начале 2001 года присоединился к недавно созданной фирме, занимающейся полупроводниками. Я же покинул IBM ещё раньше, в конце 1999 года. В своей последней работе на IBM связанной с компьютерными шахматами, Джо модифицировал Дип Блю так, чтобы обеспечить ему упрощенный механизм вычислений для шахматного

веб-сервера. Так же как и я, Мюррей и Джо не раз выступали с публичными докладами и написали статьи о Дип Блю. Однако, насколько мне известно, ни Мюррей, ни Джо больше не занимаются компьютерными шахматами.

### *Смена рода занятий*

На мой взгляд, то что Гарри не сыграл ещё раз публично матч с компьютером - это его собственный выбор.

Насколько мне известно, IBM возлагала большие надежды на хорошие послематчевые отношения с Гарри. Существовали планы возможных рекламных роликов с его участием, вне зависимости от того, выиграет Дип Блю или нет. После его выступления на послематчевой пресс-конференции эти планы пришлось отложить. Но, насколько я могу судить, чтобы продемонстрировать по-настоящему спортивное поведение, в IBM всё ещё были готовы согласиться на новый матч с ним. По крайней мере в начале.

После матч-реванша я некоторое время работал над ещё более мощной версией шахматного чипа. Мною двигала вероятность нового матча, а также желание снять любые сомнения команды Каспарова, что тот проиграл по-честному. Но затем, в один прекрасный день меня осенило. Я понял, что за те двенадцать лет жизни, которые были посвящены проекту, я забыл о существовании мира за его пределами. Я сказал себе: "Расслабься и наслаждайся жизнью. Ты никому ничего не должен".

Я понял, что хочу заняться чем-то ещё, помимо шахмат. Но поскольку после матч-реванша у команды было много общественных обязательств, то на протяжении многих месяцев мне просто не хватало времени, чтобы подумать о том, чем я действительно хочу заняться. В какой-то момент в течение этого периода стало ясно, что никаких дальнейших матчей у IBM с Гарри не будет. Никакого официального решения не было, но бесконечные интриги в конце концов всё-таки сделали свое дело.

Наконец, когда у меня появилось некоторое время для себя, я принял три решения.

Во-первых, я решил написать эту книгу. В то время как имя Дип Блю в настоящее время стало нарицательным, мало кто знал о реальных людях, стоявших за ним. Мюррей и я, по крайней мере, были хорошо известны в кругах компьютерных шахмат. А вот с Джо дела обстояли хуже. Даже люди из среды компьютерных шахмат не слишком много знали о нём. Как человек, который инициировал проект, я считал своей обязанностью рассказать о реальном положении дел. Кроме того, у меня и в самом деле было что рассказать.

Во-вторых, я решил юридически оформить разрешение от IBM, на возможность заниматься в дальнейшем независимой разработкой шахматного чипа. Учитывая, что какого-либо нового матча IBM с Гарри больше не предвиделось, то единственный способ для меня сделать так, чтобы состоялся ещё один матч, заключался в том, чтобы оставить IBM и создать новую ма-

шину. Если Гарри действительно хотел играть в новом матче, то я бы сделал всё возможное, чтобы он состоялся. Если же на самом деле он не хотел играть, то по крайней мере я буду уверен, что предпринял честную попытку ответить на его вызов.

В-третьих, как только я вновь получу контроль над шахматным чипом, то хотел бы покинуть IBM. Я хотел заняться некоторыми собственными оригинальными исследованиями. Узнав, чем занимается Андреас в своё свободное время, я вспомнил то, как много удовольствия могут принести попытки создать что-то новое и необычное. Может быть это недостаток моего характера, но время от времени мне нравится совать свой нос в те области, в которых у меня нет специальных знаний. В своё время в Карнеги-Меллон, мне пришлось взять дополнительные коррекционные занятия по двум основным квалификационным курсам - по компьютерным системам (разработка аппаратного обеспечения)<sup>1</sup> и искусственному интеллекту. Если основываться на моих результатах по этим курсам, то я не мог рассчитывать на то, чтобы стать системным архитектором машины подобной Дип Блю. Но это стало частью увлечения. Я конечно, не знал тогда, к чему приведут меня мои оригинальные идеи, но они, по крайней мере, обещали вылиться в незабываемое приключение. Как бы то ни было, в подобных настроениях и заключалась истинная причина моего ухода из IBM. Лицензирование шахматного чипа от IBM тоже требовало, чтобы после подписания контракта я покинул IBM. (Такое условие ставилось ещё до начала каких-либо переговоров по лицензированию.) Но я бы всё равно покинул IBM, заключи я лицензионное соглашение или нет.

Я ушел из IBM в октябре 1999 года. После более чем года переговоров по контракту, я наконец юридически оформил своё право делать с шахматными чипами практически всё, что хотел. Я скопил достаточно денег<sup>2</sup>, чтобы создать шахматную машину на базе ПК, которая могла бы стать мощнее Дип Блю, если в том возникнет необходимость. Но, конечно, по возможности я предпочел бы держать свои денежные средства в резерве, для других моих увлечений.

Шахматные чипы Дип Блю были изготовлены по 0,6-микронной CMOS технологии. К тому времени уже стало возможным изготавливать по разумным ценам 0,35-микронные, и даже 0,25-микронные чипы. Переход на более совершенные технологии и усовершенствование конструкции шахматного чипа, делали возможным создание чипа<sup>3</sup>, который даже в одиночку был бы сопоставим по силе игры с целым Дип Блю. Конечно в таком случае,

<sup>1</sup> Ну, я был не так уж и плох. Я сдал экзамен по курсу компьютерных систем, без самостоятельных занятий непосредственно по самому курсу и без подготовки к экзамену.

<sup>2</sup> В IBM мне не позволили бы получить лицензию на шахматный чип, если бы у меня не было достаточно средств, чтобы создать новый шахматный чип.

<sup>3</sup> Чип должен был работать на скорости около 30-100 миллионов позиций/сек, в зависимости от используемой технологии и количества шахматных процессоров на каждом чипе.

мне пришлось бы работать как сумасшедшему, но тем не менее это было вполне осуществимо. С помощью нескольких таких чипов, ПК стоимостью менее чем в одну десятую от гонорара Гарри за один день выступлений (размером в 30 000 \$), должно было с лихвой хватить, чтобы победить его в матче; при условии, конечно, что постоянные затраты на инженерно-технические работы, связанные с созданием чипа, не учитываются.

Гарри продолжал публично делать вызовы на новый матч, и зашел в своих высказываниях так далеко, что даже готов был считать его матчем на первенство мира. Лично я считаю, что машины не должны обладать возможностью играть на чемпионате мира, но если Гарри был готов, то я не собирался с ним спорить. В конце концов, такая его готовность могла бы гораздо сильнее заинтересовать потенциальных спонсоров матча.

Моим первым действием стала оценка интереса к матчу нескольких потенциальных спонсоров. Мне ответили, что у них есть определённая заинтересованность, особенно если Гарри и в самом деле готов поставить на кон свой чемпионский титул. В таком случае, этот матч действительно стал бы первым в истории. Однако, несмотря на публичные вызовы Гарри, потенциальные спонсоры выразили серьёзные сомнения в том, что он и в самом деле согласится на матч. Дело в том, что всякому знакомому с ситуацией человеку было ясно, что сама IBM на новый матч уже не согласится. Гарри должно быть тоже прекрасно понимал, что ему не придется беспокоиться о том, что на его вызов ответят (ну, до тех пор, пока я не покину IBM). Ещё одна проблема заключалась, что он всегда мог сказать, что машина, которую пока только предстояло создать, это вовсе не Дип Блю - ну или ещё что-нибудь в этом роде, хотя бы новая машина и представляла собой его единственный шанс, когда-нибудь снова сыграть против Дип Блю. Я не смог найти какие-либо аргументы, чтобы опровергнуть эти рассуждения спонсоров. В глубине души у меня самого присутствовали некоторые сомнения. Спонсоры не станут ничего предпринимать, пока не будут уверены, что Гарри готов играть. Так продолжалось около двух месяцев. В этот момент я пообещал себе, что если Гарри не проявит заинтересованности, то я займусь другими интересующими меня делами. В конце концов, единственная причина, по которой я предпринимал попытки организовать матч, заключалась в желании ответить на его вызов. Если уж он сам не воспринимает свой вызов всерьёз, то почему об этом должен беспокоиться я?

На протяжении следующего месяца, или около того, я несколько раз связывался с менеджером Гарри, Оуэном Уильямсом. Оуэн сразу же исключил любую возможность матча за звание чемпиона мира. Это меня вполне устраивало. Меня не прельщала идея игры за титул. Но на вопросы о матче он отвечал уклончиво, я даже не смог заставить его сказать, что Гарри в принципе готов играть, если будет найден спонсор. Таким образом, после месяца хождений вокруг да около, я получил окончательное подтверждение отсутствия заинтересованности у Гарри. Тогда я разослал открытое письмо

на некоторые популярные шахматные веб-сайты, а одну копию послал Оуэну. В письме я сказал своё прощальное слово и поблагодарил шахматный мир, в том числе и самого Гарри. Я счёл нужным разъяснить, что вызов Гарри на новый матч останется без ответа, так как отныне вызова как такового попросту не существует. Я ничего не сказал о причинах, почему Гарри больше не заинтересован в матче, поскольку Оуэн не дал мне никакого намека на то, каковы они были.

Спустя несколько дней после моего открытого письма, Оуэн опубликовал свой ответ, в котором перечислил несколько причин, почему Гарри не заинтересован играть в матче. Среди причин называлось то, что у меня не было ни доверия, ни денег, и что я не достаточно серьёзен в своих намерениях. Так или иначе, сложилась безнадежная ситуация, чтобы предпринять какие-либо дальнейшие действия. Я опубликовал краткий ответ, указав что взял на себя труд обеспечить права на шахматный чип, и если уж на то возникнет необходимость, обладаю достаточным количеством личных средств на создание новой машины. Я не стал упоминать, что в 1985 году начинал в компьютерных шахматах безо всякого кредита доверия, а нашу первую машину (ЧипТест) мы создали вообще без бюджета, что не помешало Дип Блю победить Гарри в 1997 году. Это был вопрос воли. Не исключено, конечно, что в ходе наших переговоров случилось какое-нибудь явное недоразумение, и Гарри на самом деле был искренне заинтересован в матче. Так или иначе, этот вопрос уже не представлял для меня интереса. Попытавшись ответить на вызов, я выполнил свои обязательства.

Нет никаких оснований полагать, что Гарри извлёк бы выгоду от игры в новом матче, скорее всего он был бы попросту раздавлен. Компьютеры могут совершенствоваться гораздо быстрее чем он. В 1997 году, чтобы победить его, потребовался суперкомпьютер стоимостью в несколько миллионов долларов. В конце 1999 года, с той же работой справился бы какой-нибудь дешёвый ПК из общежития колледжа, с несколькими шахматными чипами, изготовленными скажем по 0,35 мкм CMOS технологии. В 2001 году, во время телетрансляции Супербоула, компания "Пепси" запустила рекламный ролик с Гарри. В рекламе он представал в виде победителя компьютера, выглядевшего похожим на Хэла (безумный компьютер из романа/фильма "Космическая одиссея 2001 года"), но затем "проигрывал" торговому автомату Пепси. Однако реальное положение вещей в 2001 году заключалось в том, что даже карманный компьютер, подобный Compaq iPaq, оснасти его шахматным чипом изготовленным по 0,13-микронной CMOS технологии, обладал бы неплохими шансами, чтобы победить его. Вы могли бы даже наполнить такими компьютерами всю машину с Колой, если конечно это доставит вам удовольствие. Такая процедура конечно влетит в копейчку, но тем не менее она вполне осуществима.

Кто же может стать действительно интересным соперником для компьютеров помимо Гарри, потерявшего к настоящему моменту свой титул?



**На публичной демонстрации в Тайбэе (Тайвань), в 1997 году.**

Мое внутреннее чувство подсказывает, что наиболее трудным оппонентом для них может стать Владимир Крамник. Дело в том, что шахматная сила Гарри в значительной степени восходит к его тактическим способностям, которые, так уж получилось, являются и сильной стороной шахматных компьютеров. Тот способ, которым Владимир нейтрализовал тактическую силу Гарри в их матче за шахматную корону, позволяет предположить, что он вероятно в состоянии проделать то же самое и с компьютером, что несомненно делает его очень опасным противником.

В октябре 2001 года должен был состояться матч из десяти партий между Владимиром и программой Дип Фриц, но позднее он был отложен. На момент написания этих строк, матч переносится на октябрь 2002 года. В случае если у вас возник вопрос - то нет, Дип Фриц не имеет ничего общего с Дип Блю. Просто после победы Дип Блю над Гарри, несколько коммерческих программ "независимо" позаимствовали слово Дип для своих многопроцессорных версий. Дип Фриц, предположительно, в состоянии просматривать свыше миллиона позиций в секунду. У его базовой программы, Фриц, оценочная функция вероятно даже хуже чем у Дип Сот. Это означает, что внимательный противник получит возможность использовать позиционные слабости Фрица. Владимир должен легко выиграть матч, если только не отнесётся к нему слишком легкомысленно.

Какое же направление исследований в области компьютерных игр будет представлять интерес в ближайшем будущем? После шахмат тут нет

явного фаворита. Среди игр с полной информацией (это игры, которые не зависят от случайных событий, таких как подбрасывание монеты, бросок костей или тасование колоды карт), наиболее сложной игрой, как правило, считается "го". Она вероятно достаточно трудна, чтобы не быть "решенной" в течение ближайших 20-ти лет. Из других игр особый интерес представляют две: китайские шахматы и сёги (японские шахматы). Технически, китайские шахматы не очень интересны, так как по своим характеристикам они очень похожи на обычные шахматы. Количество игроков в китайские шахматы, пожалуй сравнимо с количеством людей играющих в обычные шахматы. Если бы мировая история сложилась иначе, и первые компьютеры появились бы сначала в Китае, то не исключено, что эта книга была бы посвящена компьютеру, играющему в китайские шахматы. Для меня китайские шахматы обладают определенной привлекательностью - это была первая игра на доске, с которой я познакомился будучи ребёнком. Но я сомневаюсь, что буду тратить на неё своё время. Это просто не достаточно интересно технически. А вот сёги - это интересный случай. Их сложность находится где-то между го и шахматами, в основном из-за правила, которое позволяет захваченным фигурам возвращаться обратно на доску. У меня есть несколько идей о том, как справиться со сложностью вычислений в сёги. Возможно когда-нибудь я создам сёги-машину. Но только для того, чтобы посмотреть насколько это трудно. Это не будет работа занимающая всё моё время, подобно проекту Дип Блю - для разнообразия я хочу сделать что-то практичное, а сосредоточение всех своих сил на ещё одной игре, просто не в моих планах. В своё время я со всей страстью отдавался игре в го, но не думаю, что когда-нибудь буду работать над ней. В настоящий момент эта игра слишком сложна для компьютера.

Что же касается меня, то компьютерные шахматы больше не часть моей жизни. Соглашусь ли я на создание новой машины, чтобы сыграть с Владимиром Крамником и Вишванатаном Анандом? Я сильно сомневаюсь в этом, так как слишком увлечён новыми проектами, разве что кто-то сделает мне такое предложение, от которого я не смогу отказаться. В настоящий момент, для меня гораздо важнее делать новые и интересные вещи, а не возвращаться к старым достижениям, какими бы захватывающими они ни были. Скучаю ли я по будоражащей атмосфере соревнований? Иногда. Но настало время перейти к следующему этапу моей жизни. Мир полон интересных вещей, которыми стоит заняться.





## *Приложения*





## *Парень с Тайваня*

Это справочный материал, в основном посвященный моей жизни на Тайване. Он должно дать вам понять, что я за человек, и какого рода склонности и предубеждения могут присутствовать в моём повествовании. Раздел "Существа в коробке" описывает мои первые контакты с шахматами. "Обучение настольным играм" подробно рассказывает о том, как я изучал китайские шахматы, го и обычные шахматы. Этот раздел также содержит краткие сведения по истории компьютерных шахмат вплоть до 1970-х годов. "Жаворонок" - это рассказ о моём раннем образовании, а также об одном происшествии, о котором я должен сказать правду. Раздел "Обходя авторитетов" познакомит вас с некоторыми событиями, которые стали следствием моей склонности к игнорированию представителей власти в ранние годы. Эта склонность впоследствии оказала определенное влияние на то, что происходило в Карнеги-Меллон. "Аргументы за Карнеги-Меллон" - перечисляет причины, почему я оказался в университете Карнеги-Меллон.

### *Существа в коробке*

Я родился в Цзилун, на Тайване, в 1959 году. Цзилун - это один из крупнейших морских портов на Тайване, где в то время проживало около 200 000 человек. На Тайване Цзилун называют "Порт Дождя", потому что там более двухсот дней в году идет дождь. Это оживлённый город, но прямо скажем, очаровательным его назвать никак нельзя. В то же время его нельзя назвать и мрачным - радугоу в Цзилун я видел наверное чаще, чем где-либо ещё в мире.

Когда я ещё посещал детский сад, наш ближайший сосед купил первый телевизор в районе. Это был черно-белый телевизор, так как в то время вещания цветного телевидения на Тайване ещё не было. Каждый день соседские дети собирались вокруг него, чтобы посмотреть мультфильмы. Я тогда ещё удивлялся, как же существа на телеэкране могли попасть в эту коробку.

Позади коробки находились небольшие отверстия, но они были слишком маленькими, чтобы существа могли через них проникнуть внутрь. Через несколько недель эффект новизны пропал, и мы вернулись к нашим обычным играм.

Несколько лет спустя мой папа купил телевизор для нашей семьи. В то время у нас работал только один телеканал, а производство местных телевизионных развлекательных передач и фильмов практически не существовало. Станция вещала только во второй половине дня, но чтобы заполнить пустующий временной интервал, со временем началась ретрансляция американских сериалов, с китайскими субтитрами.

В то время шахматы не пользовались особой популярностью в Соединенных Штатах. Тот бум, который случился в результате выигрыша Бобби Фишером титула чемпиона мира пришел немного позже. Но в некоторых из зарубежных сериалов иногда всё-таки можно было увидеть отдельные эпизоды по шахматной тематике. Первый раз я увидел как играют в шахматы, в одном из эпизодов сериала "Семейное дело". Для меня, тогда, это была странная игра с красиво вырезанными фигурками.

Первое время большинство из этих импортированных ТВ-передач были семейными сериалами. Но по мере появления новых станций спектр предлагаемых телепередач расширился. Очень популярными стали шпионские сериалы. "Миссия невыполнима", "Мстители", "Дикий, дикий Запад", "Требуется вор", "Человек от U.N.C.L.E.", "Напряги извилины" и т.д. В 1972 году, политический символизм матча за звание чемпиона мира по шахматам между Фишером (США) и Спасским (СССР), привлёк к шахматам внимание сценаристов, и их включили в некоторые сюжетные линии.

Одним из повторяющихся телевизионных сюжетов стал в чём-то подобный этому: Есть плохой парень, гроссмейстер, как правило выходец из Восточной Европы, и конечно же очень умный. Нашему герою по какой-то причине необходимо сыграть шахматную партию против плохого парня, например для того, чтобы получить к нему доступ, спасти ещё одного гроссмейстера который хочет сбежать, или предотвратить что-то злое в шахматном турнире. Очевидно, что нашему герою желательно победить плохого парня и таким образом расстроить его коварные планы. Есть правда одна большая проблема. Даже если наш герой, как это обычно бывает, является выходцем из той же страны, что и Бобби Фишер, он всё равно не может играть как гроссмейстер. Но, конечно же, такая страна как США, известна ещё и своими компьютерными технологиями. А потому, нашего героя оснащают хорошо скрытым подключением к удаленному шахматному компьютеру. Игра против плохого парня обычно начинается хорошо для нашего героя. Но для придания сюжету драматического эффекта, обычно в середине игры, что-то идёт не так. В конечном итоге, либо связь с компьютером восстанавливается, и он добивает плохого парня, или же наш герой внезапно наталкивается на ход, которым может заматовать своего противника.

Камера приближается к полному недоумения лицу плохого парня. И тут плохой парень, которого только что проучили, быстро выбегает из зала. Но прежде чем ему удаётся взорвать бомбу или сделать ещё что-нибудь нехорошее, наш герой догоняет и останавливает его, как раз в самый последний момент.

Какова же мораль данного сюжета? Ну, компьютеры главный инструмент для игры в шахматы против плохих парней, особенно если вы красивый и жизнерадостный шпион<sup>1</sup>.

### ***Обучение настольным играм***

Шахматы не пользуются особой популярностью на Тайване. Гораздо больше здесь популярны китайские шахматы и вэйци, более известные на Западе под их японским названием "го". Из всех трёх игр, самыми популярными являются китайские шахматы. Ко всему прочему, это также первая настольная игра, которой я научился, будучи ребенком.

А теперь, если бы это была книга о жизни знаменитого шахматиста, я сообщил бы вам о том, как изучил игру, наблюдая за отцом и старшим братом, и однажды удивил их, указав на ошибки в игре, которую они только что завершили. Но конечно это стало бы откровенным враньём. Ничего подобного не было. Я узнал правила китайских шахмат на улице.

Когда я был ещё маленьким ребенком, в Цзилун было очень мало автомобилей, и дети живущие по соседству все свои игры проводили прямо на улице. Вы может быть удивитесь - как это мы могли играть на улице, когда дожди продолжались более полугода. Ну, тут следует отметить, что коммерческие здания на Тайване, особенно в Цзилун, как правило строились в два или три этажа. Витрины магазинов на первых этажах таких зданий обычно располагались примерно в трёх метрах от улицы. А верхние этажи, опиравшиеся на расположенные рядом с улицей колонны, формировали выступ в передней части магазина. Выступ давал хороший приют для клиентов и прохожих. Вы могли ходить вдоль группы зданий из конца в конец, без необходимости выходить под дождь. Так что, когда начинался дождь, нашей игровой площадкой становилось пространство под выступом.

Впервые я узнал, что собой представляют фигуры в китайских шахматах, наблюдая за старшими детьми, разыгрывавшими простые варианты игры. Время от времени некоторые из них решали сыграть в "настоящие" китайские шахматы. Всякий раз, когда они это делали, у нас, детей младшего возраста, возникало чувство благоговения. В реальной игре фигуры ходили по-другому, и потребовалось некоторое время, прежде чем я получил представление, как играется реальная партия. Моими первыми противниками стали одноклассники в начальной школе. Когда же я стал немного старше,

<sup>1</sup> На самом деле, они хороши даже если вы всего лишь обычный компьютерный специалист, а противник - вполне порядочный человек.

мой отец тоже сыграл со мной несколько партий. Спустя две недели, или около того, я уже мог до некоторой степени оказывать ему сопротивление. Как-то раз к нам зашел один из моих дядей и сыграл с нами несколько игр. Дядя играл гораздо лучше любого из нас, и после проведенных партий любезно дал нам пару советов о том, как начинать игру, а также разъяснил основные игровые принципы. Я это рассказываю, чтобы дать вам представление о степени моего "официального" образования в китайских шахматах.

Очевидно, что сила игры большинства игроков в китайские шахматы в тайваньских школах, была очень невелика. Когда я учился в средней школе, моя сила игры была выше среднего уровня. Но однажды, после занятий, друг познакомил меня с ещё одним игроком в китайские шахматы. Я сыграл с ним несколько партий, и был полностью переигран. Это так меня обескуражило, что впоследствии я играл очень мало.

Я научиться играть в западные шахматы, или вернее сказать в ухудшенную версию шахмат, раньше чем в го. Свою первую игру в "шахматы" я сыграл против моего старшего брата, Фен-Лунга. Игра велась на самодельном наборе шахмат, который мы совместно изготовили. Мой брат конечно выиграл, отчасти из-за того, что объяснял мне правила в процессе самой игры. Я узнал правило превращения пешки<sup>2</sup> ближе к концу партии, когда мой брат применил его для своей пешки. Эта партия вероятно была сыграна, ещё когда я учился в начальной школе. В средней школе некоторые из моих одноклассников время от времени приносили в школу свои магнитные шахматы, и мы немного играли "в шахматы". Никто из нас не знал правил достаточно хорошо. В частности, все наши рокировки выполнялись неправильно. На китайский язык, рокировка переводится как "обмен местами с ладьёй", и мы выполняли этот ход именно как обмен местами между королём и ладьёй, в буквальном смысле.

В средней школе я начал интересоваться го. В рамках внеклассных школьных восстановительных программ, к нам время от времени приходил местный любитель 3-го дана<sup>3</sup>, чтобы обучать нас. Мы не выходили далеко за пределы этикета, правил и некоторых основных закономерностей. Когда я поступил в "Cheng-Kuo" - среднюю школу для старших юношей в нашей

<sup>2</sup> Когда пешка достигает 8-й горизонтали, она заменяется на более сильную фигуру, как правило ферзя - самую сильную фигуру в игре.

<sup>3</sup> Рейтинговая система в го является трехуровневой. Внутри каждого уровня игроки оцениваются присвоенным им номером "кю" или "даном". На самом низком уровне, игроки оцениваются по номеру кю, причем у более сильных игроков номер кю меньше. Игроки в один кю - сильнейшие кю-игроки. Выше уровня кю располагаются игроки уровня любительских данов и игроки уровня профессиональных данов. На уровне данов игрок с большим даном является и более сильным игроком. Игроки первого дана (также известным как шодан), являются самыми слабыми дан-игроками. На обоих уровнях, любительском и профессиональном, сильнейшим игрокам присваивается 9-й дан. Любительский 9-й дан как правило не сильнее, чем профессиональный шодан. Любитель 3-го дана, примерно соответствует игроку уровня мастера в шахматах.

столице, Тайбэе, одна из моих старших сестер, Цзин-Фен, купила мне в качестве подарка набор для игры в го<sup>4</sup>. В те времена Лин Хай-Фонг (на японском языке - Rin Kaihou) - го-профи и игрок 9-го профессионального дана, который был родом с Тайваня, выигрывал в Японии главные чемпионские титулы го, и тайваньские газеты широко освещали его титульные матчи. Это было в то время, когда я открыл для себя книги по игре го. Цзилун не отсталый город, но не такой развитой как Тайбэй. В Цзилун было всего несколько книжных магазинов, и ни одного около нашего дома. В Тайбэе, в нескольких минутах ходьбы от школы "Cheng-Kuo" находилась целая улица из книжных магазинов. Го-книги изменили мой подход к решению технических проблем в последующей жизни. Всякий раз, когда я сталкивался с новой проблемой, моя первая реакция как правило заключалась в том, чтобы накопать о данной проблеме всё что я могу найти в литературе. В старые времена это означало бы поход в библиотеку или по книжным магазинам. Сегодня я конечно же должен добавить в этот набор поиск в сети Интернет. Конечно, иногда лучше обдумать проблему, прежде чем искать её в литературе, но старые привычки отмирают с трудом.

Изучение го стало очень важной частью моего раннего образования. На Дальнем Востоке го - это больше, чем просто игра. Она является неотъемлемой частью культуры. В Японии, бизнесмены иной раз используют го-половицы для описания своих бизнес-стратегий. Изучение го оказало большое влияние на мой подход к жизни. Одним из самых важных уроков, вынесенным мною из го, было умение стоять на своём. В го часто неразумно реагировать на каждую провокацию оппонента; иногда гораздо выгоднее рассудительно проигнорировать провокацию и перейти к новой зоне игры. Другими словами, будьте самостоятельны и не следуйте всегда за толпой. Такой подход иногда может обернуться очень плохими последствиями, но в целом он хорошо служит мне, и во время игры в го, и в реальной жизни.

Обучение го вероятно помогло мне понять некоторые, совсем неочевидные концепции, в шахматах. Иногда, когда я спрашивал хороших шахматистов об определенных формальных концепциях, которые я узнал из литературы по го, то часто ответом было: "Да, это интересная идея, и интуитивно я использую такую концепцию". Однако эта концепция, как правило не упоминалась в шахматной литературе. Го - сложная игра, но её правила очень просты. Может быть, как раз простота правил го облегчает описание абстрактных концепций в явном виде.

С настоящими правилами шахмат я познакомился только во время обучения на первом курсе Национального Тайваньского университета. Однажды, я решил просмотреть каталог университетской библиотеки на предмет

<sup>4</sup> "Cheng-Kuo" считалась лучшей государственной средней школой для мальчиков на Тайване, и туда было очень трудно попасть. Поэтому подарок был именно за поступление.

наличия в нём книг по шахматам, и был очень удивлён, найдя там книгу по компьютерным шахматам. Я учился на электротехническом факультете, а потому компьютеры представляли для меня определенный интерес. Обнаружение в каталоге книги по компьютерным шахматам было очень волнующим событием для меня, особенно учитывая указанного в каталоге автора, коим был не кто иной, как чемпион мира по шахматам, Михаил Ботвинник. Я был очень раздосадован, когда не смог разыскать эту книгу.

Теперь, оглядываясь назад, можно сказать, что пожалуй это даже оказалось благом для меня. Тот подход который защищал автор, по-видимому вёл в никуда. В течение примерно двадцати лет, Ботвинник написал много статей о том, как хорошо его программа разыгрывает тестовые позиции. Но даже по сей день, ни один сторонний исследователь ни разу не видел, чтобы его программа сделала хоть один ход, не говоря уже о соревновании с другими программами. Некоторые исследователи даже обвиняли его в фальсификации результатов в тестовых позициях. У него были некоторые хорошие идеи, по крайней мере по мнению шахматистов с которыми я разговаривал, но эти идеи было трудно реализовать, даже на более мощных западных компьютерах. А за железным занавесом, осуществить их вероятно вообще было невозможно. Он умер в начале 1990-х, как раз примерно в то время, когда персональные компьютеры стали вполне доступны на территории бывшего СССР.

Так или иначе, подогрев таким образом свой интерес, я прочел все журнальные статьи по компьютерным шахматам, которые смог найти. Я узнал правила игры в шахматы не из книг, а по одной из статей посвященных компьютерным шахматам, в которой случайно оказалось подробное описание правил.

Время от времени я продолжал проверять каталог библиотеки. Когда я учился на втором курсе, в университетскую библиотеку поступила новая книга по компьютерным шахматам. Эта книга - "Chess Skill in Man and Machine", представлявшая собой сборник статей с семинара по компьютерным шахматам, сейчас считается классикой среди исследователей в области компьютерных шахмат. Наиболее важная глава в этой книге была посвящена "Чесс 4.5" - шахматной программе Дэвида Слэйта и Лоуренса Аткина. (Большинство современных шахматных программ в той или иной мере являются клонами программы Чесс 4.5). Но тогда, когда я приступил к чтению этой книги, я и не догадывался, насколько авторитетной ей предстояло стать. В тот момент я главным образом был удивлен её пессимистичным тоном, особенно с учетом обычно радужных сообщений в прессе. Но именно пессимизм оказался гораздо ближе к реальности.

Литература по компьютерным шахматам, как правило рассматривает состоявшуюся в 1949 году лекцию Клода Шеннона, как начало современной истории компьютерных шахмат. В те времена некоторые из первых исследователей в области компьютерных шахмат были настроены весьма опти-

мистично в отношении их перспектив. В 1957 году Герберт Саймон, лауреат Нобелевской премии по экономике и известный компьютерный специалист, зашел так далеко, что заявил: "Не пройдет и десяти лет, как цифровой компьютер станет чемпионом мира по шахматам, если конечно не будут приняты правила не допускающие его к соревнованиям". Десять лет спустя лучшей была программа созданная Ричардом Гринблаттом, студентом Массачусетского технологического института. Его программа играла на уровне нижней границы класса C, что по рейтинговой шкале шахмат находится в пределах от 1400 до 1600 пунктов рейтинга. В то же время чемпионы мира, как правило обладают рейтингом примерно от 2800 до 2900 пунктов по той же шкале. Шахматист уровня 1400 играет лучше чем новичок, но он проиграл бы более чем половине завсегдатаев турниров выходного дня, не говоря уж о чемпионе мира. Предполагается, что игрок который на один класс сильнее чем противник (обладает рейтингом на 200 пунктов больше), должен выигрывать у своего соперника три игры из четырех. Лучшая программа компьютерных шахмат 1967 года играла на 1400 пунктов, или иначе говоря, на семь классов ниже чемпиона мира. Прогноз Герберта Саймона оказался очень далёк от истины.

В 1975 году, когда была написана большая часть материала в "Chess Skill in Man and Machine", Чесс 4.5 была лучшей программой. Её программисты однако постоянно заявляли, что программа всё ещё находится на уровне класса C, то есть не более чем на 200 пунктов сильнее программы Ричарда Гринблатта. Иными словами, после почти 10-ти лет развития, лучшие шахматные программы прибавили в силе менее 200 пунктов. При таких темпах прогресса, потребовалось бы ждать ещё 60 лет, то есть примерно до 2035 года, прежде чем компьютеры смогут бросить вызов чемпиону мира. Неудивительно, что общий тон книги был пессимистичным. Некоторый оптимизм возвратился несколько лет спустя, когда Чесс 4.9, запущенная на суперкомпьютере, показала что играет на уровне примерно 2000 пунктов рейтинга. Но я не знал о возвращении оптимистичных настроений, пока не начал учиться на степень доктора в университете Карнеги-Меллон, много лет спустя.

Отыскать шахматные книги на Тайване было трудно. В наличии были только книги на английском языке, и чтобы найти их, мне пришлось посетить специальные книжные магазины. Те книги которые я нашел, были либо сборниками игр или же книгами для начинающих. Книги для начинающих были слишком элементарны - они не выходили далеко за пределы описания правил игры, а сборники игр не объясняли вещи на моём уровне. Поэтому моё первое знакомство с позиционными концепциями шахмат произошло из литературы по компьютерным шахматам. А свою первую книгу непосредственно посвященную этим концепциям я прочитал только в Соединенных Штатах. Я был очень слабым шахматистом, когда уезжал в США.

На протяжении периода моего обучения в колледже, я время от времени продолжал играть в го. Сыграл я также и несколько партий в шахматы, в

основном из-за своего интереса к компьютерным шахматам. А вот в китайские шахматы я не играл практически ни разу, хотя, как я припоминаю, однажды выиграл одну из случайных партий, когда пытался "думать как компьютер", воображая, как программа будет "рассуждать" о позиции. Однако этот мой мыслительный процесс в отношении китайских шахмат, не имеет никакого отношения к тому, как Дип Блю реально играл в шахматы десятилетия спустя.

После окончания колледжа, я провел два года на обязательной военной службе, а затем отправился в университет Карнеги-Меллон в США. Во время своего пребывания в США я перестал играть в го. На тот момент, у меня был примерно шодан (первый дан) по американской шкале. Я начал свой собственный проект компьютерных шахмат в Карнеги-Меллон примерно через год после ухода из го, но эти два решения были совершенно не связаны между собой. Я никогда не был настоящим шахматистом, и даже после того как начал отдавать всё своё время работе над компьютерными шахматами, сыграл всего несколько игр. Вследствие работы над компьютерными шахматами я стал лучше в них разбираться, но у меня никогда не было официального шахматного рейтинга. Могу с уверенностью сказать, что в лучшем случае я играю на 1800 пунктов по рейтинговой шкале шахмат. Чему я действительно научился от проекта Дип Блю, так это более глубокому пониманию красоты того искусства, которое создаётся гроссмейстерами.

### ***Жаворонок***

Следующая история не имеет ничего общего с шахматами или компьютерными шахматами, но она кое-что расскажет вам обо мне. Причина, по которой я включаю её сюда, состоит в том, что я должен очистить свою совесть. Мои родители, мои учителя и мои одноклассники по средней школе заслуживают того, чтобы знать правду.

Истоки системы образования на Тайване можно проследить вплоть до времени правления династии Тан в Китае. Однажды, в течение этого периода, правление в Китае взяла на себя императрица, после смерти её мужа императора. Она стала первой и единственной императрицей непосредственно управлявшей страной. Не смотря на то, что многие традиционалисты и не считают её правление благоприятным, один из её указов оказал глубокое влияние на китайский дух и семейные традиции всего Дальнего Востока. Она создала систему отбора государственных служащих на основе государственного экзамена. Общественные экзамены стали главным социальным путем миграции, так как здесь не было никаких ограничений относительно того, кто мог принять в них участие. Потенциально, даже бедный крестьянский сын мог стать премьер-министром. Так как другие правители в регионе скопировали эту систему, то образование детей стало самым главным в семейной жизни для многих родителей на Дальнем Востоке. Со временем сама система образования стала вращаться вокруг различного рода экзаменов.

Эта система, созданная более тысячи лет назад, была разработана для подготовки послушных гражданских чиновников для имперского правительства. При этом наличие творческого потенциала, конечно же, не всегда было желательной чертой для этих чиновников.

В те времена когда меня ещё только зачислили в начальную школу, тайваньскому юноше, чтобы добиться поступления в колледж, необходимо было пройти через три вступительных экзамена. Первый вступительный экзамен требовалось сдать для поступления в среднюю школу (после шести лет начальной школы), второй для поступления в старшие классы средней школы, а последний экзамен был необходим для поступления в колледж. Первые два экзамена были региональными, в то время как экзамен для поступления в колледж уже был общенациональным. Во время моей учебы в третьем классе, тайваньское правительство решило, что все дети должны обучаться по меньшей мере девять лет, а потому вступительный экзамен в среднюю школу был отменен. Так что я получил ещё немного детства, без прямого давления от вступительных экзаменов.

Вступительные экзамены поощряют запоминание, и как следствие итоговые результаты в системе образования на Тайване серьезно искажаются. Многие студенты на Тайване после обычной школы тратят время на частные уроки, а потому подготовка к вступительным экзаменам накладывает значительные расходы на их родителей. По правде говоря, я понятия не имею, как и чему они учились на тех частных уроках, я никогда не посещал ни одного из них. Мне удалось избежать частных уроков, потому что во время учебы в начальной школе я разработал особый метод "обучения". Мой способ "изучения" годился только для запоминания, а не для истинного понимания предмета. Некоторые предметы, такие как математика и физика, всё ещё требовали регулярных занятий, но я получал очень много выгоды от других предметов, в которых было необходимо только запоминание.

В то время, когда я ещё учился в начальной школе, мой брат уже перешел в среднюю. В день школьных экзаменов он иногда вставал очень рано, потому что не закончил подготовку к этим экзаменам со вчерашнего дня. Когда я размышлял над таким поведением, то сделал для себя очевидный вывод, что изучение предмета, если это возможно, нужно начинать в день проведения экзамена. На то существовало несколько веских причин.

Во-первых, моя память будет по-прежнему свежей, без потерь связанных с ночным сном. Во-вторых, небольшое время на подготовку вынуждает меня сосредоточиться, и таким образом фактически требуется меньше времени на изучение предмета. В-третьих, в субтропическом климате Тайваня гораздо приятнее заниматься ранним утром. Но конечно же моей истинной мотивацией было то, что если схема сработает, то мне не потребуется тратить много времени на обучение. Я ленивый человек, и моя лень проявилась ещё с самого раннего возраста.

Во время учебы в средней школе, зубрёжка ранним утром стала для

меня традицией. В день экзамена в школе я вставал, скажем, в 1.00 и готовился до рассвета. Но после сдачи экзамена, я выкидывал из головы и забывал все те глупые вещи, которыми пичкал свой мозг с самого раннего утра. Я получал достаточно хорошие оценки, и постоянно находился вблизи лидеров своего класса. Мой учитель начал обращать на это внимание, так как я был единственным школьником среди лучшей части класса, не бравшим частные уроки.

Однажды утром мой учитель выступал с речью перед всей школой. В то утро я был дежурным по уборке класса и к счастью не присутствовал на этом выступлении. Я был потрясен, когда позже узнал, что был субъектом части его речи. Очевидно, мой учитель как-то узнал о том, что я учился в утренние предрассветные часы, и дал мне восторженный отзыв, призывая и других студентов следовать моему примеру. Он предполагал, что я делал это каждый день, и использовал меня в качестве примера того, что и другие студенты должны учиться так же упорно, как это якобы делал я.

Учитель так и не догадался об истинных причинах моей утренней подготовки. Я был ещё более смущен, когда моя мать с гордостью повторила то, что сказал учитель - мама услышала это от моих одноклассников. Я так никогда и не сказал своей маме и учителю, что же происходило на самом деле. Ну а теперь они знают.

### ***Обходя авторитетов***

Подростки, как известно, бунтари. Я вел себя достаточно хорошо, но тоже имел некоторые мятежные черты характера. Я уважал авторитетных людей, когда они на деле доказывали, что заслуживают уважения. Но уважение к авторитетам не означало, что я не стал бы и пытаться обойти их. Такое отношение к авторитетным фигурам оказало определенное влияние на некоторые последующие события в Карнеги-Меллон, в первые годы шахматного проекта.

Когда я поступал в старшие классы средней школы, мой брат уже учился в колледже по химико-технологической специализации, и я взял почитать некоторые его учебники, которые он больше не использовал. Моим первым учителем математики в старших классах был довольно безответственный человек, который тратил более половины учебного времени в классе на разного рода жалобы, не проводя реального обучения. Послушав его несколько раз, я решил, что своё время в классе мне лучше потратить на чтение, так что я начал проходить учебники брата по математике. Учитель математики был настолько занят жалобами на жизнь, что не понимал, что я читаю свои собственные книги, а может быть это его просто не волновало. Второй мой учитель математики был хорошим преподавателем, но так как ранее я уже прошел часть материала, то время от времени я продолжал своё обучение математике в классе вне программы. Однажды учитель заметил,

что я не обращаю на него внимания, и подошел ко мне. Когда он узнал что я читаю, то отступился, но предупредил меня не повторять этого снова. Не удивительно, что он начал придирается ко мне, часто прося меня подойти к доске и показать, что я знаю предмет. Так продолжалось некоторое время, пока он не подошел к проблеме, которую как он думал, я не смогу решить.

Оказалось, что это будет решение уравнения в конечных разностях второго порядка<sup>5</sup>, как следствие задачи о случайных блужданиях. На самом деле, конечно, уравнения в конечных разностях не являются частью учебного плана средней школы. Фактически уравнения в конечных разностях не входили даже в программу учебного плана моего колледжа. Но мне повезло, что они были в учебном плане колледжа моего брата, и несколько месяцев назад мне довелось прочитать о них в его книгах. Я подошел к доске и решил уравнение за 30 секунд, с использованием обозначений о которых остальные старшеклассники ничего не знали. Лицо учителя в тот момент стоило того, чтобы на него посмотреть. Я знал, что он не мог ожидать от меня решения уравнения с помощью метода, который я использовал. Мне было интересно, как он собирается объяснять что-либо классу, и какое альтернативное решение у него есть.

Он сказал: "Ну, это называется уравнением в конечных разностях, но мы не будем решать его подобным способом". Таким образом, у него действительно был альтернативный способ решения уравнения. Это было интересно. В течение следующих десяти минут, или около того, он заполнил половину доски сложными алгебраическими уравнениями, и в итоге получил то же решение, к которому я уже пришёл ранее. Я впоследствии проверил по дополнительной литературе, и выяснил, что там действительно рекомендуется такое решение.

После этого инцидента учитель оставил меня в покое. Я произвёл довольно сильное впечатление на некоторых из моих одноклассников, и они дали мне прозвище "Crazy Bird (Сумасшедшая Птица)"<sup>6</sup>. Позже, когда я приехал в Соединенные Штаты, те люди у которых были проблемы с произношением моего имени, знали меня как "СВ".

После того как я поступил в Национальный Тайваньский университет, у меня случилось несколько небольших инцидентов с некоторыми тамошними профессорами, но не слишком серьезных. Один из инцидентов произошёл на занятиях по физике и был немного похож на тот, который случился со мной на уроке математики в средней школе, но не такой драматичный. После него, наш профессор физики почему-то пришел к странному

<sup>5</sup> Если вы не знаете, что такое уравнение в конечных разностях, то не беспокойтесь об этом. Я нахожу эти знания полезными, но вы конечно же сможете прочитать остальную часть книги, не зная что это такое.

<sup>6</sup> В китайском языке слово "сумасшедший" имеет то же звучание что и "Фен" - китайский иероглиф для слова "пик" и первый символ моего имени.

выводу, что я хочу стать хорошим физиком. Но поскольку оценки по предмету я получал хорошие, то причин жаловаться у меня не было. А вот во время моих занятий по китайскому языку я проделал кое-что более смелое. Мы должны были написать на китайском языке эссе о том, что прочитали у Чуан-Цзы - китайского литературного классика. Эссе должно было называться что-то вроде "Читай Чуан-Цзы". Так случилось, что Чуан-Цзы хорошо рифмовался с переводом на китайский для слова "атомный". Я изменил название эссе на "Эксперименты Чуан-Цзы над атомами" и написал эссе как сатиру, в форме отчета об экспериментах по столкновению атомов. В своём эссе я широко высмеивал нашего профессора по китайскому языку. Преподаватель был не слишком доволен своим описанием, но эссе его настолько позабавило, что он поставил мне за него наивысшую оценку. Как я и предполагал, у него было сильное чувство юмора.

После окончания колледжа, парни на Тайване обязаны отслужить два года в армии. На мой взгляд, основным итогом этой службы является то, что студенты колледжа просто становятся глупее - уж я-то точно чувствовал себя глупее. За время службы моя реакция стала замедленной, и я определенно начал терять навыки. Военная система разрабатывалась для создания послушных солдат, а не свободно мыслящих душ. Нехватка интеллектуальной стимуляции приводила к умственной атрофии. Тот факт, что многие из нас оказались под прессом окружающей обстановки, тоже явно не помогало. Я оказался более удачливым чем большинство, благодаря тому что моя служба заключалась в основном в обучении младших офицеров и новоприбывших солдат по предметам основ электротехники и английскому языку в учебном центре командования ракетами. Учебных часов было много, и становилось обидно что большая часть обучающихся солдат были не слишком сообразительны. Большинство из них не могли или не хотели выучить даже английский алфавит. В конце концов, я просто сосредоточился на тех немногих, у кого были хоть какие-то шансы это сделать. Так или иначе, я был несчастлив и хотел изменить существующее положение вещей.

В распоряжении учебного центра, находилось несколько тренажеров для подготовки офицеров отвечавших за управление ракетами. Тренажеры были дорогими, и ни один из них не работал. Так получилось, что прежде чем стать инструктором, я прошел обучение по обслуживанию командного модуля управления ракетами, и был немного знаком с его внутренней структурой. Тренажеры были сделаны на основе модифицированного командного модуля, и по сути представляли собой образчик одной знаменитой видеоигры использовавшей экран радара в качестве дисплея. В учебном центре были в наличии схемы как тренажера, так и командного модуля. В их основе лежали древние технологии - логика на базе реле, аналоговые потенциометры для задания формы сигнала и т. д. Типично военные

вещи, устаревшие на десять-двадцать лет. Видеопоток в командном модуле был легкодоступен, и без труда поддавался модификации. Превратить командный модуль в тренажер было бы очень желательно, так как работоспособных командных модулей было много. Я выступил с соответствующим предложением к командующему учебного центра, и получил добро на проведение эксперимента. Пройдясь по магазинам Тайбэя торгующим электронными компонентами, я приобрел несколько деталей. Потребовалось около суток, чтобы соединить все детали вместе, в результате чего стало возможным передавать мой собственный видеосигнал на экран радара. Командующий был в восторге, и меня попросили написать официальное предложение. В конечном итоге, правда, всё отменили, поскольку я совершенно не намеревался оставаться здесь по окончании срока службы.

Военная служба стала травмирующим опытом для меня. Физически я был в порядке. Однако в психологическом отношении, длительный период умственного подавления имел негативные последствия. Прошло вероятно около двух лет после службы в армии, прежде чем мои умственные способности полностью восстановились. За время службы мне удалось сделать несколько необычных вещей, но быть два года субъектом безусловного подчинения, оказалось очень трудным для меня. Оглядываясь назад, я спрашиваю себя, не были ли мои ранние выходы в аспирантуре результатом долгого лишения свободы воли во время военной службы.

Последним годом моей службы стал 1982-й. В начале этого года я получил уведомление из университета Карнеги-Меллон о том, что меня зачислили на кафедру информатики. Так что в августе, спустя пару недель после окончания военной службы, я поднялся в самолет и отправился в Соединенные Штаты.

### *Аргументы за Карнеги-Меллон*

Как же я в конце концов оказался в Карнеги-Меллон? Ну, это довольно запутанная история.

Когда я был ещё студентом электротехнического факультета Национального Тайваньского университета, тайваньской промышленности информационных технологий (ИТ) по сути не существовало. Микропроцессорная революция тогда ещё только-только начиналась. Видя, что микропроцессоры могут привести тайваньскую ИТ-индустрию к резкому подъему, Национальный Научный Совет Тайваня начал финансирование университетских исследовательских проектов по микропроцессорам. Следствием этого начинания стало то, что на втором курсе я приступил к работе над научно-исследовательским проектом связанным с микропроцессорами, под руководством главы нашего факультета.

Я присоединился к этому проекту после того как мой одноклассник, Чиа-Мин Хван, спросил, не заинтересован ли я в том, чтобы стать его

партнером в работе над проектом. В противоположность ситуации с шахматным проектом, здесь я занимался разработкой программного обеспечения, а Хван отвечал за аппаратные средства. Наш проект касался анализа вибраций обрабатывающих станков и продолжался вплоть до окончания моей учёбы. В ретроспективе, в отношении реальных исследований, моя работа оставляла желать лучшего, но всё же я развил некоторые полезные навыки работы с компьютерами. Этот опыт сыграл определенную роль в выборе мною аспирантуры.

Практически все университетские исследования посвященные микропроцессорам представляли собой программные проекты. Эффективные исследования в области аппаратной части ИТ были вне досягаемости для тайваньских университетов. Для руководства аппаратными исследованиями, правительство создало промышленные исследовательские агентства, одним из которых была "Организация Исследований и Услуг по Электронике" (ERSO - Electronics Research and Services Organization). В последний год моего обучения, перед студентами электротехнического факультета выступил с докладом один из представителей ERSO. Он подчеркнул, что кремниевые чипы будут иметь решающее значение в каждом аспекте нашей жизни и, учитывая отсутствие природных ресурсов на Тайване, развитие отрасли интегральных схем (IC) имеет жизненно важное значение для будущего роста экономики. Оратором из ERSO был Чиньтаи Ши - в настоящее время президент "Исследовательского Института Промышленных Технологий" (Industrial Technology Research Institute), в состав которого входит в том числе и сама ERSO. Наверное его речь была хороша, так как позже я решил, что хочу изучать как проектировать чипы<sup>7</sup>.

В то время лучшим местом для изучения процесса разработки микросхем были Соединенные Штаты, поэтому я послал несколько заявлений в американские университеты. Большинство моих заявлений были отправлены на электротехнические кафедры. Тем не менее, одну из заявок я послал на кафедру информатики (CS) университета Карнеги-Меллон в Питтсбурге. Существовало две причины, почему я так поступил.

Первая причина заключалась в том, что коль скоро я всё равно получал возможность работать над проектированием чипов, то мой предшествующий опыт работы с микропроцессорами делал привлекательной именно идею с кафедрой информатики. К тому же то, что кафедра информатики Карнеги-Меллон входила в тройку лучших в США, было очень кстати.

Вторая причина имела некоторое отношение к моему куратору факультета из Карнеги-Меллон, профессору Х.Т. Кунгу, но не в том смысле как вы можете подумать. Я не выбирал Карнеги-Меллон из-за наличия там

<sup>7</sup> Ну, я немного утрирую. У меня уже существовал интерес к изучению принципов работы интегральных схем. Узнать о предмете меня вынудил мой персональный проект.

профессор Кунга, тут всё несколько сложнее. В конце 1970-х и начале 1980-х годов профессор Кунг делал всё возможное, чтобы помочь нарождающейся IT-индустрии на Тайване встать на ноги. Одна из вещей, которые он предпринял, состояла в том, чтобы познакомить тайваньских исследователей с книгой "Введение в VLSI" Карвера Мида и Линна Конвея. В начале 1980-х годов эта книга стала Библией для VLSI-групп. В книге была глава, написанная профессором Кунгом и Чарльзом Лейзерсоном (в то время студентом профессора Кунга, а в настоящее время профессором Массачусетского технологического института). По прочтении этой главы, во всяком случае, становилось очевидным, что на кафедре информатики Карнеги-Меллон работает активная и уважаемая VLSI-группа. В этом и заключалась вторая причина для отправки моего заявления.

Я получил два сообщения о зачислении из университетов которые меня действительно интересовали. Одно из них пришло из самого сердца Силиконовой долины, с кафедры электротехники Стэнфордского университета. Другое поступило с кафедры информатики университета Карнеги-Меллон. С моим электротехническим образованием Стэнфорд был предпочтительней, но научно-исследовательская стажировка предложенная Карнеги-Меллон перевесила чашу весов, и я отправился в Питтсбург.



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### *Записи избранных игр*

#### **Чиптест - Реком, 1986 год, чемпионат АСМ, Даллас, 5-й тур**

1. f4 d5 2. e3 c5 3. Bb5+ Bd7 4. Be2 g6 5. Nf3 Bg7 6. c4 dxc4 7. Bxc4 b5 8. Be2 Bc6 9. O-O c4 10. a4 a6 11. axb5 axb5 12. Rxa8 Bxa8 13. Na3 Bxf3 14. Rxf3 Qd5 15. b3 cxb3 16. Bxb5+ Nd7 17. Bc4 Qb7 18. Bxb3 Ngf6 19. Rf1 O-O 20. Nc4 Ra8 21. Ne5 e6 22. Nd3 Ne4 23. Nf2 Nxf2 24. Kxf2 Nc5 25. Bc4 Na4 26. Qc2 Nb6 27. Bb2 Nxc4 28. Bxg7 Nxd2 29. Qxd2 Kxg7 30. Kg1 Ra4 31. Qc3+ f6 32. Rc1 Qe4 33. Qb3 Ra7 34. Rc8 e5 35. Rc4 Qa8 36. Kf2 exf4 37. exf4 Ra2+ 38. Rc2 Qa7+ 39. Kf1 Ra1+ 40. Ke2 Qe7+ 41. Kd2 Qd6+ 42. Ke2 Qxf4 43. h3 Qe4+ 44. Kf2 Qh4+ 45. g3 Qxh3 46. Rc7+ Kh6 47. Qe3+ g5 48. Rxh7+ Kxh7 49. Qe7+ Kg6 1/2-1/2

#### **Бент Ларсен - Дип Сот, 1988 год, шахматный турнир "Software Toolworks", Лонг Бич, 3-й тур**

1. c4 e5 2. g3 Nf6 3. Bg2 c6 4. Nf3 e4 5. Nd4 d5 6. cxd5 Qxd5 7. Nc2 Qh5 8. h4 Bf5 9. Ne3 Bc5 10. Qb3 b6 11. Qa4 O-O 12. Nc3 b5 13. Qc2 Bxe3 14. dxe3 Re8 15. a4 b4 16. Nb1 Nbd7 17. Nd2 Re6? (Ne5!, с идеей Nf3, отдавая пешку "с" за сильную атаку, с возможностью Bd3 позднее) 18. b3 Rd8 19. Bb2 Bg6 20. Nc4 Nd5 21. O-O-O N7f6 22. Bh3 Bf5 23. Bxf5 Qxf5 24. f3 h5 25. Bd4 Rd7 26. Kb2 Rc7 27. g4 hxg4 28. Rhg1 c5 29. fxg4 Nxg4 30. Bxg7 Rg6 31. Qd2 Rd7 32. Rxg4 Rxg4 33. Ne5 Nxe3 34. Qxd7 Nxd1+ 35. Qxd1 Rg3 36. Qd6 Kxg7 37. Nd7 Re3 38. Qh2 Kh7 39. Nf8+ Kh8 40. h5 Qd5 41. Ng6+ fxg6 42. hxg6+ Kg7 43. Qh7+ Kf6 0-1

**Дип Блю - Гарри Каспаров, 1996 год, АСМ Chess Challenge, Филадельфия, игра 1**

1. e4 c5 2. c3 d5 3. exd5 Qxd5 4. d4 Nf6 5. Nf3 Bg4 6. Be2 e6 7. h3 Bh5 8. O-O Nc6 9. Be3 cxd4 10. cxd4 Bb4 11. a3 Ba5 12. Nc3 Qd6 13. Nb5 Qe7 14. Ne5 Bxe2 15. Qxe2 O-O 16. Rac1 Rac8 17. Bg5 Bb6 18. Bxf6 gxf6 19. Nc4 Rfd8 20. Nxb6 axb6 21. Rfd1 f5 22. Qe3 Qf6 23. d5 Rxd5 24. Rxd5 exd5 25. b3 Kh8 26. Qxb6 Rg8 27. Qc5 d4 28. Nd6 f4 29. Nxb7 Ne5 30. Qd5 f3 31. g3 Nd3 32. Rc7 Re8 33. Nd6 Re1+ 34. Kh2 Nxf2 35. Nxf7+ Kg7 36. Ng5+ Kh6 37. Rxh7+ 1-0

**Гарри Каспаров - Дип Блю, 1996 год, АСМ Chess Challenge, Филадельфия, игра 2**

1. Nf3 d5 2. d4 e6 3. g3 c5 4. Bg2 Nc6 5. O-O Nf6 6. c4 dxc4 7. Ne5 Bd7 8. Na3 cxd4 9. Naxc4 Bc5 10. Qb3 O-O 11. Qxb7 Nxe5 12. Nxe5 Rb8 13. Qf3 Bd6 14. Nc6 Bxc6 15. Qxc6 e5 16. Rb1 Rb6 17. Qa4 Qb8 18. Bg5 Be7 19. b4 Vxb4 20. Bxf6 gxf6 21. Qd7 Qc8 22. Qxa7 Rb8 23. Qa4 Bc3 24. Rxb8 Qxb8 25. Be4 Qc7 26. Qa6 Kg7 27. Qd3 Rb8 28. Vxh7 Rb2 29. Be4 Rxa2 30. h4 Qc8 31. Qf3 Ral 32. Rxa1 Bxa1 33. Qh5 Qh8 34. Qg4+ Kf8 35. Qc8+ Kg7 36. Qg4+ Kf8 37. Bd5 Ke7 38. Bc6 Kf8 39. Bd5 Ke7 40. Qf3 Bc3 41. Bc4 Qc8 42. Qd5 Qe6 43. Qb5 Qd7 44. Qc5+ Qd6 45. Qa7+ Qd7 46. Qa8 Qc7 47. Qa3+ Qd6 48. Qa2 f5 49. Vxf7 e4 50. Bh5 Qf6 51. Qa3+ Kd7 52. Qa7+ Kd8 53. Qb8+ Kd7 54. Be8+ Ke7 55. Bb5 Bd2 56. Qc7+ Kf8 57. Bc4 Bc3 58. Kg2 Be1 59. Kf1 Bc3 60. f4 exf3 61. exf3 Bd2 62. f4 Ke8 63. Qc8+ Ke7 64. Qc5+ Kd8 65. Bd3 Be3 66. Qxf5 Qc6 67. Qf8+ Kc7 68. Qe7+ Kc8 69. Vf5+ Kb8 70. Qd8+ Kb7 71. Qd7+ Qxd7 72. Vxd7 Kc7 73. Bb5 Kd6 1-0

**Дип Блю - Гарри Каспаров, 1996 год, АСМ Chess Challenge, Филадельфия, игра 3**

1. e4 c5 2. c3 d5 3. exd5 Qxd5 4. d4 Nf6 5. Nf3 Bg4 6. Be2 e6 7. O-O Nc6 8. Be3 cxd4 9. cxd4 Bb4 10. a3 Ba5 11. Nc3 Qd6 12. Ne5 Bxe2 13. Qxe2 Bxc3 14. bxc3 Nxe5 15. Bf4 Nf3+ 16. Qxf3 Qd5 17. Qd3 Rc8 18. Rfc1 Qc4 19. Qxc4 Rxc4 20. Rcb1 b6 21. Bb8 Ra4 22. Rb4 Ra5 23. Rc4 O-O 24. Bd6 Ra8 25. Rc6 b5 26. Kf1 Ra4 27. Rb1 a6 28. Ke2 h5 29. Kd3 Rd8 30. Be7 Rd7 31. Bxf6 gxf6 32. Rb3 Kg7 33. Ke3 e5 34. g3 exd4+ 35. cxd4 Re7+ 36. Kf3 Rd7 37. Rd3 Raxd4 38. Rxd4 Rxd4 39. Rxa6 1/2-1/2

**Гарри Каспаров - Дип Блю, 1996 год, АСМ Chess Challenge, Филадельфия, игра 4**

1. Nf3 d5 2. d4 c6 3. c4 e6 4. Nbd2 Nf6 5. e3 Nbd7 6. Bd3 Bd6 7. e4 dxe4 8. Nxe4 Nxe4 9. Bxe4 O-O 10. O-O h6 11. Bc2 e5 12. Re1 exd4 13. Qxd4 Bc5 14. Qc3 a5 15. a3 Nf6 16. Be3 Bxe3 17. Rxe3 Bg4 18. Ne5 Re8 19. Rael Be6 20. f4 Qc8 21. h3 b5 22. f5 Bxc4 23. Nxc4 bxc4 24. Rxe8+ Nxe8 25. Re4 Nf6 26. Rxc4 Nd5 27. Qe5 Qd7 28. Rg4 f6 29. Qd4 Kh7 30. Re4 Rd8 31. Kh1 Qc7 32. Qf2 Qb8 33. Ba4 c5 34. Bc6 c4 35. Rxc4 Nb4 36. Bf3 Nd3 37. Qh4 Qxb2 38. Qg3 Qxa3 39. Rc7 Qf8 40. Ra7 Ne5 41. Rxa5 Qf7 42. Rxe5 fxe5 43. Qxe5 Re8 44. Qf4 Qf6 45. Bh5 Rf8 46. Bg6+ Kh8 47. Qc7 Qd4 48. Kh2 Ra8 49. Bh5 Qf6 50. Bg6 Rg8 1/2-1/2

**Дип Блю - Гарри Каспаров, 1996 год, АСМ Chess Challenge, Филадельфия, игра 5**

1. e4 e5 2. Nf3 Nf6 3. Nc3 Nc6 4. d4 exd4 5. Nxd4 Bb4 6. Nxc6 bxc6 7. Bd3 d5 8. exd5 cxd5 9. O-O O-O 10. Bg5 c6 11. Qf3 Be7 12. Rael Re8 13. Ne2 h6 14. Bf4 Bd6 15. Nd4 Bg4 16. Qg3 Bxf4 17. Qxf4 Qb6 18. c4 Bd7 19. cxd5 cxd5 20. Rxe8+ Rxe8 21. Qd2 Ne4 22. Bxe4 dxe4 23. b3 Rd8 24. Qc3 f5 25. Rd1 Be6 26. Qe3 Bf7 27. Qc3 f4 28. Rd2 Qf6 29. g3 Rd5 30. a3 Kh7 31. Kg2 Qe5 32. f3 e3 33. Rd3 e2 34. gxf4 e1=Q 35. fxe5 Qxc3 36. Rxc3 Rxd4 37. b4 Bc4 38. Kf2 g5 39. Re3 Be6 40. Rc3 Bc4 41. Re3 Rd2+ 42. Ke1 Rd3 43. Kf2 Kg6 44. Rxd3 Bxd3 45. Ke3 Bc2 46. Kd4 Kf5 47. Kd5 h5 0-1

**Гарри Каспаров - Дип Блю, 1996 год, АСМ Chess Challenge, Филадельфия, игра 6**

1. Nf3 d5 2. d4 c6 3. c4 e6 4. Nbd2 Nf6 5. e3 c5 6. b3 Nc6 7. Bb2 cxd4 8. exd4 Be7 9. Rc1 O-O 10. Bd3 Bd7 11. O-O Nh5 12. Re1 Nf4 13. Bb1 Bd6 14. g3 Ng6 15. Ne5 Rc8 16. Nxd7 Qxd7 17. Nf3 Bb4 18. Re3 Rfd8 19. h4 Nge7 20. a3 Ba5 21. b4 Bc7 22. c5 Re8 23. Qd3 g6 24. Re2 Nf5 25. Bc3 h5 26. b5 Nce7 27. Bd2 Kg7 28. a4 Ra8 29. a5 a6 30. b6 Bb8 31. Bc2 Nc6 32. Ba4 Re7 33. Bc3 Ne5 34. dxe5 Qxa4 35. Nd4 Nxd4 36. Qxd4 Qd7 37. Bd2 Re8 38. Bg5 Rc8 39. Bf6+ Kh7 40. c6 bxc6 41. Qc5 Kh6 42. Rb2 Qb7 43. Rb4 1-0

**Гарри Каспаров - Дип Блю, матч-реванш Каспаров vs. Дип Блю, игра 1**

1. Nf3 d5 2. g3 Bg4 3. b3 Nd7 4. Bb2 e6 5. Bg2 Ngf6 6. O-O c6 7. d3 Bd6 8. Nbd2 O-O 9. h3 Bh5 10. e3 h6 11. Qe1 Qa5 12. a3 Bc7 13. Nh4 g5 14. Nhf3 e5 15. e4 Rfe8 16. Nh2 Qb6 17. Qc1 a5 18. Re1 Bd6 19. Ndf1 dxe4 20. dxe4 Bc5 21. Ne3 Rad8 22. Nhf1 g4 23. hxg4 Nxg4 24. f3 Nxe3 25. Nxe3 Be7 26. Kh1 Bg5 27. Re2 a4 28. b4 f5 29. exf5 e4 30. f4 Bxe2 31. fxg5 Ne5 32. g6 Bf3 33. Bc3 Qb5 34. Qf1 Qxf1+ 35. Rxf1 h5 36. Kg1 Kf8 37. Bh3 b5 38. Kf2 Kg7 39. g4 Kh6 40. Rg1 hxg4 41. Vxg4 Vxg4 42. Nxc4+ Nxc4+ 43. Rxc4 Rd5 44. f6 Rd1 45. g7 1-0

**Дип Блю - Гарри Каспаров, матч-реванш Каспаров vs. Дип Блю, игра 2**

1. e4 e5 2. Nf3 Nc6 3. Bb5 a6 4. Ba4 Nf6 5. O-O Be7 6. Re1 b5 7. Bb3 d6 8. c3 O-O 9. h3 h6 10. d4 Re8 11. Nbd2 Bf8 12. Nf1 Bd7 13. Ng3 Na5 14. Bc2 c5 15. b3 Nc6 16. d5 Ne7 17. Be3 Ng6 18. Qd2 Nh7 19. a4 Nh4 20. Nxe4 Qxe4 21. Qe2 Qd8 22. b4 Qc7 23. Rec1 c4 24. Ra3 Rec8 25. Rca1 Qd8 26. f4 Nf6 27. fxe5 dxe5 28. Qf1 Ne8 29. Qf2 Nd6 30. Bb6 Qe8 31. R3a2 Be7 32. Bc5 Bf8 33. Nf5 Bxf5 34. exf5 f6 35. Bxd6 Bxd6 36. axb5 axb5 37. Be4 Rxa2 38. Qxa2 Qd7 39. Qa7 Rc7 40. Qb6 Rb7 41. Ra8+ Kf7 42. Qa6 Qc7 43. Qc6 Qb6+ 44. Kf1 Rb8 45. Ra6 1-0

**Гарри Каспаров - Дип Блю, матч-реванш Каспаров vs. Дип Блю, игра 3**

1. d3 e5 2. Nf3 Nc6 3. c4 Nf6 4. a3 d6 5. Nc3 Be7 6. g3 O-O 7. Bg2 Be6 8. O-O Qd7 9. Ng5 Bf5 10. e4 Bg4 11. f3 Bh5 12. Nh3 Nd4 13. Nf2 h6 14. Be3 c5 15. b4 b6 16. Rb1 Kh8 17. Rb2 a6 18. bxc5 bxc5 19. Bh3 Qc7 20. Bg4 Bg6 21. f4 exf4 22. gxf4 Qa5 23. Bd2 Qxa3 24. Ra2 Qb3 25. f5 Qxd1 26. Bxd1 Bh7 27. Nh3 Rfb8 28. Nf4 Bd8 29. Nfd5 Nc6 30. Bf4 Ne5 31. Ba4 Nxd5 32. Nxd5 a5 33. Bb5 Ra7 34. Kg2 g5 35. Bxe5+ dxe5 36. f6 Bg6 37. h4 gxh4 38. Kh3 Kg8 39. Kxh4 Kh7 40. Kg4 Bc7 41. Nxc7 Rxc7 42. Rxa5 Rd8 43. Rf3 Kh8 44. Kh4 Kg8 45. Ra3 Kh8 46. Ra6 Kh7 47. Ra3 Kh8 48. Ra6 1/2-1/2

**Дип Блю - Гарри Каспаров, матч-реванш Каспаров vs. Дип Блю, игра 4**

1. e4 c6 2. d4 d6 3. Nf3 Nf6 4. Nc3 Bg4 5. h3 Bh5 6. Bd3 e6 7. Qe2 d5 8. Bg5 Be7 9. e5 Nfd7 10. Bxe7 Qxe7 11. g4 Bg6 12. Bxg6 hxg6 13. h4 Na6 14. O-O-O O-O-O 15. Rdg1 Nc7 16. Kb1 f6 17. exf6 Qxf6 18. Rg3 Rde8 19. Re1 Rhf8 20. Nd1 e5 21. dxe5 Qf4 22. a3 Ne6 23. Nc3 Ndc5 24. b4 Nd7 25. Qd3 Qf7 26. b5 Ndc5 27. Qe3 Qf4 28. bxc6 bxc6 29. Rd1 Kc7 30. Ka1 Qxe3 31. fxe3 Rf7 32. Rh3 Ref8 33. Nd4 Rf2 34. Rb1 Rg2 35. Nce2 Rxc4 36. Nxe6+ Nxe6 37. Nd4 Nxd4 38. exd4 Rxd4 39. Rg1 Rc4 40. Rxc6 Rxc2 41. Rxc7+ Kb6 42. Rb3+ Kc5 43. Rxa7 Rf1+ 44. Rb1 Rff2 45. Rb4 Rc1+ 46. Rb1 Rcc2 47. Rb4 Rc1+ 48. Rb1 Rxb1+ 49. Kxb1 Re2 50. Re7 Rh2 51. Rh7 Kc4 52. Rc7 c5 53. e6 Rxh4 54. e7 Re4 55. a4 Kb3 56. Kc1 1/2-1/2

**Гарри Каспаров - Дип Блю, матч-реванш Каспаров vs. Дип Блю, игра 5**

1. Nf3 d5 2. g3 Bg4 3. Bg2 Nd7 4. h3 Bxf3 5. Bxf3 c6 6. d3 e6 7. e4 Ne5 8. Bg2 dxe4 9. Bxe4 Nf6 10. Bg2 Bb4+ 11. Nd2 h5 12. Qe2 Qc7 13. c3 Be7 14. d4 Ng6 15. h4 e5 16. Nf3 exd4 17. Nxd4 O-O-O 18. Bg5 Ng4 19. O-O-O Rhe8 20. Qc2 Kb8 21. Kb1 Bxc5 22. hxg5 N6e5 23. Rhe1 c5 24. Nf3 Rxd1+ 25. Rxd1 Nc4 26. Qa4 Rd8 27. Re1 Nb6 28. Qc2 Qd6 29. c4 Qg6 30. Qxc6 fxc6 31. b3 Nxf2 32. Re6 Kc7 33. Rxc6 Rd7 34. Nh4 Nc8 35. Bd5 Nd6 36. Re6 Nb5 37. cxb5 Rxd5 38. Rg6 Rd7 39. Nf5 Ne4 40. Nxc7 Rd1+ 41. Kc2 Rd2+ 42. Kc1 Rxa2 43. Nxc5 Nd2 44. Nf4 Nxb3+ 45. Kb1 Rd2 46. Re6 c4 47. Re3 Kb6 48. g6 Kxb5 49. g7 Kb4 1/2-1/2

**Дип Блю - Гарри Каспаров, матч-реванш Каспаров vs. Дип Блю, игра 6**

1. e4 c6 2. d4 d5 3. Nc3 dxe4 4. Nxe4 Nd7 5. Ng5 Ngf6 6. Bd3 e6 7. N1f3 h6 8. Nxe6 Qe7 9. O-O fxe6 10. Bg6+ Kd8 11. Bf4 b5 12. a4 Bb7 13. Re1 Nd5 14. Bg3 Kc8 15. axb5 cxb5 16. Qd3 Bc6 17. Bf5 exf5 18. Rxe7 Bxe7 19. c4 1-0



## ПРИЛОЖЕНИЕ С

### *Для дополнительного чтения*

#### **О Дип Блю и его предшественниках**

*"Deep Blue"*, Январь 2002, Artificial Intelligence, вып. 134, стр. 57-83.

*"IBM's Deep Blue Chess Grandmaster Chips"*, Март/Апр 1999, IEEE Micro Magazine, стр. 71-81.

*"A Grandmaster Chess Machine"*, Октябрь 1990, Scientific American, стр. 44-50.

*"Deep Thought"*, 1990, глава из книги *"Computers, Chess, and Cognition"*, Springer-Verlag, стр. 55-78.

Веб-сайт <http://www.chess.ibm.com/> - архив веб-трансляции матча 1997 года. На момент написания этих строк, на этом веб-сайте можно найти технические протоколы игр Дип Блю с матч-реванша 1997 года.

#### **О компьютерных шахматах в целом**

*"Chess Skills in Man and Machine"*, Springer-Verlag - по-прежнему классика. Несмотря на год издания книги, глава о Чесс 4.5 всё ещё остаётся основным вводным учебником по шахматному программированию.

*"Computers, Chess, and Cognition"*, Springer-Verlag - книга о самых последних разработках, вплоть до начала 90-х. Содержит также некоторые материалы по компьютерному го.

*"Journal of the International Computer Chess Association"* - источник информации о последних разработках в области компьютерных шахмат. Для получения информации о подписке, см. сайт <http://www.dcs.qmw.ac.uk/~icca/>. Веб-сайт также содержит интересные ссылки.

#### **О других играх**

*"One Jump Ahead: Challenging Human Supremacy in Checkers"*, Springer-Verlag - книга о создании "Чинук" ("Chinook"), шашечной программы

уровня чемпиона мира. Она так же содержит особый взгляд на мир компьютерных шахмат 80-х и начала 90-х годов.

[http://www.ff.iij4u.or.jp/~jun1/csa/index\\_e.html](http://www.ff.iij4u.or.jp/~jun1/csa/index_e.html) - веб-сайт ассоциации компьютерного сёги.

<http://www.usgo.org/computer/> - страница веб-сайта Американской ассоциации го, посвященная компьютерному го.



## *Послесловие*

Ни Владимир Крамник, Braingames/Einstein чемпион мира, ни Гарри Каспаров, лишенный титула игрока номер один, не выиграли свои матчи против компьютеров в 2002 году. Ход обоих матчей следовал одному и тому же сценарию. Люди легко выигрывали вначале, и на протяжении как минимум ещё одной игры сохраняли перевес в счёте. Потом происходила катастрофа. Они оба проигрывали после нетипичных для себя элементарных ошибок. После того, как компьютеры сравнивали счёт в матче, люди начинали рано предлагать ничью, которая незамедлительно принималась операторами ЭВМ, и в итоге оба матча закончились вничью.

Действительно ли оба компьютера играли на уровне Владимира или Гарри? Об этом свидетельствуют результаты матчей. Согласен ли я с таким выводом? И да и нет. Да, Владимир и Гарри играли на уровне компьютеров, но вот сами компьютеры не играли на том уровне, на который были способны Владимир с Гарри.

Неоднократные грубые ошибки безусловно показывают, что люди играли не на максимуме своих возможностей, а быстрые ничьи позволяют предположить, что к концу матчей оба потеряли боевой дух. Тем не менее, компьютеры и в самом деле играют на достаточно высоком уровне. Вопрос лишь в том, играют ли они на уровне чемпиона мира. На это ответить труднее.

Моя интуиция подсказывает мне, что нет, не играют. Но я не уверен на 100 процентов.

Ещё до матча 1996 года я полагал, что шахматные знания крайне важны для шахматных машин уровня чемпиона мира. Джоэл Бенджамин, наш помощник на матче, неоднократно демонстрировал в нашей лаборатории, что играя против Дип Блю, он может с большой эффективностью использовать своё более совершенное понимание шахмат, несмотря на то, что Дип Блю мог его пересчитать. После первых четырёх игр матча 1996 года

между нами, в команде Дип Блю, начались перешептывания типа: "Может быть в отношении игры с компьютером Джоэл как шахматист лучше, чем Гарри?". Но победы Гарри в двух следующих играх подсказывали, что пожалуй это не так. Основные усилия в области развития Дип Блю образца 1997 года, были направлены на улучшение его шахматных знаний до уровня, невиданного ранее среди шахматных компьютеров. Я абсолютно уверен, что уровень его шахматных знаний всё ещё выше, чем это возможно в чисто софтверных программах, таких как Дип Джуниор и Дип Фриц. Я также в достаточной степени уверен, что Дип Блю тактически превосходит любую другую программу - в матчах присутствовали комбинации, которые находил даже Дип Блю Джуниор, но которые пропускали обе эти программы. И тем не менее, действительно ли так необходимы все заключенные в Дип Блю возможности, чтобы играть на уровне чемпиона мира? В этом я не уверен.

Необходимость превосходных тактических способностей Дип Блю также пока не ясна. Грубые ошибки допущенные Владимиром и Гарри, совершались вовсе не на большой глубине, а победы людей на самом деле были основаны не на глубоком расчете, а на превосходном знании шахмат. Так что шахматные знания кажется всё ещё имеют значение. И тем не менее матчи закончились вничью. Почему два лучших в мире шахматиста не смогли пустить в ход свои шахматные знания таким образом, чтобы они принесли плоды и в других, не выигранных ими партиях? Здесь возможно нескольких простых ответов. Первое, это то что они не были должным образом подготовлены. Такое вполне возможно. Если это правда, тогда некий лучше подготовленный, но более слабый игрок, должен относительно легко победить обе программы. Второе, это то что над ними довлело желание не проиграть. Это также выглядит правдоподобно. Публично оба шахматиста заявляли, что их компьютерный оппонент сильнее чем Дип Блю, но такой ответ понятен всякому человеку, знающему что они могли бы потерять лицо если бы проиграли матч. Наиболее удивительным для меня стал бы ответ, что когда программа становится достаточно умелой тактически, то людям возможно становится всё труднее и труднее использовать её позиционные слабости, может быть даже и тогда, когда эти слабости вполне очевидны. Матчи 2002 года кажется указывают на то, что лучшие шахматисты могут использовать позиционные слабости программ гораздо реже, чем ожидалось. Мне не нравится такой ответ - если это так, то мы могли бы закончить проект Дип Блю гораздо раньше. И тем не менее, результаты матчей конечно же не исключают такого варианта.

На момент написания этих строк, Гарри Каспаров объявил, что с 11-го по 18 ноября 2003 года сыграет в Нью-Йорке товарищеский матч против программы Дип Фриц (бывший оппонент Владимира). Он также согласился играть матч без физической шахматной доски. Вместо этого, он наденет

3D-очки и будет играть на виртуальной шахматной доске. Для того, кто просил безупречного освещения на матчах с Дип Блю, он очевидно создаёт для себя серьезные препятствия, соглашаясь на такие необычные условия. Я желаю ему удачи, но с подобными помехами я не слишком удивлюсь, если увижу как он вчистую проигрывает вследствие серии грубых ошибок.



## *Дополнения*



## *Внутри шахматной машины\**

Современные шахматные машины и программы, по-прежнему следуют базовым принципам построения шахматных автоматов, изложенным Клодом Шенноном ещё в 1949 году. В свою очередь статья Слэйта и Аткина, посвященная Чесс 4.5, представляет собой классический пример тех усовершенствований в разработке шахматных программ, которые произошли к концу 1970-х. Эта статья остается актуальной и сегодня - все современные шахматные автоматы в том или ином отношении являются клонами Чесс 4.5.

В базовой схеме Шеннона, для определения того, какой нужно сделать ход, используется минимаксный поиск. Эта схема предполагает наличие оценочной функции, которая присваивает шахматной позиции числовую оценку. Кроме того, принимается, что она присваивает эту числовую оценку с точки зрения компьютерного игрока. Простейшая оценочная функция может вернуть нам оценку  $+1$  - если компьютер выигрывает,  $0$  - если позиция ничейна, и  $-1$  - если компьютер проигрывает. Если у нас достаточно вычислительной мощности, то простой оценочной функции ( $+1, 0, -1$ ) в сочетании с минимаксным поиском, хватит для вычисления лучшего хода. Мы просто исследуем все возможные ходы за обе стороны, пока не достигнем позиций с известным исходом.

Рассмотрим позицию, где очередь хода за компьютером, и где известны исходы всех проистекающих из неё дочерних позиций. Такой позиции мы просто присваиваем максимальное значение из оценок её дочерних позиций. Соответственно, если хотя бы одна из дочерних позиций выиграна ( $+1$ ) для компьютера, то и сама материнская позиция тоже выиграна ( $+1$ ) для компьютера. В свою очередь, для той позиции где должен ходить

---

\* Здесь и далее размещены фрагменты из статей разработчиков Дип Блю (*прим. перев.*) Hsu F-h., "Inside a chess machine", Март/Апр 1999, IEEE Micro Magazine, стр. 73-75.

противник компьютера, берется уже не максимальное, а минимальное значение из оценок дочерних позиций. В этом случае, если хотя бы одна из дочерних позиций проиграна (-1) для компьютера, то и сама предшествующая им позиция, тоже проиграна (-1) для компьютера, так как предполагается что оппонент компьютера выберет ход, ведущий к наиболее благоприятному для него исходу партии. Используя эти правила, называемые минимаксом, и возвращаясь в обратном направлении от конечных позиций расчета к исходной, в конечном итоге можно получить оценки для всех вариантов первого хода компьютера в исходной позиции. Далее компьютер должен просто сделать ход, ведущий к позиции с максимальной возвращаемой оценкой, то есть фактически "решить" игру.

Вместе с тем Шеннон отмечал, что на самом деле шахматы слишком сложны для решения их подобным способом. Вместо того чтобы искать все пути к позициям с известным результатом, он предложил ограничить количество ходов которые может просматривать компьютер из текущей позиции. Этот предел может зависеть от времени и доступной вычислительной мощности. С таким искусственным лимитом, простая оценочная функция (+1, 0, -1) уже не работает, так как итоговый результат для позиций, скорее всего не будет известен. Шеннон предложил использовать эвристическую оценочную функцию - то есть по правилам минимакса будут возвращаться уже не простые, а эвристические оценки, а затем на основе этих минимаксных эвристических оценок будет выбираться ход. Сама же эвристическая оценочная функция, будет отталкиваться от оценки вероятности выигрыша, ничьи или проигрыша игры в каждой конкретной позиции. В существующих шахматных программах оценочная функция обычно основана на определении примерной величины перевеса или отставания, которым обладает компьютер относительно соперника в исследуемой позиции, измеряемого в пешках или сотых долях пешки.

Базовая схема Шеннона естественным образом делится на три составляющие - генератор ходов, который генерирует ходы и позволяет запустить поиск вперёд по дереву позиций; оценочную функцию, которая вычисляет оценки будущих позиций; и контроль поиска, который идёт в обратном направлении и возвращает оценки будущих позиций к текущей. В шахматном чипе Дип Блю к ним добавился ещё и быстрый стек ходов, выявляющий повторения шахматных позиций.

В Чесс 4.5 использовалось несколько новых и важных усовершенствований. Два из них оказались особенно важными для разработки аппаратного генератора шахматных ходов. Это были форсированный вариант (статический поиск) и алгоритм альфа-бета отсечений.

В своём простейшем виде, называемом также поиском взятий, форсированный вариант продляет поиск за пределы, установленные оригинальной схемой Шеннона. При поиске взятий, ходящая сторона включает ре-

жим расчета взятий, забирая материал, и заодно сводя позицию к спокойному виду, чтобы её можно было оценить такой, как она есть. Если ходящая сторона переходит в режим взятий, то и противоположная сторона тоже переходит в него, аналогично ведя позицию к стабильному состоянию. Поиск взятий (см. рисунок 1) может продолжаться в течение многих ходов, пока у одной из сторон не закончатся взятия или пока при ходе одной из сторон не будет принято решение, что позицию можно оценить такой, как она есть.

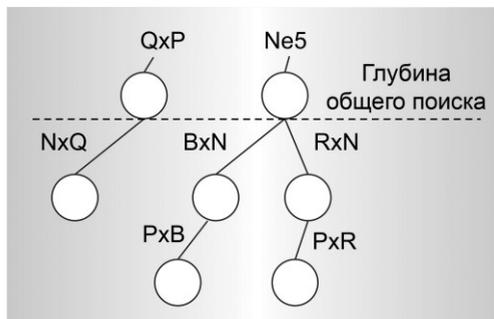
В более общем виде, помимо ходов взятий, форсированный вариант может включать в себя и другие виды форсированных ходов, например шахи.

Форсированный вариант оказывает значительное влияние на силу игры шахматной программы. Ещё ранние измерения показали, что программа с форсированным поиском равна по силе программе без форсированного поиска, но перебирающей варианты на четыре полухода (по два хода белых и черных) глубже. Форсированный вариант обычно увеличивает количество перебираемых позиций лишь в два-четыре раза, в то время как дополнительные четыре полухода обычного поиска, как правило увеличивают число рассматриваемых позиций до тысячи раз. Неудивительно, что все современные шахматные программы в том или ином виде используют форсированный вариант.

Программа с форсированным вариантом обычно расходует на него по крайней мере половину времени всех своих вычислений. Таким образом, скорость вычисления форсированного варианта оказывается очень важной для достижения высокой производительности шахматных компьютеров. Все удачные аппаратные генераторы шахматных ходов могут быстро генерировать по крайней мере ходы взятий. Шахматные чипы Дип Блю могут быстро генерировать также и другие форсированные ходы.

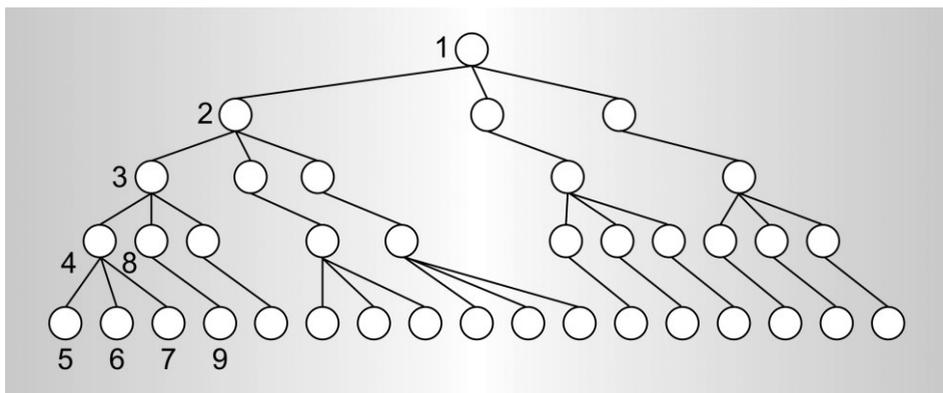
Алгоритм альфа-бета отсечений появился спустя несколько лет после публикации предложений Шеннона. На самом деле, конечно же, в неявном виде шахматисты использовали альфа-бета алгоритм или его разновидности уже на протяжении веков.

Альфа-бета алгоритм основан на наблюдении, что на самом деле нам не нужно рассматривать все ответы противника на наши плохие ходы -



**Рисунок 1. Поиск взятий производится за пределами глубины общего поиска, до тех пор, пока одна из сторон не исчерпает взятия, или не решит принять позицию.**

нам требуется найти только один опровергающий ход. Например, если наш плохой ход ставит под угрозу (подвешивает) ферзя, то нам просто достаточно знать, что наш оппонент может взять ферзя на следующем ходу. Тем не менее, чтобы убедиться в корректности опровергающего хода, мы должны рассмотреть все наши ответы на него. В примере с подвешиванием ферзя, мы должны изучить все наши ответы на взятие ферзя, чтобы убедиться что наш оппонент и в самом деле выигрывает ферзя без адекватной компенсации. Тот же принцип опровержения относится и к плохим ходам соперника, на каждый из которых также требуется только один наш опровергающий ход. Этот принцип опровержения ведёт к оптимальному дереву поиска (см. рисунок 2).



**Рисунок 2. Оптимальное дерево поиска.**

Дерево поиска растёт сверху вниз и слева направо. Чтобы получить при поиске оптимальное дерево, последовательность рассматриваемых ходов должна быть упорядочена по принципу первый - лучший. Таким образом, первый просматриваемый ход для данной позиции должен быть также и лучшим ходом, или по крайней мере опровергающим. На рисунке 2, крайняя левая ветвь дерева поиска представляет собой также и основной вариант (PV) - гипотетическую цепочку ходов, где обе стороны делают свои лучшие ходы. Соответственно, нам необходимо изучить все ответы на такие ходы - у лучшего хода не должно существовать опровержения. С другой стороны, все ходы, альтернативные ходу основного варианта будут хуже - для них мы обязаны изучить хотя бы одно опровержение.

Принципы опровержения имеют общий характер для всех уровней дерева, с одним опровержением всех ответов на каждом уровне. Это типичный образец роста дерева альфа-бета поиска. Данный алгоритм позволяет поиску шахматной программы достичь примерно вдвое большей глубины по сравнению с минимаксным поиском, конечно при условии если

ходы предварительно были отсортированы близко к последовательности первый-лучший.

Для программы перебирающей около 40 млрд. позиции за каждый ход - как Дип Блю в 1997 году, альфа-бета алгоритм увеличивает скорость поиска в 40 миллиардов раз. Это ускорение однако сильно зависит от качества сортировки ходов. Например, при выборе ходов по принципу первый-худший, альфа-бета алгоритму пришлось бы просматривать дерево вариантов такого же размера, как и при минимаксе. Очевидно, что аппаратный генератор ходов любой высокопроизводительной шахматной системы, должен обеспечивать упорядочивание ходов достаточное близкое к последовательности первый-лучший.

Ещё одним усовершенствованием, обычно упоминаемым без ссылки на источник но, насколько мне известно, впервые описанным Слэйтом и Аткином, была так называемая "ленивая оценка". При этой оценке, если материальный баланс слишком далеко уклонялся от ожидаемого значения, то Чесс 4.5 отказывалась от вычисления полной оценочной функции. Например, если одна из двух сторон потеряла ферзя, в то время как мы ожидаем от позиции равенства, то становится ясно, что нет никакой необходимости вычислять оценку полностью. Нормальная оценочная функция, по крайней мере в случае Чесс 4.5, уже никак не сможет поднять оценку до уровня близкого к равенству.

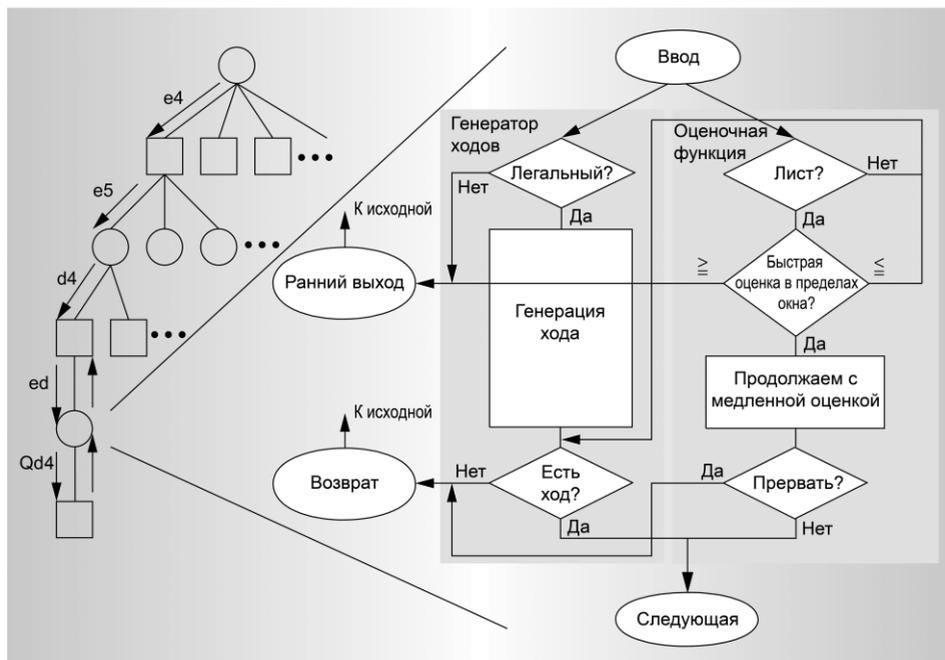
Шахматные чипы Дип Блю используют более сложные схемы ленивой оценки, которые отключают ленивую оценку в случае возникновения нестандартной позиции. В частности, если количество фигур на доске сокращается слишком сильно, то иногда позиция может быть ничейна, даже если у одной из сторон на целую фигуру больше. При поиске методом грубой силы на большой глубине присутствует большой процент разбалансированных позиций в листьях (конечных позициях) дерева перебора, что является прямым следствием рассмотрения всех ходов, которые естественно включают в себя и некоторые заведомо плохие ходы с обеих сторон. Как правило, при поиске методом грубой силы на глубину 12-ти полуходов, в 60-90 % позиций присутствует перевес более чем в одну пешку. Таким образом, ленивая оценка может быть очень эффективной.

На рисунке 3, в его левой части, показано дерево перебора в процессе поиска на глубину в три полухода из начальной позиции. После трех полуходов, поиск достигает листовой (конечной) позиции и вступает в область поиска методом форсированного варианта. Некоторые шахматные программы ограничивают форсированный поиск только взятиями. Но в Дип Блю, при определенных условиях, в форсированном варианте учитываются также шахи и отклонения от шахов. Это предполагает добавление специальных цепей для быстрой генерации таких ходов.

Блок-схема в правой части рисунка 3 дает упрощенное представление об обработке каждой шахматной позиции при поиске. После сделанного

хода шахматная машина обрабатывает поступившую позицию параллельно, по двум направлениям: генерирует ход и определяет оценку.

На левой ветви - ветви генерации хода - сначала проверяется корректность последнего хода соперника, путём определения, можем ли мы осуществить взятие короля противника. Если да, то последний ход сделанный



**Рисунок 3. Основной алгоритм поиска шахматного чипа: дерево поиска (слева), блок-схема (справа).**

оппонентом некорректен, и мы должны выйти из текущей позиции и вернуться к исходной. Если последний ход является легальным, то мы начинаем процесс генерации хода. Если мы не можем найти ход (легальных ходов либо не существует или же, в случае если производится поиск форсированным вариантом, не существует подходящих форсированных ходов), то мы возвращаемся к исходной позиции, возможно вместе с какой-нибудь оценкой выданной оценочной функцией. Если же у нас есть ход, и оценочная функция сообщает, что мы пока не можем выйти, то мы продолжаем поиск на следующем уровне.

На правой ветви принимаются решения по оценке позиции. При получении позиции мы сначала проверяем, является ли эта позиция листовым узлом дерева перебора (обычно проверяя, достигли ли мы достаточной глубины поиска). Если нет, то нам не нужно запускать оценочную функцию, и мы переходим на ветвь генерации хода. Если же мы добрались

до позиции-листа, то вычисляем быструю оценку, которая даёт нам лишь приблизительную оценку позиции, но подсчитывает её очень быстро. Если эта оценка выгодна для нас, то мы принимаем её и покидаем позицию (с досрочным завершением ветви генерации хода). Если эта оценка выглядит слишком плохой для нас, то мы переходим на ветвь генерации хода, в надежде найти какой-нибудь форсированный ход, который позволит нам что-нибудь отыграть. Если же эта оценка не кажется ни хорошей, ни плохой, то мы вычисляем медленную оценку, чтобы определить точное значение оценки для данной позиции. Если точная оценка нас устраивает, то мы можем прекратить поиск и возвратиться к исходной позиции. В противном случае - если генератор ходов утверждает, что есть подходящий форсированный ход, который позволит нам что-нибудь выиграть - мы продолжаем поиск.

## *Гроссмейстерские шахматные чипы IBM Дип Блю*

Суперкомпьютер IBM Дип Блю, который в 1997 году победил чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова, использовал во время матча с ним 480 специализированных шахматных чипов. В данной статье описываются принципы проектирования, общая архитектура и эффективность шахматных чипов, обеспечивших большую часть вычислительной мощности Дип Блю.

### *Общий обзор чипа*

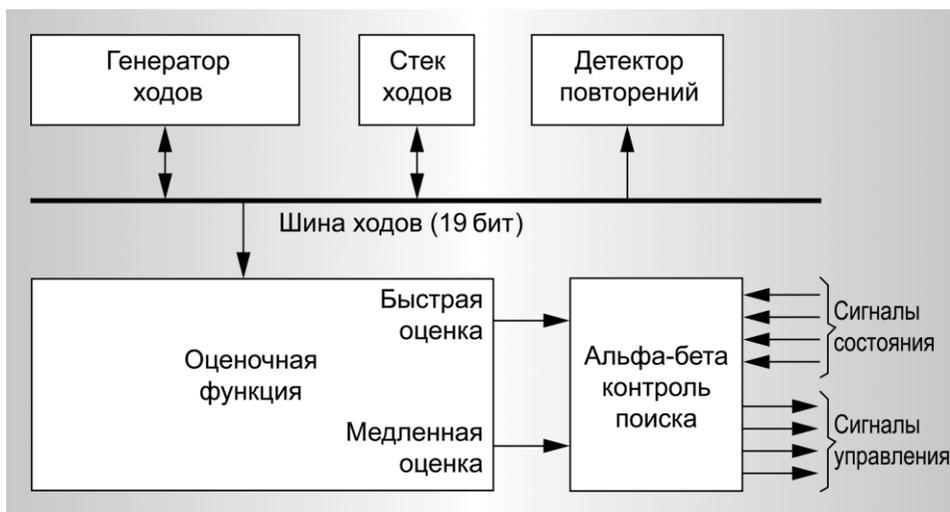
В Дип Блю каждый шахматный чип работает как полноценная шахматная машина. Надо сказать, что написание шахматной программы чипа "в кремнии" предоставляет такие возможности для проектирования, которые недоступны для разработок на программной основе. В частности, здесь требуется пересмотр конкурентоспособности алгоритмов в контексте времени их выполнения. Алгоритмы неприемлемые при программной разработке, могут отлично работать на аппаратном уровне. Например, какой-нибудь алгоритм может легко распараллеливаться аппаратно, без значительных потерь объёма вычислений, или у него можно снизить фактор времени, от времени на выполнение цикла инструкции до времени задержки срабатывания простого логического вентиля. Ниже я поясню некоторые типичные случаи таких специфических аппаратных алгоритмов, по мере их упоминания в тексте.

Шахматный чип делится на четыре части: генератор ходов, быстрый стек ходов, оценочную функцию и контроль поиска. Кроме того, быстрый стек ходов делится на стандартный стек ходов и детектор повторений. На рисунке 4 показана блок-схема шахматного чипа, вместе с соединениями между блоками. На рисунке 5 представлено фото кристалла шахматного чипа.

---

Hsu F-h., "IBM's Deep Blue Chess Grandmaster Chips", Март/Апр 1999, IEEE Micro Magazine, стр. 70-81.

Шахматные чипы Дип Блю изготавливались по 0,6-микронному CMOS техпроцессу, в три слоя металлизации, на напряжение 5 Вольт. Время выполнения одного такта каждого чипа находится в пределах от 40 до 50 наносекунд. При поиске, на одну позицию в среднем расходуется около 10-ти тактов. Рассеиваемая мощность составляет около одного ватта. Для платы из восьми чипов это уровень энергопотребления, укладываемый в ограничение по максимальной мощности шины МСА. Чип содержит около 1,5 миллиона транзисторов, а размер кристалла составляет 1,4×1,4 см. Каждый шахматный чип перебирает от 2 до 2,5 миллиона шахматных позиций в секунду.



**Рисунок 4. Блок-схема шахматного чипа.**

Шахматные чипы обеспечивают огромную вычислительную мощность. Вычисления, производимые одним шахматным чипом для одной шахматной позиции, на обычном компьютере потребовали бы до 40 000 универсальных команд. На скорости от 2 до 2,5 миллионов шахматных позиций в секунду, один шахматный чип работает как эквивалент суперкомпьютера со скоростью 100 миллиардов команд в секунду.

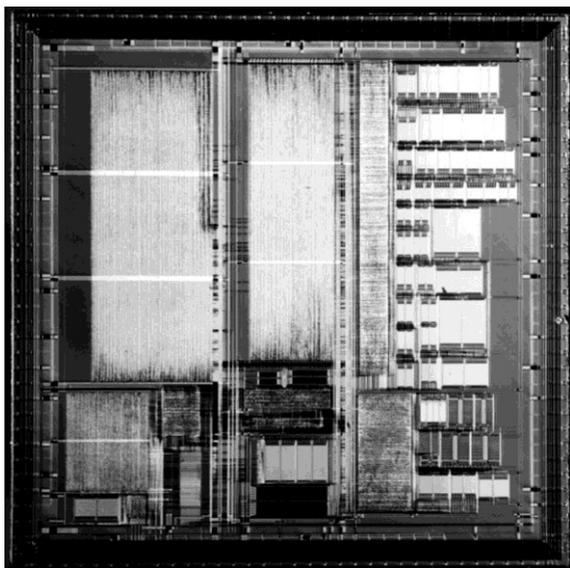
Дип Блю образца 1997 года состоял из 480 шахматных чипов. Так как каждый чип мог просматривать от 2 до 2,5 миллионов шахматных позиций в секунду, то "гарантированно не превышаемая" скорость системы достигала около одного миллиарда шахматных позиций в секунду, или 40 триллионов операции в секунду. Это, исходя из предположения, что каждая шахматная позиция потребует для обработки в среднем 40 000 универсальных команд. В свою очередь реальная установившаяся скорость си-

стемы достигала 200 миллионов шахматных позиций в секунду, или около 8 миллиардов операций в секунду.

Недавний анализ показал, что при условии запуска нового проекта и использования 0,35-микронной технологии, возможно увеличить скорость чипа примерно до 30 миллионов позиций в секунду. Такой чип делает возможной победу над чемпионом мира по шахматам, при использовании настольного персонального компьютера или даже ноутбука. С 0,18-микронной технологией и, скажем, четырьмя шахматными процессорами на одном кристалле, мы могли бы создать шахматный чип с более высокой установленной скоростью вычислений, чем у всего Дип Блю образца 1997 года.

### ***Генератор ходов***

Генератор ходов шахматного чипа выполнен на основе массива комбинационной логики размерностью  $8 \times 8$ . На фото кристалла генератор выглядит как блок в правом (левом? - прим. перев.) верхнем углу. Генерацией хода в нём управляет конечный автомат, реализованный аппаратно. Этот генератор ходов сложнее, чем генератор использовавшийся в Дип Сот, который не мог генерировать шахи или уклонения от шахов напрямую. Новый же генератор обладает такой возможностью, и напрямую генерирует ходы взятий, шахов и уклонения от шахов. Генератор ходов использовавшийся в шахматных чипах Дип Блю 1997 года мог также генерировать и атакующие ходы. Кроме того, дополнительные функции, введенные в версии 1997 года, также поддерживали аппаратное отсечение нерелевантных шахматных ходов на нескольких последних полуходах поиска, непосредственно перед поиском форсированным вариантом. Основной алгоритм генерации ходов остался такой же, как и у генератора ходов Белл.



**Рисунок 5. Фото кристалла шахматного чипа.**

Массив комбинационной логики генератора ходов, в сущности, представляет собой кремниевую шахматную доску. Каждая ячейка в этом массиве состоит из четырех основных компонент: передатчика поиска-жертвы,

передатчика поиска-атакующего, приёмника, а также арбитра распределения. Каждая ячейка содержит четырёхбитный регистр фигуры, который отслеживает тип и цвет фигуры на соответствующем квадрате шахматной доски.

Генератор ходов неявно вычисляет все ходы, даже несмотря на то, что генерирует он только один ход. При программной реализации мы бы посчитали это неприемлемым. Аппаратная же реализация позволяет вычислять все ходы параллельно и не тратить на это дополнительное время.

Генератор ходов также обнаруживает подвисящие фигуры и измеряет действенность шахов. Кроме того, в версии Дип Блю 1997 года у нас была возможность включать в генераторе простые аппаратные продления на первом уровне поиска форсированным вариантом, и мы ею пользовались.

Генератор ходов состоит примерно из 52 400 логических вентиляей.

### ***Оценочная функция***

Полная оценочная функция содержит около 66 000 вентиляей, не считая RAM и ROM. На фото кристалла (рисунок 5), к оценочной функции относятся все суб-блоки справа от генератора ходов. Нижние суб-блоки обеспечивают вычисление быстрой оценки. Верхние суб-блоки, содержащие систолический массив оценки, RAM-память оценки конвейерного типа и постоценочную логику конвейерного типа, вычисляют медленную оценку.

Быстрая оценка, определяемая за один такт, включает в себя все наиболее важные легковычисляемые элементы оценки. Она состоит из четырех частей: таблицы расположения фигур, массива король-и-пешка, цепей контроля фазы игры, эндшпильной логики и ROM-памяти.

Медленная оценка представляет собой наиболее сложный элемент на чипе, занимающий около половины его ядра. Она систолически сканирует шахматную доску по одному столбцу (вертикали) за раз. Время задержки для медленной оценки составляет три такта, а на вычисления для всех восьми столбцов шахматной доски тратится 11 тактов. Разделение оценочной функции на быструю и медленную оценку оказалось необходимым для того, чтобы поместить всю схему на одном чипе. К счастью, медленная оценка требуется нам не так уж и часто. Если на крайне малой глубине поиска медленная оценка используется примерно в половине просматриваемых позиций, то на реально задействованной глубине количество таких позиций падает примерно до 15-ти процентов.

Медленная оценка включает в себя конвейер состоящий из трёх стадий. Этот конвейер начинается систолическим массивом  $8 \times 1$ , который выполняет свою работу за восемь тактов, по одному на каждую вертикаль, далее идут более 40-ка блоков синхронной RAM, а замыкает цепочку дерево сумматора, которое аккумулирует результаты. Специальный кон-

троллер может остановить выполнение цикла медленной оценки "на лету", чтобы сократить потребление энергии.

Шахматная оценочная функция Дип Блю, по-видимому, гораздо сложнее любой другой оценочной функции, чьё описание когда-либо приводилось в литературе по компьютерным шахматам.

### ***Быстрый стек ходов***

В старой версии шахматного чипа быстрого стека ходов, как такового, не было. В нём использовался лишь стандартный стек ходов, а детектор повторений отсутствовал.

Детектор повторений нового чипа включает в себя кольцевой буфер на 32 записи, для 32-х последних полуходов. Используя аппаратный алгоритм ассоциативной памяти, детектор повторений сохраняет для каждой из 32-х последних позиций, число фигур, изменивших своё местоположение относительно текущей позиции на доске. Когда количество таких фигур равно нулю, мы имеем повторение позиции.

На самом деле детектор повторений обнаруживает даже больше, чем только простое повторение. Если есть только одна передвинутая фигура, то он также определяет ход, который может привести (или приближает нас), к троекратному повторению позиции. Если этот ход не нарушает правил игры, то та сторона, которой принадлежит право хода в данной позиции, может как минимум потребовать ничью.

Детектор повторений реализован как устройство обладающее временной сложностью равной  $O(n)$ , где  $n$  - глубина повторения позиции кольцевого буфера. Это отличает его от программных детекторов повторений, которые обычно обнаруживают повторение путём зондирования хеш-таблицы, что даёт временную сложность равную  $O(1)$ . Кроме того, обычные программные детекторы повторений, не могут сообщить нам, что позиция близка к повторению.

Ещё одним важным отличительным моментом аппаратного детектора повторений является то, что постоянная времени для него равна времени задержки срабатывания вентиля, вместо времени выполнения цикла инструкции.

Всего в детекторе повторений используется около 20 000 вентиляей.

### ***Контроль поиска***

Фактически, контроль поиска шахматного чипа использует не стандартный альфа-бета алгоритм. Правильнее сказать, что он использует алгоритм поиска альфа-бета с минимальным окном. Этот алгоритм избавляет нас от необходимости использовать стек оценок. Дело в том, что стандартный альфа-бета поиск держит в стеке оценок две временные переменные:  $\alpha$  и  $\beta$ . А относительно новый метод поиска с минимальным окном

может только сообщить нам, что найденная позиция лучше или хуже, чем единственное контрольное значение. Но при стандартном альфа-бета поиске, для ходов не отнесенных к лучшему, нам необходимо лишь узнать, являются ли они лучше или хуже (в таком случае они считаются опровергнутыми) чем текущий лучший ход - а поиск с минимальным окном как раз выполняет ту же самую функцию. Конечно, когда новый ход лучше, чем текущий лучший ход, нам скорее всего придется повторить перебор с новым ходом. В таком случае мы можем воспользоваться стандартным альфа-бета поиском, или же повторить поиск с минимальным окном несколько раз, каждый раз несколько повышая контрольное значение. В отношении эффективности, поиск на основе минимального окна по видимому примерно равен стандартному альфа-бета поиску.

Контроль поиска включает в себя 16-битный канал передачи данных и три конечных автомата управляющих сегментами этого канала. Два конечных автомата к тому же косвенно контролируют генератор ходов. Канал передачи данных использует многокаскадную схему сумматоров/вычитателей для вычисления (по возможности за наименьшее количество тактов) условных флагов в которых нуждается алгоритм поиска.

Одним из примечательных элементов контроля поиска является цифровой фильтр, обрабатывающий результаты работы медленной оценочной функции. Последняя вычисленная медленная оценка служит в качестве входа в этот фильтр. По мере прогресса поиска, фильтр выдает нам одну специфическую компоненту медленной оценочной функции. Так как медленная оценка для близких позиций радикально не меняется, то эта компонента предоставляет нам оценку, подходящую для дальнейшего использования. Без этой оценки, мы были бы вынуждены расширить окно, используемое для определения, вычислять ли медленную оценочную функцию или нет. Следовательно, пострадала бы скорость поиска.

На уровне системы чип выступает как 32-битное устройство с 17-битным адресным пространством. Запись в некоторые из адресов инициирует поиск на чипе из текущей позиции - как правило на четыре или пять полуходов ниже уровня глубины программного поиска. Это действие позволяет высвободить головной процессор для выполнения служебных операций или для начала поиска на другом чипе.

### ***Эффективность***

Мы использовали шахматные чипы в различных системных конфигурациях: систему из одного чипа, несколько чипов запущенных на одной рабочей станции (Дип Блю Джуниор), и наконец весь Дип Блю целиком. В самых ранних играх, состоявшихся в начале 1997 года, использовался один чип работавший на 70 % тактовой частоты, с эффективностью от одной десятой до одной пятой от расчетной, что было следствием аппарат-

ной ошибки. Это привело к снижению скорости чипа до 7-14 % от номинальной, или примерно до такой же скорости поиска, какая была у самой быстрой коммерческой шахматной программы на персональном компьютере с процессором Пентиум Про 180 МГц. В начале сессии отладки чипов в качестве оппонентов нам служили две ведущие коммерческие шахматные программы, запущенные на компьютере с процессором Пентиум Про. Из 10 игр с ними, однокристалльная программа выиграла все 10. Это дает примерно 95-процентный уровень достоверности того, что один чип, даже на пониженной скорости, по крайней мере на 200 пунктов сильнее чем коммерческие шахматные программы.

Мы сыграли ещё 30 игр против коммерческих шахматных программ, используя однокристалльную версию машины и Дип Блю Джуниор. За все 40 игр шахматный чип(ы) потерял всего два очка, то есть набрал против компьютерных шахматных программ 95 процентов очков. Из этого следует что, в зависимости от используемой рейтинговой формулы, расчётная сила игры чипов в этих партиях оказалась на 300 - 500 рейтинговых очков выше, чем у программ для ПК. Но этот показатель не несёт реальной оценки силы игры, поскольку беглый просмотр партий выявил у коммерческих программ наличие серьезных позиционных слабостей, которые наша система шахматных чипов использовала раз за разом.

Гораздо интереснее партии из противостояния Дип Блю Джуниор с гроссмейстерами, задействованными в проекте. Средний рейтинг гроссмейстеров превышал 2500 пунктов по международной шкале. В этих играх соотношение набранных/потерянных очков у Дип Блю Джуниор превысило значение три к одному, из чего следует сила игры на уровне 2700+, то есть среди десяти лучших игроков в мире.

## *Дип Блю*

### *1. Введение*

Дип Блю это шахматная машина, которая в 1997 году выиграла матч из шести партий у Гарри Каспарова, действующего тогда чемпиона мира по шахматам. Этому успеху способствовал ряд факторов, в том числе:

- механизм шахматного поиска, целиком размещенный на одном чипе,
- массовая параллельная система с несколькими уровнями распараллеливания,
- основной упор на продления поиска,
- сложная оценочная функция, и
- эффективное использование базы данных игр гроссмейстеров.

Эта статья описывает систему Дип Блю и даёт обоснование некоторых проектных решений, принятых в процессе её создания.

Фактически, существует две различные версии Дип Блю, та которая проиграла Гарри Каспарову в 1996 году, и та которая победила его в 1997 году. Эта статья в основном касается версии 1997 года, но в случае необходимости будет производиться сравнение с версией 1996 года, которую мы будем называть Дип Блю I. Для ясности, мы иногда будем называть версию 1997 года как Дип Блю II.

#### *1.1. Дип Блю I*

В основе Дип Блю I лежит использование механизма шахматного поиска, целиком размещённого на одном чипе. Создание чипа, использующего подобным механизм, заняло около трёх лет. Первые образцы чипов были получены в сентябре 1995 года. В них обнаружился ряд проблем, и в январе

---

Campbell M., Hoane A.J. Jr., Hsu F-h., "Deep Blue", январь 2002, Artificial Intelligence, вып. 134, стр. 57-83.

1996 года был получен их исправленный вариант.

Дип Блю I запускался на компьютере, состоявшем из 36-ти узлов IBM RS/6000 SP и 216-ти шахматных чипов. Каждый чип перебирал около 1,6 - 2 миллиона шахматных позиций в секунду. Общая скорость перебора составляла 50 - 100 миллионов шахматных позиций в секунду.

Полный, 36-узловой Дип Блю I, сыграл в условиях турнирного контроля времени только шесть партий - все они состоялись в феврале 1996 года, в рамках матча с Гарри Каспаровым. Этот матч был достаточно убедительно выигран Каспаровым со счетом 4-2, хотя после первых четырех игр в матче и сохранялось равенство 2-2. В рамках подготовки к матчу 1996 года против Каспарова, были сыграны три дополнительных матча с турнирным контролем времени, все с использованием одноузловой версии Дип Блю с 24-мя шахматными чипами. Эта система, также называемая Дип Блю Джуниор, победила гроссмейстера Илью Гуревича 1,5-0,5, сыграла вничью с гроссмейстером Патриком Вольфом 1-1 и проиграла гроссмейстеру Джозелу Бенджамину 0-2.

## ***2. Обзор системы***

Дип Блю - это массовая параллельная система, предназначенная для проведения поиска по дереву шахматной игры. Система состоит из 30-узлового (30-процессорного) компьютера IBM RS/6000 SP и 480-ти однокристальных движков шахматного поиска, по 16 движков (шахматных чипов) на каждый SP процессор. SP система состоит из 2-х узлов с процессорами P2SC 135 МГц и 28-ми узлов с процессорами P2SC 120 МГц. Узлы обмениваются информацией друг с другом посредством высокоскоростного коммутатора. Каждый узел имеет в своём распоряжении 1 Гб оперативной памяти и 4 Гб на диске. Во время матча 1997 года с Каспаровым система работала под управлением операционной системы AIX 4.2. Каждый шахматный чип Дип Блю может просматривать от 2 до 2,5 миллионов шахматных позиций в секунду, и обмениваться информацией со своим головным узлом через шину MCA. Описание шахматных чипов приводится в разделе 3.

Дип Блю организован в трёх уровнях. Один из SP процессоров определён как главный, а остальные как вспомогательные. Главный процессор исследует верхние уровни дерева шахматной игры, а затем распределяет "листовые" позиции между вспомогательными процессорами для дальнейшего исследования. Вспомогательные процессоры выполняют дополнительный поиск ещё на нескольких уровнях, а затем раздают свои листовые позиции шахматным чипам, которые в свою очередь осуществляют поиск на последних нескольких уровнях дерева.

Общая скорость системы варьируется в широких пределах, в зависимости от определённых характеристик рассматриваемых позиций. Для

тактических позиций, где есть длинные последовательности форсированных ходов, скорость Дип Блю составляет в среднем около 100 миллионов позиций в секунду. Для тихих позиций типичная скорость составляет около 200 миллионов позиций в секунду. В ходе матча 1997 года с Каспаровым, общая средняя скорость системы, наблюдавшаяся при продолжительности поиска более одной минуты, составляла 126 миллионов позиций в секунду. Максимальная установившаяся скорость, наблюдавшаяся в этом матче, составляла 330 миллионов позиций в секунду.

Дип Блю опирается на многочисленные идеи, получившие развитие в более ранних шахматных программах, в том числе такие как форсированный вариант, итеративное углубление, таблицы перестановок (все они описаны в [1]), и NegaScout [2]. Эти и другие идеи создали очень прочную основу для разработки и создания играющей в шахматы системы. Тем не менее, при создании такой большой и сложной системы как Дип Блю, естественно приходилось продвигаться по относительно неизведанной территории. Прежде чем приступить к детальному описанию компонент Дип Блю (в разделах с 3-го по 8-й), стоит обсудить те особенности Дип Блю, которые породили новые или необычные проблемы.

1. *Большая мощность перебора.* Предыдущим работам, посвященным исследованию игрового дерева поиска, как правило приходилось иметь дело с системами, которые перебирали на порядки меньше позиций, чем Дип Блю. Так образом, лучший способ воспользоваться дополнительной мощностью поиска Дип Блю был не ясен. Тем не менее, наша работа над поиском Дип Блю направлялась двумя основными принципами:

(а) *Поиск должен быть очень неоднородным.* Как известно, сильные шахматисты-люди могут производить расчет далеко за пределами глубины, которой можно было бы достичь в процессе однородного поиска (на любой мыслимой скорости). Предпочтение, отданное нами высокой избирательности поиска, явилось следствием поражения Дип Сот от Майка Вэльво в матче по переписке, когда нам стало ясно, что Вэльво производил поиск на значительно большую глубину, чем Дип Сот. Тот факт, что мы рассчитывали сыграть с Гарри Каспаровым - шахматистом известным своим всесторонне атакующим стилем, тоже принимался во внимание.

(б) *Поиск должен обеспечивать "страховку" от простых ошибок.* Мы хотели быть уверены, что изучены все цепочки ходов на некоторую минимально разумную глубину. Ранние исследования по алгоритмам отсечений (например по отсечению методом нулевого хода) не дали нам достаточно доказательств того, чтобы оправдать их включение в аппаратную часть средств поиска Дип Сот II или Дип Блю. Мы чувствовали, что даже

[1] D.J. Slate, L.R. Atkin, Chess 4.5 - The Northwestern University chess program, in: P.W. Frey (Ed.), Chess Skill in Man and Machine, Springer, New York, 1977, pp. 82-118.

[2] A. Reinefeld, An improvement to the scout tree-search algorithm, ICCA J.6(4) (1983) 4-14.

без отсечений и использования высокой избирательности поиска, у Дип Блю достаточно мощности перебора, чтобы удовлетворить наши потребности в подстраховке. Трёхминутный поиск Дип Блю, при переборе на полную ширину, достигал в среднем глубины 12,2.

Алгоритм поиска Дип Блю описан в разделах 4 и 5.

2. *Аппаратная оценка.* Оценочная функция Дип Блю реализована на аппаратном уровне. В некотором отношении это упрощает задачу программирования Дип Блю. В обычных (софтверных) шахматных программах, необходимо тщательно продумывать вопрос добавки новых признаков, всегда имея в виду что такая "улучшенная" оценочная функция может потребовать чересчур много времени на её вычисление, замедлив программу настолько, что та начнет играть слабее. В Дип Блю нет нужды постоянно переоценивать достоинства отдельных признаков оценочной функции в отношении времени их выполнения - время на вычисление оценочной функции является фиксированной константой. Но с другой стороны, при использовании аппаратной оценочной функции, у нас нет возможности добавлять к аппаратной оценке новые признаки<sup>1</sup>, а её программные корректировки трудны и сомнительны. Нам пришлось научиться либо по большей части обходиться без требуемых новых признаков или создавать некий суррогат из тех признаков, которые есть в наличии. Кроме того, дополнительные сложности создавались тем "богатством выбора", который был возможен в аппаратной части оценочной функции. Здесь так много признаков (8000), что настройка относительных значений этих признаков становится трудной задачей. Описание оценочной функции приводится в разделе 7.

3. *Гибрид программного/аппаратного поиска.* Поиск Дип Блю сочетает в себе программный поиск, реализованный в откомпилированном С-коде на универсальном микропроцессоре, и аппаратный поиск, закодированный в кремнии на шахматной чипе. Программный поиск чрезвычайно гибок и, по мере необходимости, может быть изменен. Аппаратный поиск параметризован, но общая форма поиска фиксирована. Таким образом, он до некоторой степени страдает от трудностей подобных тем, что связаны с использованием аппаратной оценочной функции - нельзя ввести новые модели поведения поиска, а существующие параметры требуют тщательной настройки. Есть также и дополнительная трудность, а именно - выбор наилучшей стратегии при переходе от программного поиска к аппаратному. Тот факт, что два поиска различны, может привести к возникновению эффекта горизонта.

4. *Массовый параллельный поиск.* Дип Блю - это массовая параллельная система, в которой, для участия в поисках по дереву игры, в нашем распоряжении находится более 500 процессоров. Хотя ранее уже проводились ис-

<sup>1</sup> Есть ограничения на время разработки, площадь кристалла, время/стоимость изготовления, что создаёт препятствия для создания новых чипов.

следования для подобных систем, объединение в Дип Блю широкомасштабного параллельного поиска с механизмами выборочного поиска создало новый набор проблем. Параллельный поиск и его взаимодействие с выборочным поиском описывается в разделе 6.

### **3. Шахматный чип**

Чип использовавшийся в Дип Блю, детально описывается в [3]. Подробности реализованных функциональных возможностей, будут приведены в следующих разделах - об аппаратном поиске (раздел 5) и оценочной функции (раздел 7).

Шахматные чипы опционально поддерживают подключение внешних FPGA (программируемых пользователем вентиляльных матриц), что позволяет получить доступ к внешней таблице перестановок, более сложному контролю поиска и дополнительным параметрам для оценочной функции. Кроме того, подобная конфигурация полностью поддерживает и поиск посредством нулевого хода. Теоретически, такой механизм работы позволил бы аппаратному поиску приблизиться по эффективности и сложности к программному поиску. Из-за нехватки времени, эта возможность так никогда и не была реализована в Дип Блю.

### **4. Программный поиск**

Основываясь на опыте работы с Дип Сот I, для Дип Сот II был создан новый выборочный поиск, который позже стал основой для выборочного поиска Дип Блю. Этот поиск, который мы назвали "двойной кредит с отсрочкой продлений" был разработан на основе ряда принципов:

1. *Продление форсирующих/форсируемых пар ходов.* Важной частью относящихся к шахматной тактике проблем, является вопрос форсирующих/форсируемых пар ходов (ФФП)<sup>2</sup>. Они обнаруживаются в различном контексте, например,

(а) У белых есть угроза, которая ведёт к выигрышу, и препятствовать этому невозможно. У черных есть множество ходов создающих различные задержки (например, шахи, матовые угрозы, нападения на ценные фигуры и т. д.), которые требуют точных ответов белых. В конце концов, ходы откладывающиеся неизбежно заканчиваются, и обнаруживается что белые побеждают.

(б) У белых есть серия жертв и прямых угроз, которые в конце концов приводят к мату или выигрышу бóльшего материала, чем пожертвовано.

<sup>2</sup> Форсируемый ход должен возвращать оценку значительно лучше (больше некоторого порогового значения), чем оценка возвращаемая всеми имеющимися альтернативами. Это может быть обобщено также и на те случаи, когда существует очень небольшое количество ходов, которые лучше чем все альтернативы.

[3] F.-h. Hsu, IBM's Deep Blue chess grandmaster chips, IEEE Micro (March-April 1999) 70-81.

В идеале можно было бы продлить поиск на два полухода для каждой ФФП. Но это почти всегда приводит к "взрыву поиска", т.е. фактически к бесконечному поиску. Следующие методы призваны решить эту проблему.

2. *Форсируемые ходы в зависимости от ожиданий.* Ход может быть форсируемым при одном уровне ожиданий и не форсируемым при другом. Ход, который "ниже нижней грани", то есть ниже текущего уровня ожиданий, в поиске Дип Блю никогда не считается форсируемым.

3. *Дробные продления.* Невозможно в полной мере продлить все ФФП без взрыва поиска. Во-первых, на форсирующий ход может быть больше одного разумного ответа, даже несмотря на то, что при форсировании по определению должно существовать небольшое количество разумных ответов. Во-вторых, даже у форсируемых ходов как правило есть допустимые альтернативы, которые должны быть опровергнуты. Одним из способов решения этой проблемы является возможность использования дробных продлений, где ФФП получает не полное 2-полуходовое продление, а некоторое, несколько уменьшенное его значение, скажем 1,75 полухода. Уменьшение форсирования ФФП уменьшает продления.

4. *Отсрочка продлений.* Изолированная ФФП часто не имеет смысла, да и в любом случае она не так уж трудна для "сквозного поиска". Ситуация обычно становится интереснее (и гораздо сложнее), когда есть серия ФФП. Единственный ответ на это - позволить ФФП накапливать своеобразный "кредит", и только когда станет доступно достаточно кредита, он может быть "обналичен" для осуществления продлений. Если настроить этот порог надлежащим образом, то продления будут откладываться до тех пор, пока на данной ветви не встретятся многократные ФФП.

5. *Двойной кредит.* Это первоочередная и важная проблема, которая возникает на "основном варианте" (PV). PV представляет собой лучшую игру за обе стороны в текущий момент, то есть ходы за обе стороны соответствуют уровню ожиданий. В этом случае обе стороны могут быть до некоторой степени форсируемы, и кроме того не выходить за пределы нижней грани, что позволяет кредитам накапливаться. Ясно, что здесь невозможно накапливать более одного полухода кредита несколько PV-ходов подряд, а то поиск может "взорваться". Одним из решений этой проблемы является разделение и накопление кредитов отдельно для каждой стороны. Если одна из сторон накопила достаточно кредита, чтобы реализовать продление, то другая сторона должна отказаться от равной ему суммы кредита.

6. *Сохранение области поиска.* Как отмечалось в [4], важно удерживать поиск в определенных границах во избежание его осцилляции.

[4] T.S. Anantharman, M.S. Campbell, F.-h. Hsu, Singular extensions: Adding selectivity to brute-force searching, Artificial Intelligence 43 (1) (1990) 99–110. Also published in: ICCA J. 11 (4) (1988) 135–143.

#### *4.1. Механизмы генерации кредита*

Существует большой набор механизмов для идентификации узлов, которые должны получать кредиты.

##### *1. Единственный, двойственный, тройственный и т.д.*

Единственный ход - это тот ход, который значительно лучше чем все альтернативы. Можно обобщить это и на те случаи, когда есть два, три или более таких ходов. Конечно, чем больше подходящих ходов имеется в наличии, тем меньше должно быть роздано кредитов. Ясно, также, что большую часть того, что сильный шахматист-человек определил бы как форсирующие ходы, подпадает под определение единственности. Именно в таких видах позиций гроссмейстеры способны считать особенно глубоко.

##### *2. Абсолютно единственный.*

Когда есть только один разрешенный правилами ход, то можно дать большой кредит с очень маленьким риском. Резон здесь в том, что если абсолютно единственный ход в конце концов станет слишком плохим, то у нас не будет альтернатив для рассмотрения, так что затраты на него будут ограничены. Во многих случаях тут целесообразно давать два полных полухода продления. Такой тип ходов это, как правило, ходы уклонения от шаха.

##### *3. Угроза, матовая угроза.*

При использовании метода нулевого хода относительно просто обнаружить, присутствует ли угроза в текущей позиции. Поиск посредством нулевого хода - это поиск, проводимый после пропуска хода одной из сторон. Интуитивно понятно, что если одна из сторон пропускает ход и быстро проигрывает, то в отношении этой стороны по-видимому намечается угроза, а другая сторона близка к её исполнению. Позиции, где существует угроза, как правило ограничены в количестве разумных альтернатив. Если существует серьёзная угроза, например угроза мата, то можно предоставить наиболее высокий уровень кредита. В Дип Блю этот подход был реализован через требование, что последние предшественники данной позиции должны иметь форсированные характеристики, прежде чем им будет предоставлен кредит угрозы.

##### *4. Влияние обстоятельств.*

Этот механизм дает кредит на ходы, которые были разблокированы предшествующими ходами. Например, если при очередном ходе черных, не считавшийся ранее пригодным ответ белых, перешел в разряд очевидно хороших, то ему может быть предоставлен кредит. Идея здесь заключается в предположении, что черные развивают какую-то комбинацию, даже если мы пока ещё не совсем понимаем, в чём заключается эта комбинация.

##### *5. Прочее.*

Традиционные схемы продления поиска, такие как уклонение от шаха и продвижение проходной пешки, также могут быть включены в эту си-

стему. Например, продвижение проходной пешки может рассматриваться как форсирующий ход, а ответ, если он не ниже нижней грани, может генерировать кредит.

Многие из этих методов потребовали вспомогательных вычислений, для сбора информации, необходимой чтобы принимать решения о продлениях. Это вполне соответствовало нашей философии использования огромной грубой силы поиска Дип Блю, для увеличения его избирательности.

Помимо всего прочего, кредит предоставляемый исходя из различных условий, зависит также и от глубины - позиции вблизи корня дерева обычно получают больше кредитов, чем позиции далёкие от корня. Такой подход позволяет быстрее принимать решения по форсированным линиям умеренной глубины, не допуская взрывного расширения поиска.

#### 4.2. Образец поведения

Ниже приводятся образцы поведения Дип Блю в двух совершенно разных позициях. Первая позиция<sup>3</sup>, возникшая перед [37-м ходом](#) белых в игре Дип Блю - Гарри Каспаров (Нью-Йорк, 1997 год, 2-я партия матча), содержит некоторые форсированные тактические линии (см. таблицу 1). Вторая позиция<sup>4</sup>, возникшая перед [11-м ходом](#) черных в пятой игре того же матча, обычно не считается тактической (см. таблицу 2). Для лучшей наглядности этот эксперимент запускался на Дип Блю Джуниор - версии Дип Блю, работающей на одном узле компьютера IBM RS/6000 SP. В процессе расчёта, для заданной итерации  $i$ , программе назначалась глубина  $i-4$  полухода, которая представляла собой минимальную глубину поиска в программной части. В свою очередь, максимальная глубина, достигаемая в программной части поиска (её значение приводится в третьем столбце таблиц 1 и 2), значительно превышала минимальную из-за продлений поиска. В двух указанных позициях, максимальная программная глубина превышала минимальную глубину примерно в три раза. В последнем столбце таблиц, приводится оценочное значение общей максимальной глубины, которая достигалась аппаратной и программной частью совместно. Непосредственно измерить этот показатель невозможно, поэтому данное оценочное значение базируется на результатах моделирования аппаратного поиска. При моделировании, когда учитывались продления аппаратного поиска и форсированный поиск, мы обычно наблюдали перебор на 6 - 16 полуходов глубже. В результате, мы можем видеть, что в позициях подобного типа, на 12-й итерации поиск может достигать глубины в 40 полуходов. Это позволяет предположить, что в конце концов, позиция 2 все же имела скорее тактический характер. Из чего следует, что поверх-

<sup>3</sup> r1r1q1k1/6p1/3b1p1p/1p1PpP2/1Pp5/2P4P/R1B2QP1/R5K1 w.

<sup>4</sup> r2qk2r/pp3ppp/2p1pn2/4n3/1b6/3P2PP/PPPN1PB1/R1BQK2R b.

Таблица 1  
 Позиция 1. Характеристики поиска.

| Итерация | Минимальная глубина в программной части | Максимальная глубина в программной части | Оценочное значение общей максимальной глубины |
|----------|---|--|---|
| 6        | 2                                       | 5  | 11-21   |
| 7        | 3                                       | 6  | 12-22   |
| 8        | 4                                       | 11                                       | 17-27   |
| 9        | 5                                       | 15                                       | 21-31   |
| 10       | 6                                       | 17                                       | 23-33   |
| 11       | 7                                       | 20                                       | 26-36   |
| 12       | 8                                       | 23                                       | 29-39   |

Таблица 2  
 Позиция 2. Характеристики поиска.

| Итерация | Минимальная глубина в программной части | Максимальная глубина в программной части | Оценочное значение общей максимальной глубины |
|----------|---|--|---|
| 6        | 2                                       | 5  | 11-21   |
| 7        | 3                                       | 6  | 12-22   |
| 8        | 4                                       | 10                                       | 16-26   |
| 9        | 5                                       | 16                                       | 22-32   |
| 10       | 6                                       | 19                                       | 25-35   |
| 11       | 7                                       | 20                                       | 26-36   |
| 12       | 8                                       | 24                                       | 30-40   |

ностный анализ позиции не всегда в состоянии дать оценку форсированности ключевых линий игры.

### 4.3. Разное

Оценка Дип Блю складывается из двух 16-битных целых чисел. Одно из них представляет собой оценку обычного поиска, а второе - дополнительную оценку. Таким образом, для определения ничьей, оценка обычного поиска должна быть равна нулю, а дополнительная содержать либо статическую оценку теоретически ничейной позиции или же число ходов до ничьей повторением позиции. Кроме того, число ходов до ничьей полезно и в процессе принятия решения по ничейным вариантам в середине игры. Это число будет положительным, если машина стремится к ничьей, и отрицательным, если машина пытается избежать ничьей.

Еще одной идеей, реализованной как в аппаратной так и программной части Дип Блю, является механизм отсека, который мы назвали "без

прогресса". Он основан на предположении, что если определенный ход хорош для данной стороны, то лучше сделать его раньше, чем позже. Отсечение "без прогресса" выполняется, если обнаружено, что текущей позиции можно было бы достичь, сделав альтернативный ход в некоторой более ранней позиции по пути поиска. Если это так, то поиск прекращается как отсеченный нижней гранью. Хотя в большинстве позиций эффект от этого алгоритма весьма ограничен, в положениях где присутствует определенная блокировка позиции и есть несколько фигур (не считая пешек), может наблюдаться ощутимая выгода.

### ***5. Аппаратный поиск***

Аппаратный поиск - это та часть поиска Дип Блю, которая выполняется на шахматном чипе. В ходе него шахматный чип осуществляет поиск с минимальным окном на фиксированную глубину, в том числе поиск форсированным вариантом. В процессе аппаратного поиска используются также различные типы эвристик продления поиска - как в полной, так и в форсированной его части.

В системной конфигурации Дип Блю аппаратный поиск реализован как быстрый, но в то же время и относительно простой поиск. Чтобы обеспечить баланс между скоростью аппаратного поиска и, в свою очередь, эффективностью и сложностью программного поиска, мы ограничили шахматные чипы выполнением лишь неглубокого поиска. В результате чего, поиск обычно продляется на 4 или 5 полуходов, плюс форсированные ходы в миттельшпильных позициях, и несколько более глубокий поиск в эндшпиле.

Как только начинается аппаратный поиск, головной процессор определяет, какой из чипов освободить для выполнения всей остальной работы, в том числе выполнения программного поиска, и начинает аппаратный поиск на других чипах. Головной процессор периодически опрашивает чипы, чтобы определить, когда будет завершен аппаратный поиск. В случае необходимости он может прервать аппаратный поиск, например если поиск занимает слишком много времени, или тот уже не актуален.

Тот факт, что аппаратный поиск использует минимальное окно, требует особого обращения в случае, когда вместо граничного значения необходимо узнать точное значение в пределах диапазона. Для определения оценки головной процессор может выполнить дихотомический поиск, начав серию поисков с минимальным окном. Во многих случаях, чтобы ускорить эту операцию, может одновременно использоваться несколько шахматных чипов.

### ***6. Параллельный поиск***

Дип Блю состоит из 30-узлового компьютера RS/6000 SP и 480-ти шахматных чипов, по 16 чипов на узел. SP узлы общаются друг с другом, ис-

пользуя стандарт MPI (Message Passing Interface). Связь осуществляется через высокоскоростной коммутатор. Со своим головным узлом шахматные чипы общаются через шину MCA. Как показано ниже, эта разнородная архитектура оказала сильное влияние на алгоритм параллельного поиска, используемый в Дип Блю.

### *6.1. Алгоритм параллельного поиска*

Для того чтобы охарактеризовать алгоритм параллельного поиска, используемый в Дип Блю, мы будем использовать таксономию приведенную в [5].

1. *Иерархия процессоров.* Дип Блю использует статичное дерево процессоров, с одним SP узлом управляющим остальными 29-ю узлами, которые в свою очередь управляют 16-ю шахматными чипами каждый. Статичный характер иерархии отчасти определяется тем фактом, что шахматные чипы не являются универсальными процессорами и могут действовать только в качестве вспомогательных. Кроме того, шахматные чипы могут напрямую общаться только со своим головным узлом.

2. *Контроль распределения.* Дип Блю использует централизованное управление параллельным поиском. Управление осуществляется на SP узлах, поскольку сами шахматные чипы такую функцию выполнять не могут.

3. *Возможность распараллеливания.* Дип Блю разрешает распараллеливание при следующих условиях:

(а) *Узлы 1-го типа (PV).* После того, как первым ходом был определён PV узел, все альтернативы могут рассматриваться параллельно (со смещением окна санкционированным алгоритмом выборочного поиска). Поиск методом нулевого хода, используемый для генерации информации об угрозе для выборочного поиска, также может выполняться параллельно. И наконец, PV узлы на аппаратно/программной границе тоже могут рассматриваться параллельно. Поскольку аппаратный поиск допускает использование только поиска с минимальным окном, то для определения точной оценки в пределах окна потребуется многократный поиск.

(б) *Хорошие узлы 2-го типа* (узлы, где первый ход "выше верхней грани", то есть превышает границу ожидаемого). Большинство параллельных алгоритмов не позволяют или не нуждаются в распараллеливании в данном случае. Дип Блю же, после первого хода выше верхней грани, осуществляет параллельный поиск с сокращенной глубиной продлений. Поиск методом нулевого хода на данном этапе также может выполняться параллельно. Как и в случае выше, этот поиск генерирует информацию для использования в выборочном поиске.

[5] M.G. Brockington, A taxonomy of parallel game-tree search algorithms, ICCA J. 19 (3) (1996) 162–174.

(в) *Плохие узлы 2-го типа* (узлы, где ход выше верхней грани не был рассмотрен первым). Ходы после первого рассматриваются параллельно. После того как ход выше верхней грани будет найден, все альтернативы рассматриваются параллельно с сокращенной глубиной продлений поиска. Поиск методом нулевого хода на данном этапе также может выполняться параллельно.

(г) *Узлы 3-го типа* (узлы, где все ходы ниже нижней грани). Все эти ходы могут рассматриваться параллельно.

4. *Синхронизация*. Точками синхронизации Дип Блю являются узлы 1-го и 2-го типов. Здесь, прежде чем будет разрешено распараллеливание, должна быть найдена оценка первого хода. Помимо этого, существуют также точки всеобщей синхронизации в конце итераций.

### 6.2. *Реализация параллельного поиска*

Начальные итерации параллельного поиска Дип Блю выполняются на главном узле. В первые несколько итераций возможностей для распараллеливания поиска не так уж много, а главный узел достаточно быстр (у него есть 16 шахматных чипов), поэтому здесь мало что можно получить от попыток дополнительного распараллеливания.

Как только поиск становится глубже, работа распределяется в рамках всей системы. Здесь есть три основные проблемы, которые необходимо рассмотреть:

- *Балансировка нагрузки*. Алгоритм продлений поиска, используемый в Дип Блю, ведёт к большим различиям в размерах дерева перебора для заданной глубины поиска. Всё это получает продолжение в аппаратной части, где сложный форсированный поиск может вызвать "взрыв" поиска. Такая ситуация может привести к серьезным проблемам балансировки нагрузки. Решение, использовавшееся в Дип Блю, заключалось в том чтобы прерывать долго продолжающийся аппаратный поиск (свыше 8000 узлов) и "вытаскивать" его в программную часть. Это даёт дополнительные возможности для распараллеливания. Аналогичным образом можно было прерывать задания вспомогательных узлов и возвращать их работу главному узлу для дальнейшего расщепления.

- *Перегрузка главного процессора*. Узким местом в системе Дип Блю является главный процессор. Один из методов смягчения проблемы - обеспечить, чтобы вспомогательные процессоры всегда имели работу "на палубе", готовые к выполнению указаний, когда главный процессор завершит свою активную работу. Это уменьшает эффект задержки связи между главным и вспомогательными процессорами.

- *Обмен между узлами*. Вспомогательные процессоры, не взаимодействуют непосредственно друг с другом. Это решение было принято с целью упрощения практической реализации системы. В нашем случае вспомогательные процессоры, как правило, просто передают свои "ценные" резуль-

таты из таблицы перестановок наверх, к главному процессору.

В заключение следует отметить, что параллельный поиск Дип Блю недетерминирован. На сроки и назначение заданий процессора могут повлиять множество разных факторов. Хотя это и не было главной проблемой, но тем не менее делало отладку системы намного более трудной.

### *6.3. Эффективность параллельного поиска*

В нашем распоряжении находится ограниченное число экспериментальных результатов, для оценки эффективности параллельного поиска Дип Блю. Наиболее точные цифры были получены на одноузловой версии Дип Блю с 24-мя шахматными чипами. Мы сравнили 1-чипную систему с 24-чипной на различных шахматных позициях. Результаты значительно различались в зависимости от тактической сложности поиска в позиции. Для позиций с большим количеством глубоко форсированных цепочек ходов, ускорение в среднем составило около 7-ми крат, то есть наблюдаемая эффективность поиска составила около 30 %. В свою очередь для тихих позиций ускорение в среднем составило 18 крат; наблюдаемая эффективность поиска - 75 %. Недетерминированная природа поиска, особенно в тактических позициях, затрудняла проведение этих измерений.

Трудно оценить эффективность полной 30-узловой системы Дип Блю. Косвенные данные указывают на общую наблюдаемую эффективность поиска примерно на уровне 8 % в тактических позициях, и около 12 % в тихих позициях. Понятно, что здесь определено присутствуют возможности для улучшений. Однако это было осознанным проектным решением команды Дип Блю - после матча с Каспаровым в 1996 году сосредоточиться на улучшении оценочной функции - и поэтому код параллельного поиска в промежутке между матчами 1996 и 1997 года в значительной степени так и остался нетронутым.

## **7. Оценочная функция**

### *7.1. Общий обзор*

Оценочная функция Дип Блю, это по существу сумма значений различных признаков позиции. Всего шахматный чип распознаёт около 8000 различных "шаблонов" (признаков), каждому из которых назначается определенная оценка. Признаки варьируются от очень простых, таких как определенная фигура на определенном квадрате, до очень сложных, которые будут описаны ниже, в разделе 7.2. Значения признаков могут быть статическими или динамическими. Статические значения устанавливаются один раз в начале поиска. Динамические значения также инициализируются в начале поиска, но в процессе самого поиска они масштабируются посредством опроса таблицы, в зависимости от важности и типа фигур на доске на момент вычисления оценки. Например, оценка безопасности короля, проходных пешек и дефекты пешечной структуры очень чувствительны к количе-

ству материала на доске.

Инициализация значений признаков производится "генератором оценочной функции" - подпрограммой, которая запускается на главном узле SP системы. Генератор оценочной функции Дип Блю запускается только в корне дерева поиска. Вероятно было бы очень полезно запускать его и на других узлах, вблизи корня дерева, после того как там произойдут большие позиционные изменения, такие например как размен ферзей, поскольку, если динамические параметры оценки ещё в состоянии справиться с подобного рода изменениями позиции, то некоторые значения статических признаков могут оказаться менее точными. Но, к сожалению, полный генератор оценочной функции требует выделения ощутимого времени на его запуск и загрузку, а частичную загрузку мы посчитали слишком сложной для реализации.

У генератора оценочной функции есть и вторая роль, за рамками простой регулировки оценок признаков в корне позиции в зависимости от контекста. Большое количество самых разнообразных значений признаков диктует необходимость создания какого-то вида абстракции налагаемой на оценки, для того чтобы сохранить управляемость процессом. Генератор оценки создаёт эти абстракции, диктуя взаимоотношения между связанными группами значений признаков, вместо того чтобы устанавливать их независимо.

В оценочной функции Дип Блю можно устанавливать значения 54-х регистров (см. таблицу 3) и 8096-ти записей в таблицах (см. таблицу 4), т.е. общим числом 8150 параметров<sup>5</sup>. Некоторые из этих параметров соответствуют шахматным ситуациям, которые физически не осуществимы (например пешки на первой горизонтали); некоторые, вместо того чтобы отвечать определенным комбинациям шахматных признаков, используются в целях контроля. В целом существует около 8000 реальных признаков, которые могут быть выявлены шахматным "железом".

В работе подобной этой, невозможно описать оценочную функцию во всех деталях. Мы представим здесь детализированный пример для одной таблицы, что даёт возможность почувствовать природу оценочной функции. Краткое описание всех регистров и таблиц приведено в [6], приложение А.

### *7.2. Развернутый пример: Ладьи на вертикалях*

Сейчас мы подробно расскажем о таблице "Ладьи на вертикалях". Мы начнем с описания определяемых признаков, затем обсудим значения при-

<sup>5</sup> На самом деле, это число даже выше чем указано здесь. Многие из регистров и записей в таблицах содержат две, три или даже четыре отдельные оценки. Развернутый пример в разделе 7.2 иллюстрирует один из способов использования таких множественных оценок.

[6] Campbell M., Hoane A.J. Jr., Hsu F-h., Deep Blue, January 2002, Artificial Intelligence, vol. 134, pp. 57-83.

Таблица 3  
Оценочные регистры Дип Блю

| Функция                            | Количество регистров | Битов данных |
|------------------------------------|----------------------|--------------|
| Ладьи на седьмой горизонтали       | 12                   | 8            |
| Внешняя аппаратная поправка        | 1                    | 8            |
| Противостоящая ладья за проходной  | 1                    | 9            |
| Связка и подвисяние равной фигуры  | 1                    | 7            |
| Связка и простое подвисяние        | 1                    | 8            |
| Подвисяние                         | 4                    | 7            |
| Рентген                            | 2                    | 6            |
| Связка и подвисяние                | 1                    | 7            |
| Полная связка и простое подвисяние | 1                    | 8            |
| Конь в ловушке                     | 6                    | 8            |
| Ладья в ловушке                    | 8                    | 8            |
| Ферзь в ловушке                    | 2                    | 8            |
| Бесполезные пешки                  | 2                    | 6            |
| Пара слонов                        | 2                    | 7            |
| Разобщённые проходные              | 2                    | 8            |
| Отсутствующий пешечный фланг       | 2                    | 10           |
| Слоны противоположного цвета       | 2                    | 6            |
| Управление оценкой                 | 2                    | 32           |
| Сторона, которая ходит             | 2                    | 4            |

сваиваемые каждой комбинации признаков, и покажем как эти значения включаются в общую оценку позиции.

Шахматная доска сканируется, по одной вертикали за раз. Для каждой вертикали берётся пара значений, одно из таблицы для белой ладьи и одно из таблицы для черной ладьи. Для этих таблиц используются следующие индексы битов:

- "нет препятствия" - это 1-битный субиндекс, где 0 - указывает на наличие на вертикали пешки противника, а 1 - указывает на отсутствие на вертикали пешки противника.

- "блокировка" - это 2-битный субиндекс с двумя интерпретациями, в зависимости от того, есть на вертикали пешка противника или нет. Если пешек противника нет, то 0 - указывает, что наша ладья может безопасно перейти на 7-й или 8-й ряд, 1 - указывает, что есть защищенная пешкой лёгкая фигура, которая блокирует вертикаль, 2 - указывает что 7-й и 8-й ряд защищают лёгкие фигуры соперника, а 3 - показывает что 7-й и 8-й

Таблица 4  
Оценочные таблицы Дип Блю

| Функция                                | Количество таблиц | Записей в таблице | Битов данных |
|--|-------------------|-------------------|--------------|
| Комплексная пешечная                   | 2                 | 80                | 8            |
| Лёгкие фигуры на слабых полях          | 2                 | 192               | 12           |
| Блокирование слонов своими пешками     | 2                 | 320               | 5            |
| Блокирование слонов пешками оппонента  | 2                 | 128               | 4            |
| Блокирование слонов сдвоенными пешками | 2                 | 160               | 5            |
| Связка                                 | 2                 | 128               | 8            |
| Мобильность                            | 8                 | 128               | 9            |
| Пешечная структура                     | 2                 | 160               | 32           |
| Проходные пешки                        | 2                 | 320               | 32           |
| Идентификатор сопоставления фигур      | 1                 | 256               | 8            |
| Ладьи на вертикалях <sup>6</sup>       | 2                 | 192               | 10           |
| Слоны на диагоналях                    | 4                 | 128               | 11           |
| Пешечный штурм                         | 2                 | 128               | 18           |
| Пешечное прикрытие короля              | 2                 | 384               | 14           |
| Развитие                               | 1                 | 256               | 9            |
| Слон в ловушке                         | 1                 | 128               | 8            |
| Идентификатор совместимости фигур      | 2                 | 128               | 20           |
| Презрение ничьи                        | 1                 | 256               | 8            |
| Расположение фигуры                    | 1                 | 1024              | 10           |

ряд тоже защищён фигурами противника, но уже не легкими. Если вражеская пешка присутствует на вертикали, то 0 - указывает, что пешка незащищена, 1 - указывает, что есть защищенная пешкой лёгкая фигура, которая перекрывает пешку, 2 - указывает, что пешка защищена лёгкой фигурой, а 3 - указывает на "гранит", то есть пешка защищена другой пешкой.

- "полуоткрытая" - это 1-битный субиндекс, где 0 - указывает на наличие нашей пешки на вертикали, а 1 - указывает на отсутствие наших пешек на вертикали.

- "количество ладей" - это 2-битный субиндекс, в котором разрешенными являются только значения 0, 1 и 2. "количество ладей" указывает на

<sup>6</sup> Ладьи на вертикалях: Содержит две таблицы по 192 записи каждая, для различных сочетаний признаков: (белые, черные)×(препятствие, нет препятствия)×(4 типа блокировки)×(полуоткрытая, не полуоткрытая)×(ah, bg, cf, de)×(0, 1, или 2 ладьи). Каждая запись содержит 6-битную оценку, связанную с каждой комбинацией признаков, и два 2-битных флага, указывающих, как будет использоваться оценка в расчетах безопасности короля.

число ладей с нашей стороны, перед которыми нет наших собственных пешек.

- "централизация" - это 2-битный субиндекс, где вертикалям "a" и "h" присваивается значение - 0, вертикалям "b" и "g" значение - 1, вертикалям "c" и "f" значение - 2, а вертикалям "d" и "e" значение - 3.

Под каждую запись в таблице выделено 10 бит, которые разделены на три части:

- "kmodOpp" - это 2-битная часть, которая иницирует начисление дополнительных очков, добавляемых к безопасности короля, если стороны рокируются на противоположных флангах. Эта часть использует сомножитель, который равен 2 при 0; 1,5 при 1; 1 при 2; и 0,5 при 3. Значение из "base" (см. ниже) умножается на соответствующий сомножитель, а затем используется в расчётах безопасности короля, если рассматриваемая вертикаль находится рядом с королём противника. Как особый случай, вертикаль ладьи считается смежной с вертикалью слона.

- "kmod" - это 2-битная часть, подобная "kmodOpp", которая используется, когда короли рокируются на одном и том же фланге.

- "base" - это 6-битная часть, которая прибавляется к общей оценке. Собственно это и есть "оценка" данной формации, только без учёта соображений по безопасности короля.

Есть ещё один дополнительный фактор, касающийся ладей на вертикалях, который необходимо учитывать. При определённых обстоятельствах пешки могут стать полупрозрачными для ладей. Например, если пешка "пробиваема", то она считается для ладьи полупрозрачной. Для этой цели, "пробиваемость" определялась как потенциальная возможность взятия пешки противника. При таких обстоятельствах ладьи получают около половины значения разблокированной вертикали. Эта особенность имела исключительно важное значение во второй игре матча 1997 года между Гарри Каспаровым и Дип Блю.

Компонента безопасности короля из "ладей на вертикалях" не добавляется напрямую к оценке позиции, а сначала масштабируется с учётом количества материала на доске (через поиск по таблице). В позициях, где большинство фигур всё еще на доске, может использоваться её полное значение, в то время как в эндшпиле она будет отмасштабирована до значений близких к нулю. Это, например, поощряет Дип Блю разминивать фигуры в позициях, где его король в большей опасности, чем король противника. Сам же параметр безопасности короля, использующийся в расчётах, нелинейный и довольно сложный, особенно до рокировки.

### *7.3. Автоматизированный анализ оценочной функции*

Оценочная функция, реализованная на чипе Дип Блю, состоит из "быстрой оценки" и "медленной оценки". Признаки распознаваемые мед-

ленной и быстрой оценочными функциями имеют программируемые веса, что позволяет легко корректировать их относительную важность.

Хотя подавляющее большинство признаков и весов в оценочной функции Дип Блю были созданы/настроены вручную, было два случая, когда в этом процессе помогали автоматизированные инструменты анализа.

Первый инструмент имел целью выявить "шумные" признаки оценочной функции Дип Блю I, т.е. признаки относительно нечувствительные к подбору конкретных весов. Предполагалось, что для того чтобы шумные признаки приносили пользу, может потребоваться дополнительный контекст. Для исследования выбранных признаков (или подмножеств признаков) использовался метод "восхождения по выпуклой поверхности", и те признаки которые не сходились, становились кандидатами для дальнейшей проверки вручную. Ряд подобных признаков, выявленных в оценке Дип Блю I, были значительно модифицированы в аппаратной части Дип Блю II, в том числе признаки относящиеся к мобильности фигур, безопасности короля и ладьям на вертикалях.

Второй инструмент был разработан с целью настройки весов оценочной функции. Этот инструмент использовал методологию обучающего сравнения для анализа весов связанных с пешечным прикрытием. Результаты обучения показали, что вручную настроенные веса систематически занижались, и перед матчем 1997 года они были увеличены. Существуют некоторые свидетельства того, что эти изменения привели к улучшению игры.

## **8. Разное**

### *8.1. Дебютная книга*

Дебютная книга Дип Блю создавалась вручную - главным образом гроссмейстером Джоэлом Бенджамином, при содействии гроссмейстеров Ника Де Фирмиана, Джона Федоровича и Мигеля Ильескаса. Книга состояла примерно из 4000 позиций<sup>7</sup>, каждая из которых проверялась анализом Дип Блю, запускаясь на целую ночь. Дебютные варианты отбирались таким образом, чтобы по возможности выходить на те позиции, которые Дип Блю разыгрывал хорошо. В целом, в книгу включались тактически сложные дебюты, но также там присутствовали и многие позиционные дебюты, с которыми Дип Блю хорошо справлялся на практике. Подготовка была наиболее обширной в тех дебютах, которые, как ожидалось, могут возникнуть в матче с Каспаровым. Фактически же, в матче 1997 года ни одна из специальных заготовок под Каспарова так и не увидела свет.

<sup>7</sup> Такое количество позиций может показаться на удивление малым. Но большинство дебютов и в самом деле были подготовлены по минимуму, вследствие нашей уверенности в расширенной книге (Раздел 8.2).

Перед игрой для Дип Блю подбирался определенный дебютный репертуар. Существовало несколько возможных репертуаров на выбор, а выбор мог быть сделан на основе ситуации в матче или предыдущего опыта игры тем же цветом. Самые последние изменения и исправления делались в небольшой "коррекционной" книге.

### *8.2. Расширенная книга*

Расширенная книга Дип Блю, это механизм который позволяет большой базе данных игр гроссмейстеров влиять и направлять игру Дип Блю, при отсутствии информации в дебютной книге. Основной идея здесь заключается в обобщении информации по каждой позиции, которая содержится в базе данных на 700 000 игр, и использование этой сводной информации, чтобы подтолкнуть Дип Блю в направлении согласованном с дебютной теорией шахмат.

В Дип Блю используется специальный механизм, который назначает бонусы (или штрафы) к тем ходам в рассматриваемой позиции, которые уже были когда-либо сыграны согласно базе данных игр гроссмейстеров. Например, предположим, что в начальной позиции шахматной игры за ход d4 дается 10 пунктов бонуса. Дип Блю будет выполнять свой обычный поиск, но для хода d4 сместит альфа-бета окно поиска на 10 пунктов. Таким образом ходу d4 будет отдано предпочтение, если он будет не более чем на 10 пунктов хуже чем лучший из остальных ходов.

В оценочную функцию расширенной книги включён ряд факторов, в том числе:

- Сколько раз был сделан ход. Ход часто играемый гроссмейстерами, по-видимому будет хорошим.
- Соотношение количества сделанных ходов. Если ход А игрался намного чаще чем ход В, то вероятно он будет лучше.
- Сила игроков, которые делали ходы. Ход сделанный Каспаровым, скорее всего будет лучше, чем ход сделанный слабым мастером.
- Давность хода. Недавно сделанный ход, скорее всего будет хорошим. Эффект от данного фактора в некоторых случаях может доминировать над остальными факторами.
- Последствия хода. Ходы приведшие к успеху, скорее всего будут хорошими.
- Комментарии к ходу. Шахматные игры часто сопровождаются обозначением сильных (знаком "!") и слабых ходов (знаком "?"). Ходы отмеченные как сильные, по-видимому будут хорошими; ходы отмеченные как слабые, скорее всего будут плохими.
- Ходы из партии против ходов из комментариев. Те, кто комментирует шахматные игры, часто предлагают альтернативные ходы. В целом иг-

ровые ходы считаются более надежными, чем ходы из комментариев, и соответственно, вероятно будут лучше.

Мы разработали специальную функцию, которая нелинейным образом объединяла эти факторы и выдавала на выходе скалярную оценку. При благоприятных обстоятельствах, величина бонуса могла достигать половины пешки. В некоторых случаях, когда бонус за один из ходов был очень большим, а бонусы других ходов были намного меньше, Дип Блю имел право сделать этот ход немедленно, без предварительно выполненного поиска.

Расширенная книга была введена в действие с 1991 года, на машине Дип Сот II, и с успехом использовалась в ходе матчей с Каспаровым. В статье [7] приведен пример того, как работала расширенная книга во время 2-й партии матча Каспаров - Дип Блю в 1997 году.

### *8.3. Эндшпильные базы данных*

Эндшпильные базы Дип Блю содержали все шахматные позиции с пятью или меньшим количеством фигур на доске, а также избранные позиции с шестью фигурами, в которых присутствовала пара заблокированных пешек. Основным источником этих баз данных были CD-диски Кена Томпсона, а дополнительные базы предоставил Льюис Стиллер.

Эндшпильные базы использовались как автономно, так и в режиме он-лайн. Автономный режим использовался во время разработки шахматных чипов. У каждого чипа есть ROM-память, где хранятся шаблоны, которые помогают оценить некоторые часто встречающиеся шахматные окончания. Базы данных использовались для проверки и оценки этих шаблонов.

В режиме он-лайн базы данных использовались программным поиском. Каждый из 30-ти универсальных процессоров в системе Дип Блю копировал 4-х фигурные и часть наиболее важных 5-ти фигурных баз данных на свой локальный диск. Остальные базы данных, в том числе с 6-ю фигурами, были скопированы на два 20 Гб дисковых RAID массива, откуда они были доступны для всех универсальных процессоров через SP коммутатор.

Окончания хранились в базах данных в размерности один бит на позицию (который указывал, проиграна данная позиция или нет). Если в ходе поиска достигалась позиция которая имела известную оценку, то ей присваивалось число состоящее из двух частей: старшей, теоретической оценки игры, и младшей, дополнительной оценки. Дополнительная оценка просто представляла собой значение оценочной функции, вычисленное для рассматриваемой позиции. Если указанное число обладало достаточной величиной чтобы вызвать отсечение, то поиск немедленно возвращал его.

[7] M. Campbell, Knowledge discovery in Deep Blue, Comm. ACM 42 (11) (November 1999) 65–67.

Например, предположим что Дип Блю пришлось выбирать между различными возможными продолжениями, которые приводят его к эндшпилю ладьи и пешка против ладьи, за слабейшую сторону. Дип Блю конечно же отдаст предпочтение ничейным позициям перед проигранными. Кроме того, выбирая между различными ничейными позициями, он выберет ту, у которой наилучший показатель по оценочной функции.

В матчах против Каспарова эндшпильные базы данных не сыграли большой роли. В матче 1997 года, только 4-я игра приблизилась к окончанию, которое требовало доступа к базам данных, но ROM-память шахматных чипов содержала достаточно знаний, чтобы распознать ничейность окончания ладьи и пешка против ладьи, которое могло тогда возникнуть.

#### *8.4. Управление временем*

В шахматных партиях как правило присутствует ряд требований к скорости игры, называемых "контроль времени". Например, в партиях Дип Блю - Каспаров первые 40 ходов требовалось сделать за два часа. Неспособность сделать указанное количество ходов за контрольное время вело к поражению в игре.

Механизм контроля времени у Дип Блю был относительно прост. Перед началом каждого поиска устанавливались два плана расхода времени. Первый, нормальный план расхода времени, устанавливался близко к времени остававшемуся до очередного контроля, деленному на число оставшихся ходов. Фактически, в игре был зарезервирован ещё значительный временной буфер, который оставлял достаточно времени для решения технических проблем, и к тому же экономил время для возможной фазы "внезапной смерти". Второй временной план представлял собой план для режима паники, на который отводилась примерно одна треть остававшегося времени.

Если на нормальном временном плане, в "нормальной" обстановке, заканчивалось отпущенное время, то производился текущий лучший ход. Существовал также ряд условий, при выполнении которых Дип Блю выходил за рамки своего нормального плана и переходил к "режиму паники":

- Оценка текущего лучшего хода падает на 15 или более пунктов по сравнению с предыдущей итерацией. В этом случае поиск продолжается до тех пор, пока, до завершения этой итерации, не будет найден новый ход, в пределах ограничения на 15 пунктов, иначе происходит переход к временному плану режима паники.

- Лучший ход предыдущей итерации потенциально оказывается в состоянии "ниже нижней грани". Поиск продолжается до тех пор, пока эта ситуация не разрешится, иначе происходит переход к временному плану режима паники. Если оценка этого хода в конечном итоге опустилась на

15 или более пунктов от его предшествующего значения, то поступаем как и в предыдущем случае.

- Новый ход оказывается потенциально в состоянии "выше верхней грани". Продолжаем, пока эта ситуация не разрешится, иначе происходит переход к временному плану режима паники.

В течение игры выполнение какого-либо из этих условий случается часто, но обычно очень редко случается, чтобы временной план режима паники был реализован практически полностью. В матче 1997 года с Каспаровым, это произошло только один раз.

### ***9. Сводные показатели Дип Блю и его предшественников***

В таблице 5 представлены некоторые характеристики различных систем из линейки Дип Блю. Для показателей приведенных в этой таблице существует ряд оговорок:

- Системы ЧипТест и Дип Сот использовали программные корректировки для учета признаков не распознаваемых аппаратной оценкой.

- Системы Дип Блю позволяли признакам оценки взаимодействовать способом, который был невозможен в более ранних системах.

- Демо-версия Дип Блю Джуниор была ограничена по времени вычислений одной секундой на одном процессоре, не выявляла повторения позиции по истории игры, и имела фиксированную оценочную функцию, которая не менялась в зависимости от стадии партии.

Таблица 5  
Сводные данные систем

| Название системы | Впервые сыграла | Количество процессоров | Узлов в секунду | Групп признаков |
|------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| ЧипТест          | 1986            | 1                      | 50К             | 1               |
| ЧипТест-М        | 1987            | 1                      | 400К            | 1               |
| Дип Сот          | 1988            | 2-6                    | 700К-2М         | 4               |
| Дип Сот 2        | 1991            | 14-24                  | 4М-7М           | 4               |
| Дип Блю I        | 1996            | 216                    | 50М-100М        | 32              |
| Дип Блю II       | 1997            | 480                    | 100М-200М       | 38              |
| Дип Блю Дж.      | 1997            | 24                     | 20М-30М         | 38              |
| Дип Блю Дж. демо | 1997            | 1                      | 2М              | 38              |

### ***10. Заключение***

Успех Дип Блю в матче 1997 года не стал результатом какого-то одного фактора. Большая мощность поиска, неоднородный поиск и сложная оценочная функция - всё это оказалось критически важным. Определённую роль сыграли также и другие факторы, такие например как, энд-

шпильные базы данных, расширенная книга и настройка оценочной функции.

Тем не менее ясно, что здесь существует ещё много направлений, где можно добиться улучшения. Приложив дополнительные усилия, можно было увеличить эффективность параллельного поиска. Если добавить внешние FPGA, то аппаратную оценку и поиск можно было сделать более эффективной и гибкой. Современные исследования показывают, что добавление в Дип Блю механизмов отсечения могло бы значительно улучшить его поиск. Настройка оценочной функции, как автоматическая, так и ручная, были далеки от завершения.

В ходе развития Дип Блю, было принято много проектных решений, которые предстояло реализовать. Мы тщательно подходили к принятию этих решений, но существовало также и множество альтернатив, которые остались неисследованными. Мы надеемся, что данная статья будет способствовать дальнейшим исследованиям в этой области.

**Фрагмент технического протокола  
второй партии матча 1997 года\***

-----  
--> 33. Nf5 <-- 7/65:41  
-----

hash guess Nd6f5n,Guessing Nxf5  
8(4) #[exf5](28)##### 28 T=1  
pe4f5N Pb5a4p bc2a4P Bd7a4b ra2a4B Qe8d7 bc5f8B Rc8f8b pf5f6 Qd7d5p qf2g3 Pg7g5  
9(6) #[exf5](25)##### 25 T=11  
pe4f5N Pb5a4p bc2a4P Bd7a4b ra2a4B Qe8d7 bc5f8B Rc8f8b pf5f6 Qd7d5p qf2g3 Pg7g5  
10(6) #[exf5](33)##### 33 T=68  
pe4f5N Pb5a4p bc2a4P Bd7a4b ra2a4B Qe8d7 bc5f8B Kg8f8b ra4a5 Qd7d6 qf2a2  
11(6) #[exf5](35)#####<ch> 'bf5'  
-----

--> Bd7f5n <--  
-----

35 T=556  
pe4f5N Pa6a5 pa4b5P Pa5b4p pc3b4P Ra8a2r ra1a2R Rc8a8 ra2a8R Qe8a8r bc2e4 Bd7b5p pf5f6 Qa8a1  
kg1h2 Qa1c1  
3(4)[Qxf5](-30)[Qxf5](-30) -30v T=0  
qf2f5B Nd6f5q bc5f8B  
3(5)[Qxf5](-80)v[find a move] 18 T=0  
pe4f5B Nd6b7  
4(5) 18 T=0  
pe4f5B Nd6b7 bc5f8B Qe8f8b pf5f6 Qf8b4p pc3b4Q  
5(5)[exf5](45) 45 T=0  
pe4f5B Nd6b7 bc5b6  
6(5)[exf5](32) 32 T=0  
pe4f5B Nd6b7 bc5f8B Qe8f8b pf5f6 Qf8b4p pc3b4Q  
7(5) #[exf5](50)##### 50 T=1  
pe4f5B Pa6a5 pf5f6 Pg7g6 pa4b5P Rc8c5b  
8(6) #[exf5](51)##### 51 T=5  
pe4f5B Rc8d8 pf5f6 Pg7g6 pa4b5P Pa6b5p  
9(6) #[exf5](54)##### 54 T=53  
pe4f5B Rc8d8 bc5b6 Rd8b8 pf5f6 Pg7g6 pa4b5P Pa6b5p bb6c5 Ra8a2r ra1a2R  
10(6) #[exf5](49)##### 49 T=166  
pe4f5B Rc8d8 qf2e3 Pe5e4 pf5f6 Ra8b8 pa4b5P Pa6b5p pf6g7P Bf8g7p ra2a6 Qe8e5  
-----

\* Приводится в сокращённом виде (прим. перев.)

11(6)[TIMEOUT] 49 T=274  
pe4f5B Rc8d8 qf2e3 Pe5e4 qe3f4 Ra8c8 bc5d4 Qe8d7 pa4b5P Pa6b5p pg2g4

--> 34. exf5 <-- 6/60:57

hash guess Rc8d8,Guessing Rd8  
7(4) #[Qe3](30)[Qe3](30) 30^ T=0  
qf2e3 Pe5e4 qe3f4 Ra8c8 bc5d4 Qe8d7 pa4b5P Pa6b5p pg2g4  
7(6) #[Qe3](57)######[f6](61)[axb5](137) 137^ T=1  
pa4b5P Pa6b5p qf2e3 Ra8a2r ra1a2R  
7(6) #[axb5](24)#[f6](68)##### 68 T=6  
pf5f6 Pg7f6p kg1h2 Pe5e4 qf2g3 Kg8h7 pa4b5P Qe8b5p bc2a4 Qb5b8  
8(6) #[f6](65)##### 65 T=20  
pf5f6 Pg7f6p kg1h2 Pe5e4 qf2g3 Kg8h7 pa4b5P Qe8b5p bc2a4 Qb5b8  
9(6)<ch> 'f6'

--> Pf7f6 <--

65 T=26  
pf5f6 Pg7f6p kg1h2 Pe5e4 qf2g3 Kg8h7 pa4b5P Qe8b5p qg3f2 Qb5e8 pg2g3 Qe8e5  
3(4)[Bxd6](30) 30^ T=0  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Qe8d8 qb6d8Q Rc8d8q pa4b5P Pa6a5  
3(5)[Bxd6](61) 61^ T=0  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Qe8d8 qb6d8Q Rc8d8q pa4b5P Pa6a5  
3(5) 77 T=0  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Qe8d8 qb6d8Q Rc8d8q pa4b5P Pa6a5  
4(5) 77 T=0  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Qe8d8 qb6d8Q Rc8d8q pa4b5P Pa6a5  
5(5)[Bxd6](72) 72 T=0  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Qe8d8 qb6d8Q Rc8d8q pa4b5P Pa6a5  
6(5)[Bxd6](72) 72 T=1  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Qe8d8 qb6d8Q Rc8d8q pa4b5P Pa6a5  
7(5) #[Bxd6](100)##### 100 T=2  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Rc8d8 pa4b5P Pe5e4 ra2a6P  
8(6) #[Bxd6](120)##### 120 T=6  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Rc8d8 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Qe8b5p bc2e4  
9(6) #[Bxd6](113)##### 113 T=46  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Rc8d8 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Pe5e4 pb5b6 Qe8e5 qa6c4P Pe4e3 qc4g4 Qe5c3p ra2a7  
10(6) #[Bxd6](100)##### 100 T=146  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Qe8e7 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Pe5e4 bc2e4P Rc8d8 ra2e2 Qe7e5 re2e3 Qe5f4 ra1e1  
11(6) #[Bxd6](78)[TIMEOUT][et3 845 sec]##### 78 T=832  
bc5d6N Bf8d6b qf2b6 Qe8e7 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Pe5e4 bc2e4P Qe7e5 pg2g4 Rc8e8 be4g2 Qe5h2  
kg1f1 Re8e3 qa6c6 Re3c3p

--> 35. Bxd6 <-- 5/46:59

hash guess Bf8d6b,Guessing Bxd6  
8(4) #[Qb6](30)[Qb6](30) 30^ T=1  
qf2b6 Qe8e7 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Pe5e4 bc2e4P Qe7e5 pg2g4 Rc8e8 be4g2 Qe5h2 kg1f1 Re8e3  
qa6c6 Re3c3p  
8(6) #[Qb6](61)[Qb6](61) 61^ T=1  
qf2b6 Qe8e7 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Pe5e4 bc2e4P Qe7e5 pg2g4 Rc8e8 be4g2 Qe5h2 kg1f1 Re8e3  
qa6c6 Re3c3p  
8(6) #[Qb6](87)##### 87 T=5  
qf2b6 Qe8e7 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Pe5e4 bc2e4P Qe7e5 pg2g4 Rc8e8 be4g2 Qe5h2 kg1f1 Re8e3  
9(6) #[Qb6](79)##### 79 T=18  
qf2b6 Qe8e7 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Pe5e4 bc2e4P Qe7e5 pg2g4 Rc8e8 be4g2 Qe5h2 kg1f1 Re8e3

10(6)<ch> 'Bd6'  
#[Qb6](74)##### 74 T=82  
qf2b6 Qe8e7 pa4b5P Ra8b8 qb6a6P Pe5e4 bc2e4P Qe7e5 be4f3 Rc8d8 qa6a7 Qe5c3p bf3h5  
11(6)[PT=551]?[4 sec (main.c:1391)] #[et1 551 sec][Qb6](48)#[axb5](63) 63 T=416  
pa4b5P Pa6b5p qf2b6 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qb6e6 Kg8h8 bc2e4 Rc8b8 ra2a6 Qe8d8 pd5d6 Bc7b6

--> 36. axb5 <-- 4/40:28

hash guess Pa6b5p,Guessing axb5  
8(4) #[Qb6](30)[Qb6](30) 30^ T=1  
qf2b6 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qb6e6 Kg8h8 bc2e4 Rc8b8 ra2a6 Qe8d8 pd5d6 Bc7b6  
8(6) #[Qb6](53)##### 53 T=4  
qf2b6 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qb6e6 Kg8h8 bc2e4 Rc8b8 ra2a6 Qe8d8 pd5d6 Bc7b6  
9(6) #[Qb6](53)##### 53 T=9  
qf2b6 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qb6e6 Kg8h8 bc2e4 Rc8a8 kg1h2 Ra8b8 pg2g3 Qe8f8  
10(6) #[Qb6](55)##### 55 T=33  
qf2b6 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qb6e6 Kg8h8 bc2e4 Qe8f8 kg1h1 Bc7d6 ra2a6 Rc8d8 ra6a7  
11(6)<ch> 'ab'  
#[Qb6](32)#####[Be4](37)##### 37 T=182  
bc2e4 Rc8b8 pg2g3 Qe8d8 ra2a6 Ra8a6r ra1a6R Bd6c7 ra6f6P  
12(6)[TIMEOUT] 37 T=199  
bc2e4 Rc8b8 pg2g3 Qe8d8 kg1g2 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qf2a7 Bc7b6 qa7a6 Qd8d7

--> 37. Be4 <-- 3/37:56

hash guess Rc8b8,Guessing Rcb8  
8(4) #[g3](30)[g3](30) 30^ T=1  
pg2g3 Qe8d8 kg1g2 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qf2a7 Bc7b6 qa7a6 Qd8d7  
8(6) #[g3](32)##### 32 T=6  
pg2g3 Qe8d8 kg1g2 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qf2a7 Bc7b6 qa7a6 Qd8d7  
9(6) #[g3](34)##### 34 T=14  
pg2g3 Qe8d8 kg1g2 Ra8a2r ra1a2R Bd6c7 qf2a7 Bc7b6 qa7a6  
10(6) #[g3](35)##### 35 T=55  
pg2g3 Ra8a2r qf2a2R Bd6c7 kg1g2 Qe8f8 qa2a7 Qf8d8 qa7a6 Qd8d5p be4d5Q Kg8h7 qa6f6P  
11(6) #[g3](37)#####[Kh2](38)### 38 T=166  
kg1h2 Ra8a2r ra1a2R Qe8d7 ra2a7 Rb8b7 ra7a6 Qd7d8 ph3h4 Bd6b4p  
12(6) #[Kh2](37)##### 37 T=359  
kg1h2 Ra8a2r ra1a2R Qe8d7 ra2a7 Qd7d8 ra7a6 Kg8h8 pg2g3 Rb8a8 ra6a8R  
13(6)<ch> 'ra2'

--> Ra8a2r <--

37 T=545  
kg1h2  
8(4) #[Qxa2](15)##### 15 T=3  
qf2a2R Qe8d8 qa2a5 Qd8d7 qa5a6 Ph6h5 qa6b6 Kg8h7 ra1a6  
9(6) #[Qxa2](24)##### 24 T=12  
qf2a2R Qe8d8 qa2a5 Qd8d7 pg2g3 Pg7g6 qa5a7 Qd7a7q ra1a7Q Pg6f5p  
10(6) #[Qxa2](25)##### 25 T=30  
qf2a2R Qe8d8 qa2a5 Qd8d7 qa5b6 Rc8b8 qb6b5P Rb8b5q ra1a8  
11(6) #[Qxa2](21)##### 21 T=92  
qf2a2R Qe8d8 qa2a5 Qd8a5q ra1a5Q Rc8b8 ra5a7 Kg8f8 kg1f2 Rb8d8 ra7b7 Rd8b8  
12(6)[TIMEOUT] 21 T=205  
qf2a2R

--> 38. Qxa2 <-- 2/34:23



*Фотографии*



*Фен Сун Сю. 1997г.*



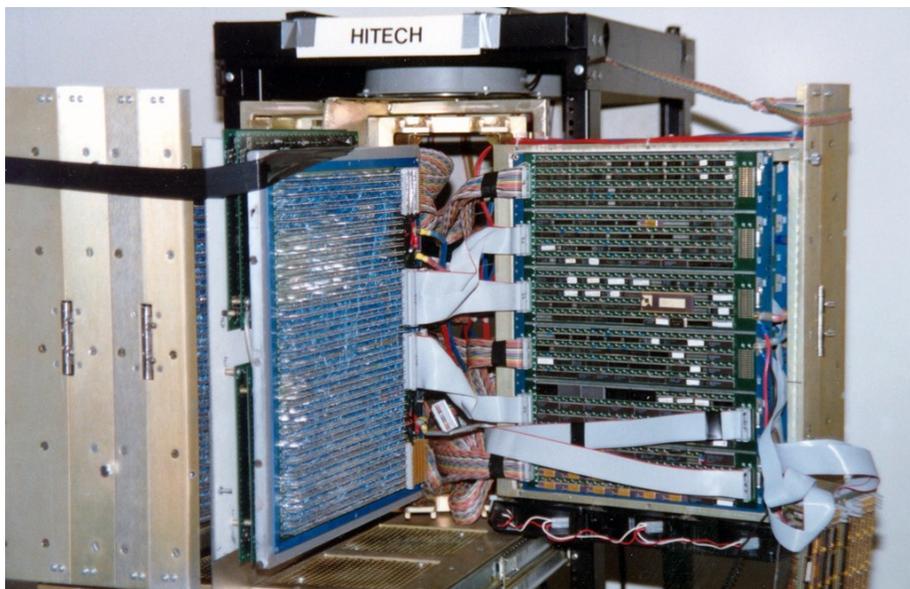
*Питтсбург. Университет Карнеги-Меллон.*



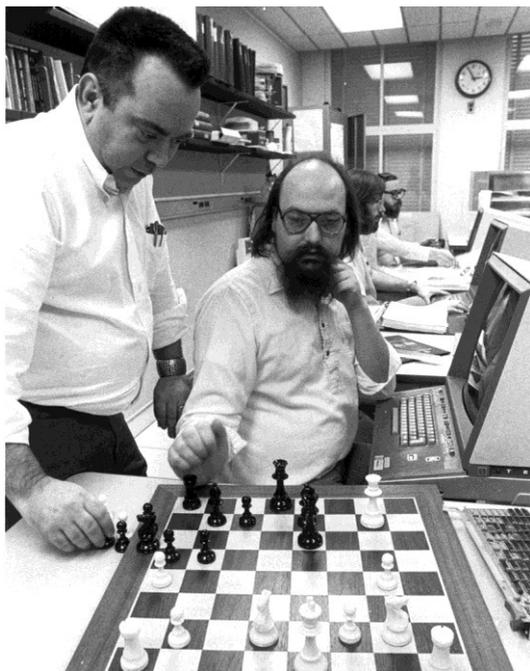
*Питтсбург. Университет Карнеги-Меллон.*



*Ганс Берлинер (слева) и Карл Эбелинг. Карнеги-Меллон 1985г.*



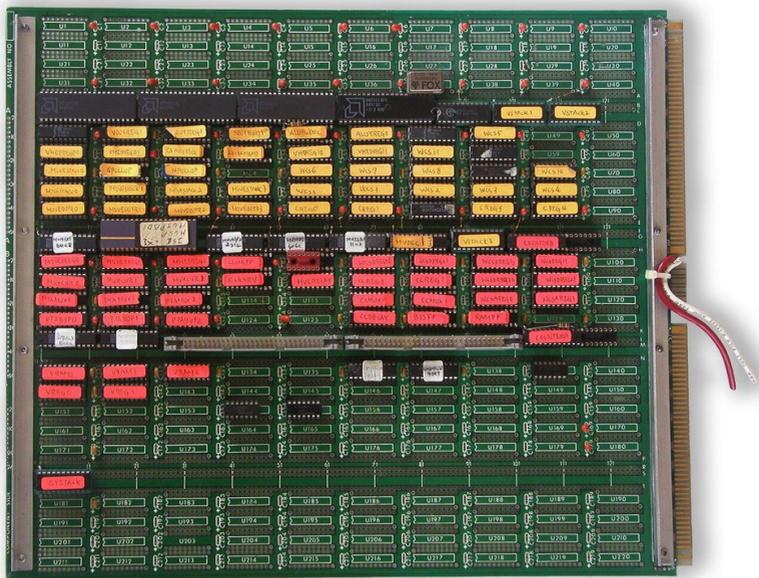
*Шахматная машина Хайтек.*



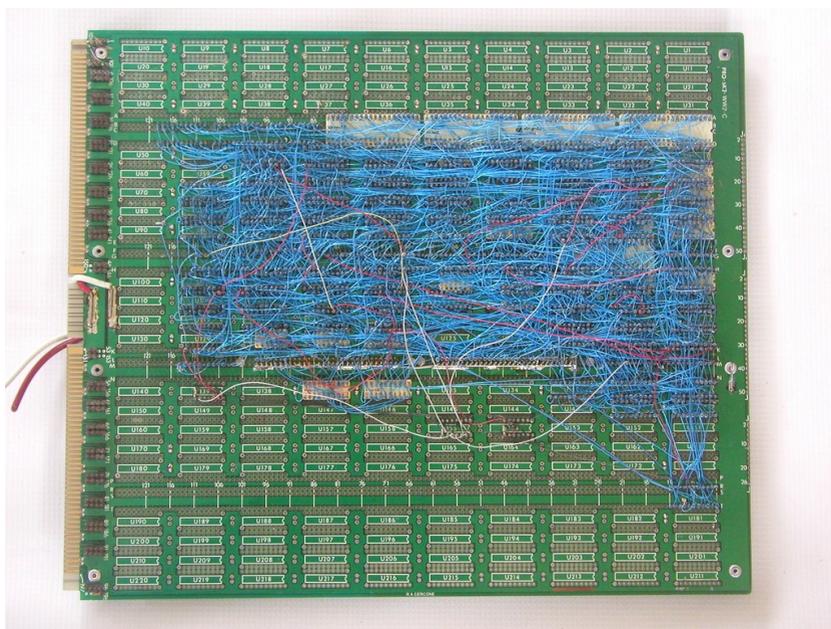
*Джо Кондон (слева) и Кен Томпсон в Bell Labs.*



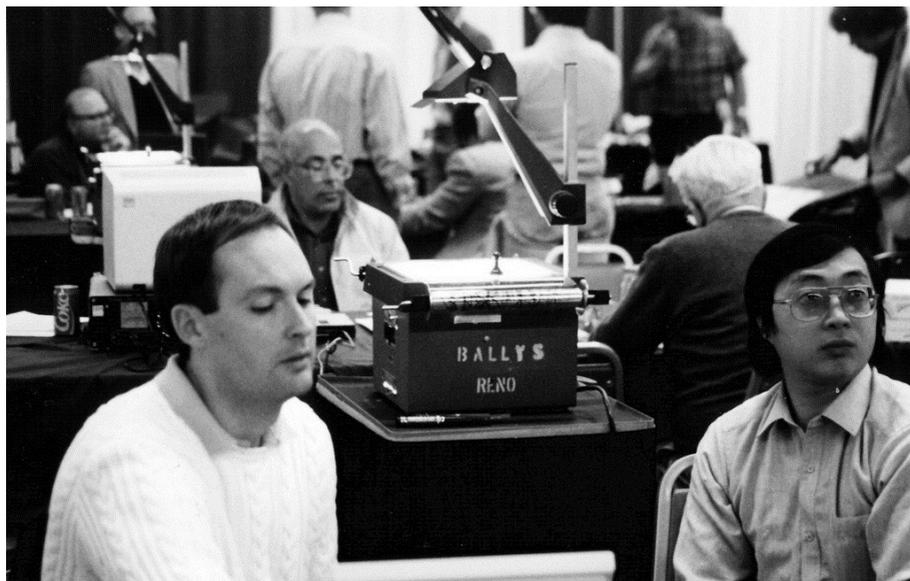
*На чемпионате мира в Линце (Австрия). 1980г.*



*ЧипТест. Лицевая сторона платы. 1986г.*



*ЧипТест. Монтажная сторона платы. 1986г.*



*Мюррей Кэмпбелл и Фен Сьюн Сю на чемпионате ACM. Рено (США) 1989г.*



*Автор на чемпионате мира в Эдмонтоне (Канада) 1989г.*



*На матче Дэвид Леви - Робот (Чесс 4.8). 1979г.*



*Дэвид Леви против робота-манипулятора (Чесс 4.8). 1979г.*

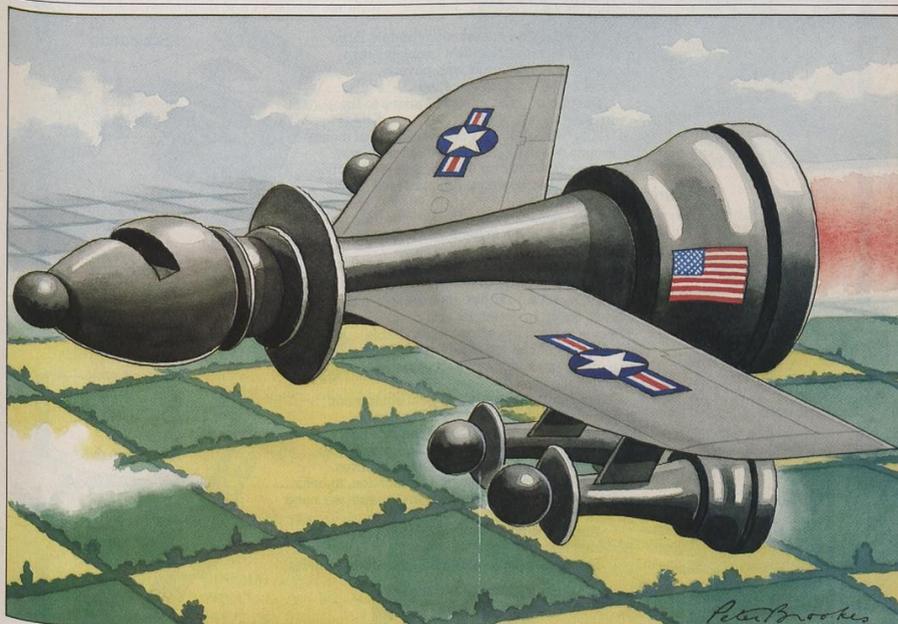
# THE SPECTATOR

LUDOVIC  
KENNEDY'S DIARY

28 January 1989

Est. 1828

£1.20



Dominic Lawson reveals the Pentagon's war moves

## Playing to win

Timothy Garton Ash

## Why the Berlin wall won't come down

James Lees-Milne on the horrors of the rent acts

## There's a girl in my flat

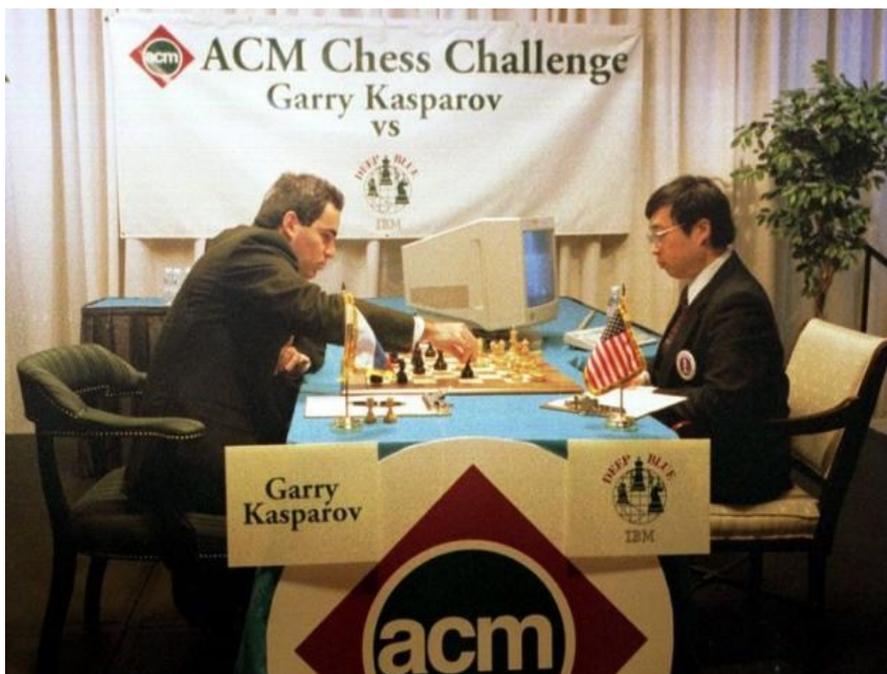
*Обложка журнала "The Spectator" со статьей о Дин Ком.*



*Матч Каспаров - Дип Сот. Нью-Йорк 1989г.*



*На пресс-конференции после матча Каспаров - Дип Сот.*



*Матч Каспаров - Дип Блю. 1-я партия. Филадельфия 1996г.*



*Каспаров, Эшли, Сейраван на пресс-конференции после 5-й партии.*



*Майкл Вэльво. Арбитр матча в Филадельфии. 1996г.*



*Фредерик Фридель. Консультант Каспарова на матчах с Дип Блю. 1996г.*



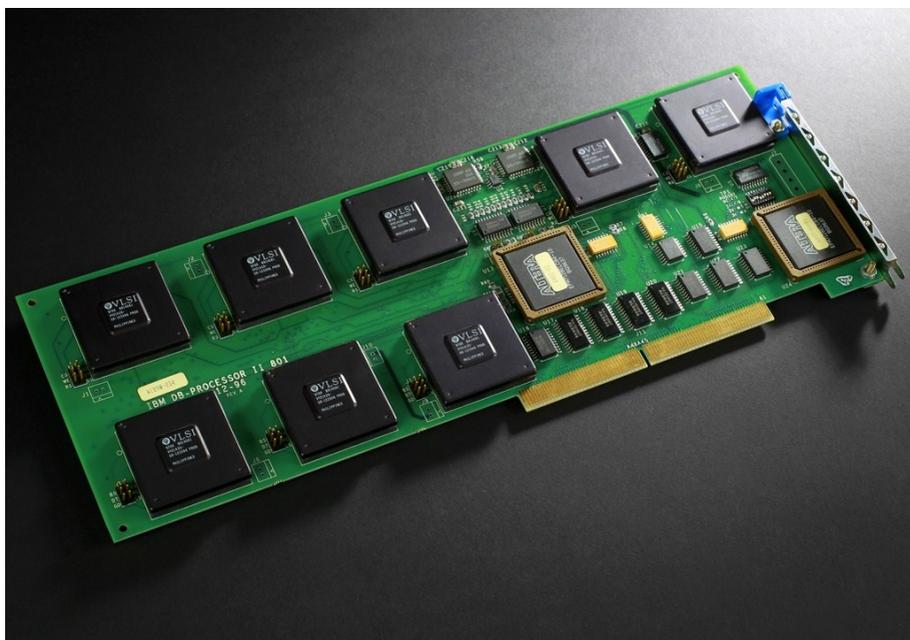
*6-я партия матча Каспаров - Дип Блю. 1996г.*



*Шахматная доска с автографом Каспарова.*



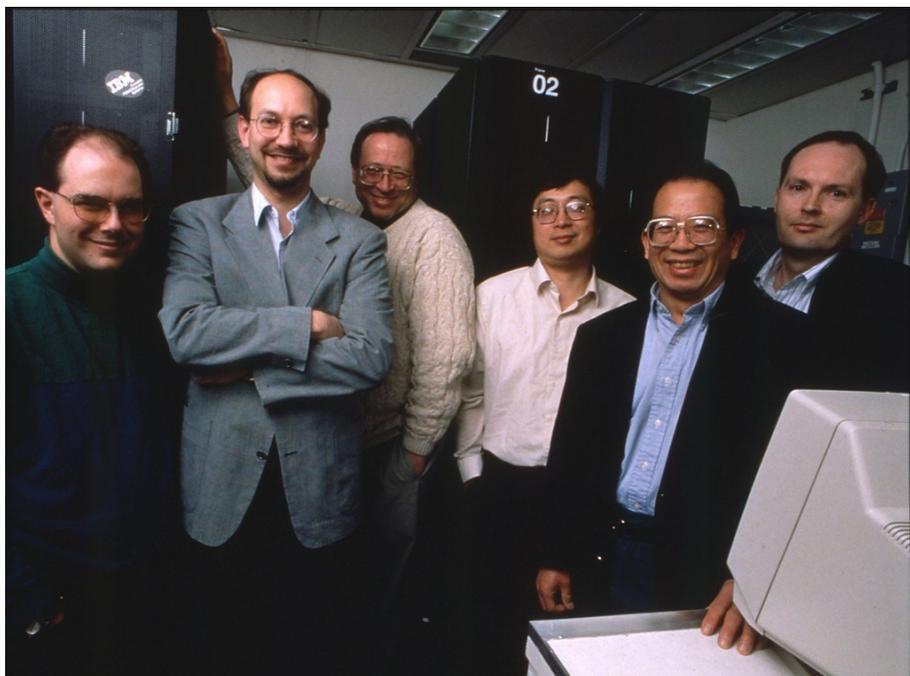
*Дип Блю II. 1997г.*



*Плата Дип Блю II с 8-ю шахматными чипами.*



*Джозел Бенджамин.*



*Команда Дип Блю. 1997г.*



*Перед началом матча 1997 года.*



*1-я партия матча.*



*После 2-й партии.*



*В зрительном зале. 4-я партия.*



*5-я партия. После четвертого хода Дип Блю.*



*На вручении приза Фредкина.*



*Экспозиция посвященная Дип Блю  
в Национальном музее американской истории (Вашингтон)...*



*... и в Музее компьютерной истории (Маунтин-Вью).*



# Партии, упомянутые в книге

Для просмотра, выделите текст партии и скопируйте в любую шахматную оболочку

## 51. ЧипТест - Острич

1986, АСМ, Даллас, 2-й тур  
1. f4 d5 2. e3 Nf6 3. Nf3 Bg4 4. b3 Nbd7 5. Bb2 Ne4 6. Be2 Bxf7 7. Bxf7 e6 8. Bxe4 dxe4 9. O-O Qh4 10. g4 O-O 11. Nc3 f5 12. gxfs e6f5 13. Kh1 Nc5 14. Nb5 a6 15. Nd4 Qh3 16. Rg1 Rd5 17. Nxf5 Rxf5 18. Bxg7 Bxg7 19. Rxf7 Qf3+ 20. Qxf3 exf3 21. Rxc7+ Kxc7 22. Rf1 Rf2 23. d3 Nd2 24. Rf2 Re8 25. Rxd2 Rxe3 26. Kg1 Rxf4 27. Kf2 Re8 28. c3 Rh5 29. Kf1 I2 0-1

## 52. Мерлин - ЧипТест

1986, АСМ, Даллас, 4-й тур  
1. e4 e6 2. d4 d5 3. e5 b6 4. c3 Qd7 5. Be3 Nc6 6. Nd2 f6 7. Bd3 fxe5 8. dxe5 Nxe5 9. Qh5+ Nf7 10. Ng3 Nf6 11. Qh4 e5 12. Ng5 e4 13. Nxf7 Qxf7 14. Bb5+ Bd7 15. Bxd7+ Qxd7 16. Bg5 Be7 17. Bxf6 Bxf6 18. Qh5+ g6 19. Qe2 O-O 20. Qc3 Qe4 21. O-O Qe2 22. Rab1 Rae2 23. Nf3 Re5 24. Rf1 Qd3 25. Qa3 Qxf3 26. Nd4 c5 27. Nb5 Re2 28. Re1 Rf7 29. Rxe2 dxe2 30. Re1 Re7 31. e4 d4 32. cxd4 cxd4 33. Na3 d3 34. Nb1 Bg5 35. f4 Bxf4 36. g3 Be3 37. Kg2 Rf7 38. Nc3 Rf2+ 39. Kh3 d4 40. Rxe2 Rxe2 41. a5 bxa5 0-1  
**53. Эрикссон - Вебер**, 1986, АСМ, Даллас, 5-й тур  
1. e4 e5 2. c3 d5 3. exd5 Qxd5 4. d4 e6 5. Nf3 Nc6 6. Na3 Bd7 7. Bc4 Qe4+ 8. Qe2 Qxe2+ 9. Bxe2 Qxd4 10. Nb5 O-O 11. cxd4 Bb4 12. Nc3 Bb5 13. Be3 Nge7 14. O-O Qe5 15. Rad1 Kb8 16. a3 Bd6 17. d5 e6 18. Rxd5 Nf4 19. Rxd6 Nxe2+ 20. Nxe2 Rxd6 21. Bf4 Kc8 22. Bxh6 Bd7 23. Rc1 Bg4 24. Ncd4 Bxf3 25. gxf3 Kd7 26. Nxc6 bxc6 27. Rd1 Kc8 28. Bf4 Rb8 29. Rxd8+ Kxd8 30. b4 a6 31. Kf1 Ke7 32. Ke2 Ke6 33. Kd3 Kd5 34. Be3 g6 35. h4 h6 37. f4 f5 38. Bb6 Ke6 39. Kd4 Kd6 40. f3 0-1

## 59. Паньков - ЧипТест

1987, АСМ, Даллас, 2-й тур  
1. e4 d5 2. exd5 Qxd5 3. Nc3 Qa5 4. d4 c5 5. Nf4 Nf6 6. Bd2 Qb6 7. Nf3 Qxb2 8. Ne5 e6 9. Rb1 Qa3 10. Rb3 Qd6 11. Bf4 Qxb2 12. O-O Be7 13. Re1 O-O 14. Bd3 c5 15. dxc5 Bxc5 16. Qf3 Nbd7 17. Nc4 Nb6 18. Nxb6 axb6 19. Be5 Bd4 20. Bxd4 Qxd4 21. Qe3 Qxe3 22. Rxe3 Nd7 23. Rb4 Ra5 24. Bb5 Nf6 25. Be2 Nd5 26. Nxd5 exd5 27. a3 Rc5 28. Bb3 Rd9 29. Re7 Rd8 30. Rf4 f6 31. Rf4 Rf8 32. Re1 h6 33. Rd4 Be6 34. Ra4 Kf7 35. Kh1 f5 36. f4 d4 37. Re5 Kf6 38. Re1 g3 39. Kf5+ h5g5 40. Rb1 Rd6 41. Rf1 Rc5 42. Ra8 g4 43. Rh8 Kg6 44. Rb8 Rc7 45. Rh8 Rd5 46. Re1 Bf7 47. h3 g4 48. Kf6 Rf9 49. Rb1 Re7 50. Rh6+ g5 51. Rhxb6 Be8 52. Rh6b4 Bc6 53. Rf1 Rees 54. Rd1 f4 55. Rd1+ 56. Rb5 Re3 57. Bxc5 bxc5 58. Rd1 Re2 59. Rf1 Rd6 60. Rbb1 R6e3 61. a5 Ra3 0-1

## 59. Круг Блунч - ЧипТест

1987, АСМ, Даллас, 3-й тур  
1. e4 d5 2. exd5 Qxd5 3. Nc3 Qa5 4. d4 c5 5. Nf4 Nf6 6. Bd4 Bg4 7. h3 Bf5 8. Qe2 Nbd7 9. Bxd7 Qe7 10. g4 Bg6 11. O-O O-O 12. Ng5 e5 13. Bxf7 exd4 14. Nd5 f5 15. Bxg6 Bf6 16. Ne6 Re7 17. Rh1 Qd6 18. g5 Nd7 19. Qg4 b5 20. Nxc5 Nge5 21. Nxb8 Rhx8 22. Ne4 Qd5 23. Qg2 Re6 24. Kd1 Nf3 25. Qg4 Nxe2 26. Rxe1 Ne5 27. Qd1 Nf3 0-1

## 60. ЧипТест - Феникс

1987, АСМ, Даллас, 4-й тур  
1. e4 e5 2. d4 d5 3. Nc3 b6 4. h3 Bg7 5. Nf3 Nf6 6. e5 Ne4 7. Nxe4 dxe4 8. Ng5 c5 9. dxc5 Qa5 10. c3 Cx5 11. Qd4 Qe5 12. Qxe5 Bxf6 13. Bc4 O-O 14. O-O 15. Rd1 Bc4 16. Re1 Nd7 17. Bd5 Nc5 18. Nxe4 Nd3 19. Re2 Bc6 20. Bxh6 Nc2 21. Rxc1 cxc6 22. Nc5 Bf4 23. Rce1 Rf8 24. g3 Bf6 25. Ne4 Bc7 26. f4 Rd8 27. Kg2 Rd5 28. d4 Rd4 29. c5 Bc5 30. Rf1 Rcd8 31. Rf2 Bb4 32. a3 Bc5 33. Ng5 Re8 34. f5 Rd3 35. f6g6 f6g6 36. Nf3 Bc7 37. Re6 Bb8 38. Rxe2 Re3 39. g4 e4 40. Ng5 Rb3 41. Re4 Rxe4 42. Nxe6 h5 43. c6 e4 44. c7 Bx7 45. Nxc7 1-0

## 73. Дип Сот - Росс Спэрз

1988, Фреджин Мастерс Оулен, Питтсбург, 1-й тур  
1. e4 e5 2. c3 g6 3. d4 cxd4 4. cxd4 d5 5. e5 Nf6 6. Nc3 Nf5 7. Nf3 h5 8. Bd3 Nc9 9. Bxf5 hxf5 10. Bf4 e6 11. O-O Bc7 12. a6 b6 13. Qc1 Qb6 14. Qd2 Na5 15. Qe2 Nb3 16. Rd1 Rb7 17. Qf3 Qb4 18. Qb1 Rcd4 19. Qd1 Na5 20. Qb1 Be7 21. Na2 Qb6 22. f3 Rc8 23. Bc4 Na4 24. a5 Qb5 25. Rb3 Qc6 26. Nc1 Qc7 27. Nd3 Bb5 28. Qc2 Rg8 29. g3 h4 30. Re1 Kd7 31. Rc1 Rxf3 32. f3g3 Rg4 33. h3 Rg7 34. h4 Rh8 35. Qh2 Rb6 36. Kh1 Qd8 37. Qe2 Rh7 38. Nh2 Kc8 39. Rcc3 Kc8 40. Nf3 Rg4 41. Rb1 Qf8 42. Qd2 Qh8 43. Qc2 Rhg7 44. Qf2 Kc7 45. Nc5 Rh7 46. Nf2 Rg8 47. Qd2 Bxh4 48. Qf4 Qxh4 49. Qf2 Rg4 50. Rf3 Qa3 51. Rc2 52. Rcc3 Qh5 53. Qd3 Nb2 54. Rd2 Nc4 55. Rd2 Rf7 56. Nd3 Rg4 57. Bg3 Rxc3 58. Qxg3 Qh6 59. Qf2 Qh6 60. Ne1 Qd1 61. Ng2 Rh7 62. Nf4 63. Rg3 Qf6 64. Qe1 Rh4 65. Rf2 Qh6 66. Qc1 Qf6 67. Qc3 Qe7 68. Kg1 Qf6 69. Rg5 Qh6 70. Qg3 Ne4 71. Nf5 Re4 72. Nf6 Ng4 73. Nxe4 dxe4 74. Rxf4 Qc1+ 75. Nf1 f4g4 76. Qe3 Qd1 77. d5+ 1-0

## 73. Кимбалл Невед - Дип Сот

1988, Фреджин Мастерс Оулен, Питтсбург, 3-й тур  
1. e4 d5 2. e5 Bf6 3. g4 Be6 4. f4 g6 5. g4 Nf6 6. h3 f5 7. g5 Nf7 8. Bg2 h6 9. c4 c6 10. cxd5 Bxd6 11. Nf3 h5x5 12. f5g6 e6 13. Nc3 Bxf3 14. Bxf3 Nf5 15. Bg2 Nf7 16. Be3 g5 17. O-O Bc7 18. Qb3 Qd7 19. Rxf5 exf5 20. e6 Qc8 21. exf7+ Kf8 22. Rc1 f4 23. Bf2 Rf7 24. Nd5 Bd8 25. f4 Rxf7 26. hxg5 Bxg5 27. Bf3 Nd7 28. Be6 f3 29. Rc3 Nc5 30. Bxc8 Nxb3 31. Be1 Nc1 32. Bxf7 Ne2+ 33. Kh1 Nxc3 34. Rf1 Kc7 35. Nxe8 Nxe2 36. d5 Qxf7 37. Bxa7 Bf4 38. Nc7 Nf4 39. Bc5 Na6 40. Nxe6 bxe6 41. b3 Ke6 42. Bf2 Bg5 43. Bc5 Ke5 0-1

## 74. Александр Иванов - Дип Сот

1988, Фреджин Мастерс Оулен, Питтсбург, 5-й тур  
1. e4 d5 2. exd5 Qxd5 3. Nc3 Qa5 4. Nf3 Nf6 5. d4 c6 6. Bc4 Bg4 7. h3 Bf5 8. Qe2 Nbd7 9. Bd2 Qc7 10. O-O O-O 11. Qxf3 e4 12. Qxf3 e4 13. g5 Nd5 14. Ne4 O-O 15. Nxc6 Qxd6 16. Qc3 Qxg3 17. f3g3 a5 18. Be2 b5 19. d4 bxa4 20. Nxe4 N7b6 21. Be2 Rf8 22. Kc2 c5 23. Qd3 Qd4 24. b3 Nxc5 25. Rf3 Bb5 26. Rf1 Rcd7 27. Kh1 a4 28. Bxd5 exd5 29. Be3 Rcd6 30. Rxc5 Rbxc5 31. Bxc5 Rxc5 32. Rc1 Rxc1+ 33. Kxc1 a3 34. Kc2 Kf8 35. Kc3 Ke7 36. Kb4 Ke6 37. Kxa3 Ke5 38. Kb2 d4 39. Kc2 Ke4 40. Kd2 f3 0-1

## 74. Дип Сот - Вивек Рао

1988, Фреджин Мастерс Оулен, Питтсбург, 6-й тур  
1. e4 c5 2. c3 d5 3. exd5 Qxd5 4. d4 Nf6 5. Nf3 Nc6 6. Be2 cxd4 7. cxd4 e6 8. O-O Be7 9. Nc3 Qd8 10. Be3 O-O 11. Bc4 b6 12. a4 Bb7 13. Ne5 Rcd4 14. Bb3 Nb4 15. Rc1 Nbd5 16. Nxd5 Bxd5 17. Qd3 Bb7 18. Rxe8 Qxe8 19. Rc1 Qa8 20. f3 Nd1 21. Bd2 Rc8 22. Bc4 Rc7 23. f4 Qc8 24. b3 f6 25. Ng4 Bg7 26. g3 Bb7 27. f5 a6 28. Nf1 Kh8 29. fxe6 Qxe6 30. Ne3 b5 31. axb5 axb5 32. Nxd5 Bxd5 33. Bxd5 Qxd4 34. Rf5 Qa8 35. Rxb5 Ra7 36. d5 Ra1+ 37. Kg2 Ra2 38. b4 Qc8 39. Ra5 Rb2 40. Qc3 1-0

## 78. Дип Сот - Игорь Иванов

1988, чемпионат США, Бостон, 9-й тур  
1. e4 d5 2. exd5 Nf6 3. d4 Nxd5 4. c4 Nf6 5. Nf3 Bg4 6. Be2 e6 7. Be3 Bb4+ 8. Nbd2 O-O 9. a3 Be7 10. h3 Bf5 11. O-O c5 12. g4 Bg6 13. Nh4 Nbd7 14. Nxb6 h6g6 15. f4 c6 16. g5 Ne8 17. Ne4 Nd6 18. Nxd6 Bxd6 19. b4 cxd4 20. b4 a4 21. axg6 b6 22. Qc2 Qe7 23. Qe4 b6 24. Qb7 Rf8 25. Bxa6 e5 26. fxe5 bxc5 27. Bc4 Ra8 28. Rxf7 Rb7 29. Rf4+ 1-0

## 79. Лев Альбург - Дип Сот

1988, чемпионат США, Бостон, 10-й тур  
1. d4 d5 2. d4 cxd4 3. Nf3 Nf6 4. e3 Bg4 5. Bxc4 e6 6. Nc3 Nbd7 7. O-O Bb6 8. e4 e5 9. Be2 O-O 10. Be3 Qd3 11. Bxf3 exd4 12. Bxd4 c5 13. g3 a4 14. Re1 Re8 15. Bg2 Bc5 16. Bxc5 Nxc5 17. Qc2 Kf3 18. Qxd3 Nf5 19. Re2 g5 20. Rd1 Ne5 21. f3 Ra8d 22. Re2d Rxd2 23. Rxd2 h5 24. f4 gxf4 25. gxf4 Nc4 26. Re2 Nb6 27. e5 Nf5 28. Nxd5 Nxd5 29. Bxd5 exd5 30. Rd2 Rb1 31. Kf2 Rc5 32. Kc3 Kf8 33. f5 b6 34. Kd4 f6 35. b4 fxe5+ 36. Kxe5 Rc4 37. Kxd5 Rxb4 38. Ke6 Ke7 39. Kf6 h4 40. h3 Ra4 41. Kg7 Ra4 42. Re2+ Kd7 43. f6 Rg3+ 44. Kf7 Rf3+ 45. Re7+ Kd8 46. Re6 Rh2 47. a3 Bb2 48. Kf6 Kd7 49. Re7+ Kd6 50. Re3 Rg2+ 51. Kf5 Rf2+ 52. Kg6 h3 53. Rfxh3 Rg2+ 54. Kf7 Rf2 55. Kg7 Ke6 56. Re3+ Kd7 57. f7 Rg2+ 58. Rf8 b5 59. Rf7+ Kd8 60. Ke6 Re7 61. Rf6 1-0

## 83. Дип Сот - Дарко Гликман

1988, Software Toolworks, Лос Анжелес, 2-й тур  
1. e4 e6 2. d4 d5 3. Nc3 Bc4 4. e5 Ne7 5. Bd2 c5 6. Nb5 Bxd2+ 7. Qxd2 Nf5 8. dxc5 a6 9. Nd6+ Nxd6 10. d5x6 Nf1 11. f4 f6 12. Nf3 O-O 13. Be2 fxe5 14. fxe5 Rf5 15. Qc3 d4 16. Qd2 Nxe5 17. Nxd4 Qh4+ 18. g3 Qe4 19. O-O Rf2 20. Rh1 Bd7 21. Qc3 Rc8 22. Bc4 Qg2 23. Rxe5 b5 24. Bxe6+ Bxe6 25. Rc5 Rc8 26. Qxc5 Bg7 27. Qc6 Rf1 28. Qe8+ Rb9 29. d7 Qd5 30. Rf1 1-0

## 85. Дип Сот - Уолтер Браун

1988, Software Toolworks, Лос Анжелес, 4-й тур  
1. e4 c5 2. c3 Nf6 3. e5 Nd5 4. d4 cxd4 5. Nf3 Nc6 6. Bc4 Nb6 7. Bb3 d5 8. exd6 Qxd6 9. O-O e6 10. exd6 Bf1 11. Nc3 O-O 12. Re1 Nd5 13. g3 Qd8 14. a3 Nxc3 15. bxc3 b6 16. Qd3 Bb7 17. Bc2 g6 18. Bf4 Rb8 19. Bh6 Re8 20. Bd2 Na5 21. Ba4 Qd5 22. Bxe8 Rxe8 23. Kf2 Nc4 24. Bc1 e5 25. h3 f5 26. g4 e5 27. Qd1 f5 28. gxf5 g4 29. hxg4 fxg4 30. Kg1 Qf3 31. Qxf3 Bxf3 32. Bh6 Kf7 33. Bd2 Rf8 34. Rxe5 Nxe5 35. Re1 Nc6 0-1

## 85. Дип Сот - Алекс Шибиен

1988, Software Toolworks, Лос Анжелес, 7-й тур  
1. e4 e5 2. Nf3 Nc6 3. Bb5 a6 4. Bxc6 dxc6 5. O-O f6 6. d4 exd4 7. Nxd4 c5 8. Ne2 Qxd1 9. Rxd1 Bd7 10. Bf4 O-O 11. O-Ne7 12. Nbc3 Bf8 23. Ne3 Bb4 14. Rd2 Ne5 15. b3 h5 16. h3 b6 17. Nf5 Bb6 18. a4 a5 19. Nc3 Kf7 20. Nf5 Bxb5 21. Bxc6 Bd6 22. f3 Rc8 23. f4 Nf7 24. Kf2 Rxe8 25. Kf3 Bf6 26. Nc3 Nd6 27. Rd5 g6 28. g4 hxg4+ 29. hxg4 Bg7 30. f5 gxf5 31. gxf5 Rf8 32. Bf4 Rh3+ 33. Bg3 Rg8 34. Rd3 Bf8 35. Kg2 Rh4 36. Re1 Rh4 37. Kh3 a4 38. bxd4 Rb7 39. Bf4 Nc4 40. Bxf6 Rg8 41. e5 Bh6 42. Nf5 Bf4 43. Rf3 Bxe5 44. Rxe5 Nf5 45. Bxe5 Rh4 46. Bg3 c4 47. Nc3 Rh5+ 48. Qd2 Rg5 49. f6 Rf5 50. Re3 Rf6 51. Re7 Rf5 52. Rxc7+ Ka8 53. a5 Rxb5 54. Nxb5 Rb5 55. axb6 Rxb6 56. Bf4 Rb3 57. Kf2 Rb7 58. Rxb4 Rb2+ 59. Ke3 Kf7 60. Ke4 Rb5 61. Be2 Rh5 62. Bd4 Rg5 63. Be5 Kf6 64. Kd5 Kxc6 65. Rxd6 Rg6 66. Kc5+ Kc6 67. Rf2 Rh6 68. Rb2+ Ka6 69. Bb6 Rh5+ 70. Kc6 Rg5 71. Rb3 Rh5 72. Rf1 Rg7 73. Rb2 Rh5 74. Rb8 Rh7 75. Bf8 Ka7 76. Rb3 Ka8 77. Re3 Rb7 78. Rf4 Rf7 79. Rb5+ Ka7 80. Bc5+ Ka6 81. Ra8 1-0

## 87. Дип Сот - Джереми Сильман

1988, Software Toolworks, Лос Анжелес, 8-й тур  
1. e4 c6 2. d4 d5 3. Nd2 dxe4 4. Nxe4 Nd7 5. Nf3 Ngf6 6. Ng3 c5 7. Bc4 e6 8. O-O Nf6 9. Bb5+ Bb7 10. Bxd7+ Nxb7 11. Re1 Be7 12. Qf2 exd4 13. Nxd4 O-O 14. a4 Rc8 15. Rd1 Qc7 16. b3 a6 17. Bg5 h6 18. Be3 Bb6 19. Qe1 Rc8 20. Rxd1 Rcd8 21. Kh1 Bf4 22. Nf3 Nc5 23. b4 Bxe3 24. Qxe3 Nd7 25. Qe2 Rc8 26. c5 b6 27. c6 b7 Qxb6 28. a3 Rc3 29. Rd3 Rcd8 30. Rxe3 Rxe3 31. Qf2 Qc7 32. Kf1 Nf6 33. Qd1 Nxb5 34. Ne2 Rc4 35. Re1 Nc3 36. Qb2 Nf5 37. Ne4 Nf4 38. Qd2 Nc5 39. g3 Ng6 40. Qd3 Nge7 41. Ne5 Rc1 42. Rxc1 Qxc1+ 43. Kg2 Qc7 44. f4 Qb7 45. Kf7 Ne4 46. Nc4 Ne5 47. Nb3 Qb5 48. Nc5 Qc6 49. h4 h5 50. Ne4 g6 51. Nf5 Nf5 52. Nxf1 Nc7 53. Qxg6+ Kf8 54. Nf5 Ke7 55. Qf7+ Kd8 56. Nxe6+ Kd8 57. Qg8+ 1-0

## 89. Энтони Майкс - Дип Сот

1989, выставочный матч  
1. d4 d5 2. d4 cxd4 3. e4 Nf6 4. Nc3 e5 5. Nf3 exd4 6. Qxd4 Bc7 7. Bxc4 O-O 8. Bg5 Nc6 9. Na3 Nbd6 10. Nf5 Bb8 11. O-O O-O 12. gxf3 Nxe4 13. Bxf3 Nxd4 14. Bxc7 Bxf3 15. Bxf2 Nxd4 16. Rd7 b6 17. f4 Ra8 18. Rh1 Rf8 19. b3 Rxd7 20. Rxd7 Re1+ 21. Nd1 Na4 22. Kd2 Rf1 23. Bg3 h5 24. f4 h5 25. Bf4 Nbd4 26. a3 Nb6 27. Rd3 Nd4 28. h4 Nb6 29. f6 g6f 30. Nc3 Nc6 31. Nd5 Kg7 32. Bb6 Ng5 33. Ke2 h3 34. Rd1 Rxd1 35. Kxd1 Ne5 36. Ne3 h2 37. Nf5+ Kg6 38. Nf3 Ne4 0-1  
**113. Дип Сот - Гарри Карпос**, 1989, Нью-Йорк, игра 1  
1. e4 c5 2. c3 e6 3. d4 d5 4. exd5 exd5 5. Nf3 Bb6 6. Be3 d4 7. b3 cxb3 8. axb3 Ne7 9. Na3 Nbd6 10. Nf5 Bb8 11. O-O O-O 12. gxf3 Nxe4 13. Bxf3 Nxd4 14. Bxc7 Bxf3 15. Bxf2 Nxd4 16. Rd7 b6 17. f4 Ra8 18. Rh1 Rf8 19. b3 Rxd7 20. Rxd7 Re1+ 21. Nd1 Na4 22. Kd2 Rf1 23. Bg3 h5 24. f4 h5 25. Bf4 Nbd4 26. a3 Nb6 27. Rd3 Nd4 28. h4 Nb6 29. f6 g6f 30. Nc3 Nc6 31. Nd5 Kg7 32. Bb6 Ng5 33. Ke2 h3 34. Rd1 Rxd1 35. Kxd1 Ne5 36. Ne3 h2 37. Nf5+ Kg6 38. Nf3 Ne4 0-1

**114. Феникс - Дип Сот.** 1989, АСМ, Рено, 1-й тур  
1. с4 е5 2. N3 е5 4. d4 е4 5. B5 B7 6. Bxe7 Nxe7 7. Nd2 с5 8. Nb3 Qb6 9. e3 Be2 10. Be2 Nd7 11. d5 Bf7 12. f3 еf3 13. gxf3 Nf6 14. O-O а5 15. Cc2 Nd7 16. Bd3 Bg6 17. Nc1 Ra6 18. Nf1e2 Ne5 19. Nf4 Nxd2 20. Qa4+ Kf8 21. Nxd5 Be8 22. Qc2 Qc8 23. Nf4 Bc7 24. Kh1 Kg9 25. Rq1 g6 26. N5b Qf8 27. Nc7 Ra7 28. Nc6e Qf7 29. Cc3 Bxe6 30. Nxe6 b5 31. R2d2 Qx4 32. Qx4 Ra3 33. Raq1 Qf6 34. Qd3 Kf7 35. e4 Rhb8 36. Qe3 Rb4 37. c4 Rb6 38. Qh6 Rf8 39. Rf1 Ke8 40. Qd2 Bf5 41. Nc7 Rf7 42. Ne8 Qd4 43. Qxd4 cxd4 44. Nxd6 Rb3 45. еf5 Re3 46. Rxe3 dxe3 47. fxe6 hxe6 48. Nc4 Nx4 49. Rxe6+ Kf7 50. Rg1 e2 51. Re1 Nf4 52. b3 Re8 53. Nb2 Rc8 54. Nc4 а5 55. h4 ахb3 56. Nb2 Rc2 0-1

**115. Гарри Каспаров - Дип Сот.** 1989, Нью-Йорк, игра 2  
1. d4 d5 2. с4 dxc4 3. e4 Nc6 4. N3 Bg4 5. d5 Ne5 6. Nc3 с6 7. Bf4 Ng6 8. Be3 cxd5 9. еf5 Ne5 10. Qxd4 Nxf3+ 11. gxf3 Bxf3 12. Bxcl Qd6 13. N5b Qf6 14. Qc5 Qb6 15. Qa3 e6 16. Ne7+ Qc7 17. B5b+ Qc6 18. Bxc6+ Bxc6 19. Bc5 Bxc5 20. Qxf3 Bf4+ 21. Ke2 cxd5 22. Qd4 Be7 23. Rhc1 Kf8 24. Rf1 Bb6 25. Rb7 Nf6 26. Qa4 а5 27. Rcl h6 28. Rcf6 Ne8 29. b4 Bxh2 30. Bxe6 Kg8 31. Qb4 Bdf2 32. Rxd6 Nxd6 33. Rb8+ Rxb8 34. Qxb8+ Kh7 35. Qxd6 Rcf6 36. а4 Rcf7 37. Qd7 0-1

**115. Хайтек - Дип Сот.** 1989, АСМ, Рено, 3-й тур  
1. d4 d5 2. с4 dxc4 3. e4 Nc6 4. N3 Bg4 5. d5 Ne5 6. Nc3 Nf6 7. Bf4 Nf7 8. Qa4 Nxf3+ 9. gxf3 Bxf3 10. Rg1 а6 11. Qxcl Rcf8 12. Rg3 Bf5 13. Bf3 h6 14. Qb4 g5 15. Be3 b5 16. Qd4 c5 17. dxc5 Rxc5 18. Qxf5 fxe5 19. Qxf8 Nf6 20. Bf1 Qa5 21. Bd4 Qb4 22. Bxf6 Rxf6 23. Rdl Bxd1 24. а4 Qxb2 25. Nxf1 Qxa3 26. Qxh7 Qa5+ 27. Ke2 Rcf6 28. Qh5+ Kd8 29. Qxg5 Bf6 30. Qg8+ Kc7 0-1

**117. Давид Ливи - Дип Сот.** 1989, Лондон, игра 1  
1. d4 f5 2. Bg5 h6 3. Bf4 g5 4. e3 Nf6 5. Bg3 d6 6. c3 Bg7 7. Nd2 O-O 8. f3 Nc6 9. Bc4+ 10. Bd3 Nf5 11. Bf2 e5 12. Qb3 f4 13. e4 Qd4 14. cxd4 Bxd4 15. еf5 Na5 16. Qc2 Bx7+ 17. Kf2 Kxf5 18. Bzd а5 19. Qd6 b4 20. Rcf8 Qd8 21. Rf1 B7 22. Rf6e2 Ndb6 23. Qxd8 Rxf8 24. Bzd Rcf5 25. Rcf5 Bf8 26. Bf3 Rf8 27. Rf2 Rcf8 28. Rcf8 Bxf8 29. Ng4 Be7 30. Nf6+ Bxf6 31. еf6 Rf7 32. Ne5 Rxc1+ 33. Bxc1 Bf7 34. а3 Ke7 35. аxd4 аxd4 36. Bzd Na4 37. Bxb4 Nxb2 38. Ng4 e5 39. Nf6+ Kf8 40. Nxf7+ Kg8 41. Nf6+ Kf8 42. f5 1-0

**117. Давид Ливи - Дип Сот.** 1989, Лондон, игра 3  
1. d4 f5 2. Bg5 с6 3. с3 h6 4. Bf4 Nf6 5. Nd2 d6 6. e4 g5 7. e5 Nf7 8. Nc4 gxf4 9. Qh5+ Qd7 10. Qh5+ Kc7 11. Qxf4 Be6 12. N3 Rg8 13. Nf8 Ng5 14. еf6+ еf6 15. d5 Bxd5 16. Nxd5+ cxd5 17. Nd4 Qe7+ 18. Be2 Nf6 19. Nb5+ Kf8 20. h4 Ne6 21. Qf3 Ne2 22. Qxd5 Nf4 23. Qxg8 Nf3+ 24. Kd1 Qxe2+ 25. Kc1 Nf3+ 26. Kb1 Qxb2# 0-1

**117. Дип Сот - Давид Ливи.** 1989, Лондон, игра 4  
1. с4 d6 2. N3 Nd7 3. d4 g6 4. N3 Bg7 5. e4 с6 6. Be2 cxd4 7. Nxd4 Ngf6 8. Be3 O-O 9. O-O а6 10. f3 Nd7 11. Qd2 Ne5 12. f4 Nc6 13. h3 Bd7 14. Nf3 Qa5 15. а3 Rад8 16. b4 Qc7 17. Rxf1 b6 18. Bzd Qb7 19. Qf2 Rf8 20. e5 Nf5 21. b5 а5x2 22. cxb5 Nd8 23. g4 Bf8 24. gxf5 Bxf3 25. hxe6 hxe6 26. Rf1d1 Qf7 27. Ng5 Bg4 28. Qf4 Bg7 29. Rcd2 Bf5 30. Nd5 Qa7 31. Rcf7 Rb7 32. еf6 еf6 33. Rcf8 Qxa3 34. Ne4 1-0

**120. Анатолий Карпов - Дип Сот.** 1990, Бостон  
1. е4 с6 2. d4 d5 3. Nd2 g6 4. с3 Bg7 5. е6 f6 6. f4 Nf6 7. Ngf3 O-O 8. Be2 fxe5 9. fxe5 с5 10. Nb3 cxd4 11. cxd4 Nc6 12. O-O Qb6 13. Kh1 а5 14. а4 Bf5 15. Bg5 Be4 16. Nc5 Qxb7 17. Nxe4 dxe4 18. Rb1 Qa3 19. Bc1 Qc3 20. Bd2 Qa3 21. Bc1 Qc3 22. Rb3 Qa2 23. Bc4+ Kh8 24. Bxf6 Qxd1 25. Bxg7+ Kxg7 26. Rxd1 еf3 27. gxf3 Ra7 28. Bd5 Rd8 29. Rf5 Ra6 30. Bc4 Ra7 31. Bd5 Ra6 32. Rcf5 Rd7 33. Kf2 Rb6 34. Bxc6 bxc6 35. Kf2 Rf6 36. Rxd5 cxd5 37. Rf1 Rb4 38. Ke3 Rxa4 39. Rcf5 e6 40. R7+ Kg8 41. Re7 Ra4 42. Kf5 Rf4 43. Rxe6 Rxd4+ 44. Kf5 Kf7 45. Ra6 а4 46. f4 h6+ 47. Kf4 Rcd4 48. h4 Rcd4 49. Rf6+ Kg7 50. Rf6 Kf7 51. f5 gxf5+ 52. Kf5 Kf7 53. Ra7+ Kf8 54. e6 Re4 55. Rdf7 Rcf4 56. Rxd5 h4 57. Rd3 Ke7 58. Rdf7+ Kf8 59. Rh7 h5 60. Ke5 h3 61. f5 Kg6 62. Rxf5 а3 63. Rfh3 а2 64. Ra3 Rcf5+ 65. Kf6 1-0

**132. Майк Вальзо - Дип Сот.** 1988, матч по перелиске, игра 1  
1. e4 Nf6 2. e5 Nd3 3. d4 d6 4. c4 Nxb7 5. f4 dxe6 6. fxe6 Nc6 7. Be3 Bf5 8. Nc3 e6 9. Nf3 Bg6 10. Be2 Bxf3 11. gxf3 Qh4 12. Bf2 Qf4 13. с5 Nd7 14. Qc1 Qf5 15. Qd1 Qxb1+ 16. Rxb1 O-O 17. f4 Be7 18. Rd1 g5 19. fxe5 Bxg5 20. Bf3 f5 21. O-O Nbd2 22. Rf1 Rf8 23. Kh1 d6 24. а3 Na6 25. b4 Nc2 26. а4 e6 27. Re2 Be7 28. Rb2 Nd5 29. Nxd5 cxd5 30. b5 а5x1 31. аb5 Rg7 32. Ra1 Nf8 33. Rba2 Rf8 34. Ra8 Bg5 35. b6 Bd8 36. Bf5 Rf8 37. Be2 Rf8 38. Be3 h5 39. Rf1 Be7 40. Bf5 Bd8 41. Bd4 f4 42. Bxf4 Rf7 43. Bf6 h4 44. Bf5 Be7 45. e6 bxc6 46. Bxc6 Bf7 47. Rba1 Bа3 48. Ba2 1-0

**132. Дип Сот - Майк Вальзо.** 1988, матч по перелиске, игра 2  
1. е4 е5 2. f4 d5 3. еf5 с6 4. Nc3 еf4 5. Nf3 Bd6 6. d4 Ne7 7. dxc6 Nbx6 8. d5 Nb4 9. Bc4 O-O 10. а5 B1 11. Bb3 Na6 12. Nxb5 Qa5 13. Nc3 Nc5 14. Ba2 Ba6 15. b4 Qc7 16. Bxc5 Rf6 17. Bf2 Qxc5 18. а4 Nxd5 19. Qd4 Qxd4 20. Nfd4 Bc5 21. Kd2 Ne3 22. Kc3 Rxc8 23. Bb2 Ngd2 24. Rf1 Rcd8 25. Rhf1 Rg5 26. Nf2 d5 27. Rf3 Rxf3 28. Rxf3 Rf8 29. Kc1 g6 30. а4 Bb7 31. Rf2 Ba8 32. Bb1 Rb7 33. Ba2 R3 34. Rf4 Rd2 35. Kxd2 Rxb2+ 36. Nc2 Rxa2 37. Nc3 Rb2 38. Rf6 Kg7 39. Rf1 f5 40. Nd5 Bxd5 41. cxd5 Rb3 42. h4 Kf6 43. Re1 Rh3 44. Re6+ Kf7 45. а5 Rxfh4 46. Rcf6 Bb4+ 47. Nxb4 Rxb4 48. Rcf7+ Kf6 0-1

**135. Крэй Блици - Дип Сот II.** 1991, АСМ, Альбукерке, 4-й тур  
1. е4 с5 2. Nf3 d6 3. d4 cxd4 4. Nxd4 Nf5 5. Nc3 Nb6 6. f4 е5 7. Nxb6 bxc6 8. fxe6 Ng4 9. Be2 Nxe5 10. Be3 Be7 11. O-O Be7 12. Qd4 O-O 13. Rад1 f6 14. b3 Qe8 15. Na4 Qg6 16. Bf4 Rf7 17. Qf3 Ra8 18. Qh4 Qxa7 19. Bdz Qb4 20. Qe3 Ra2 21. c3 Qb7 22. Rf2 Qa7 23. Qxa7 Rxa7 24. Be3 Ra5 25. Bb6 Ra8 26. Bc2 Bf8 27. Re1 c5 28. Baf6 Ra6 29. Rb1 f5 30. Bc2 Rb7 31. Bd8 g6 32. Re1 c4 33. Rf1 Bd7 34. Nb2 Ra8 35. Bg5 Rxa2 36. b4 Bb5 37. Re2 Bg7 38. Nd1 Ra6 39. Bdz Nd3 40. Ne3 Ra2 41. Bxd3 cxd3 42. Rf2 Rxd2 43. Rxd2 Bxc3 44. Nf1 Bxd2 45. Nxd2 Re7 46. Nf3 h6 47. Rb2 Re4 48. Kf2 g5 49. g3 f4 50. gxf4 Rxf4 51. Kg3 h5 52. Nd2+ h5 53. Kg2 Bc6+ 54. Kg1 Rg4+ 55. Kf2 Rg2+ 56. Ke3 Bb5 57. Re2 Rxf2 58. Ra5 Re2 59. Kd4 h3 60. Rxd5 Rg2 61. Rb7+ Kg7 62. Rb7+ Kg6 0-1

**135. Дип Сот II - Юдит Полгар.** 1993, Нью-Йорк, игра 1  
1. е4 с5 2. Nf3 e6 3. d4 cxd4 4. Nxd4 Nf5 5. Nc3 Qc7 6. Be2 а6 7. O-O Bd4 8. Nef3 bxc6 9. Qd4 Bb6 10. Qxg7 Bxh2+ 11. Kh1 Be5 12. Bf4 Bxg7 13. Bxc7 d5 14. Rf1 h5 15. Na4 Ra7 16. Bb6 Ra8 17. c3 Ng6 18. Bc7 Ra7 19. Bb6 Rf7 20. Bg3 O-O 21. еf5 еf5 22. Rf1 f5 23. Bd6 Rd8 24. Bzd Rcf7 25. Bb4 Rcf6 26. Baf5 Rf8 27. Bb6 Rf7 28. Kgl Bf8 29. b3 Bb7 30. Bf5 Re7 31. Kf1 Kf7 32. а4 Rcf8 33. Baf5 dxf4 34. Nb6 Rf8 35. Nf7 Rcf8 36. Bb4 cxb3 37. Nxf6 Rxf8 38. аb3 Rb8 39. Bxe7 Kxe7 40. Rd4 а5 41. Rd4 Bb6 42. Rxa5 Rxf3 43. Ra7+ Kf6 44. Rof7 Nf4 45. g3 Bb5+ 46. Kg1 Nf3+ 47. Kf2 Ng5 48. Rhf6+ Ke7 49. Re5 Bc6+ 50. Kf1 Rb1+ 51. Re1 Rb2 52. Be2 Na4 53. Rd1 Bb5 54. Rcl Nf2+ 55. Ke1 Ne4 56. Rf1 Nc3 57. Bdz Na2 58. Kf1 Nf4 59. Bxf5 Nc6 60. Rd1 Bc4+ 61. Bdz Bb3 62. Rb1 Rxb1+ 63. Bxb1 Bb5 64. Rh7+ Kf6 65. Rh4 Nf5 66. Ke2 Bf3+ 67. Ke3 Bc6 68. f4 Nf7 69. а5 70. g5 61. Rf1+ Kf7 70. Kf7 72. g6 еf4+ 73. Kxf4 1-0

**135. Юдит Полгар - Дип Сот II.** 1993, Нью-Йорк, игра 2  
1. Nf3 Nf6 2. g3 d5 3. d3 Nbd7 4. Nbd2 e5 5. Bg2 с6 6. O-O Bdf6 7. Nh4 O-O 8. e4 Nc5 9. Re1 Bg4 10. f3 Be6 11. Nf1 Bb6 12. Kf1 dxe4 13. dxe4 Rf8 14. Qe2 Na4 15. g4 Bc5 16. Nc3 Bd4 17. c3 Nxc3 18. bxc3 Bxc3 19. Ne2 Qa5 20. Nc2 Qa5 21. Nf5 Qa2 23. g5 hxe5 24. Bxg5 Bx1 25. Rxe1 Bxf5 26. еf5 Rd6 27. Ne3 Re8 28. Rg1 Nh7 29. Bf1 Nxe5 30. Rxf5 Qf4 31. Rf4 Qf6 32. Rf1 Kf8 33. Qe1 Rf4 34. Bc7 Qf4 35. Ng4 Qxf5 36. Qh4 Qg6 37. Qh4+ Ke7 38. Qh4+ Kd6 39. Qf2 с5 40. Bg2 Qf4 41. f4 еf4 42. Nd5+ Kd8 43. Nc3 Qd3 44. Qa2 Re3 45. Nb5 Rd4 46. Qxg7 Qxb5 47. Qf6+ Kc7 48. Qd7+ Qd7 49. Kf1 Ne4 50. Qb8 Re1 51. Qb7+ Kf6 52. Qb8+ Ke7 53. Qxf4 Qd4 54. Qf5+ Kf6 55. Rf1+ Kg5 56. Qf7 Ra1 57. Qf5+ Kf6 58. Qf8+ Kf5 59. Qf5+ Kf4 60. Qf7+ Kg5 61. Qf5+ 1/2-1/2

**139. Бент Парсен - Дип Сот II.** 1993, Коленаган, игра 1  
1. е4 е5 2. Nf3 Nc6 3. Nc3 Nf6 4. Bb3 Bf5 5. O-O O-O 6. Bxf6 dxf6 7. d3 Qe7 8. Ne2 Bg4 9. Ng5 Nf6 10. h3 Qxd3 11. fxe3 Bc5 12. Kh2 Bc8 13. g4 Be6 14. Qe2 f6 15. Be3 Bxe3 16. Qxe3 h6 17. а4 Nf3 18. а4 Nf3 19. Rf2 с5 20. Kg5 21. а4 Cc3 22. Nh1 Rd8 23. g5 Bxb3 24. cxb3 Rxd3 25. Qe2 hxe5 26. hxe5 Qxb7 27. Rd1 Re3 28. Qb2 Qxb3 29. Qxb3+ Rxb3 30. Rd5 Ra3 31. Rxe5 Q4 32. Kxf4 c4 33. Rcd2 Rxa4 34. Rdf7 Rcf8 35. Ng5 Ra2 36. Rxc7 Ra7 37. g3 Rf2 38. Ree7 Kh8 39. Rxf7 Rh2 40. e5 Rd8 41. Rh7+ Rxf7 42. Nxf7 Rg8 43. Ng5 1-0

**140. Хенрик Даниэльсен - Дип Сот II.** 1993, Коленаган, игра 1  
1. Nf3 Nf6 2. b3 g6 3. g3 Bg7 4. Bb2 O-O 5. Bg2 d6 6. d4 с5 7. O-O cxd4 8. Nxd4 d5 9. Na3 е5 10. Nf3 е4 11. Nd4 Ne6 12. d4 Nxd4 13. Qxd4 Bg4 14. Qe3 Be7 15. Rb1 Bf5 16. h3 d4 17. Bxd4 Qxd4 18. Bc5 Qa5 19. Bxf8 Rxf8 20. g4 Bd7 21. Rf1 h6 22. а3 Bb6 23. Rf8 h5 24. g5 Ne8 25. Rxd1 f5 26. h4 f2 27. bax3 Bxe3 28. Kf3 Bb5 29. c5 Rf5 30. Rf8 Rxf5 31. а6 bxa3 32. h4 Rg4 33. Rcf8 Bc7 34. Rb7 Bxb7 35. Rxe8+ Kf7 36. Rh8 Be5 0-1

**140. Дип Сот II - Бент Парсен.** 1993, Коленаган, игра 2  
1. е4 с5 2. Nf3 g6 3. а4 Bg7 4. d4 cxd4 5. Nxd4 Nc6 6. Nf3 Nf6 7. Nc3 O-O 8. Be2 d6 9. O-O Bf7 10. Qd2 Nxd4 11. Bxd4 Bc6 12. f3 а5 13. b3 Nd7 14. Bf3 Nc5 15. Rаb1 Qb6 16. Rf1 Rf6 17. Nf4 е6 18. Nf5 Bxd5 19. еf5 Qd2 20. Qxb4 аxb4 21. Bdz Na6 22. Rbc1 Bdz+ 23. Kf1 Rxc2 24. Rxc2 Bc5 25. Bdz Kf8 26. Bb5 Nf7 27. Bf6+ Kg8 28. Bf3 Ne9 29. Bdz Nf6 30. Bdz Kf7 31. Bf5 h4 32. h3 Rf8 33. Bg5 Rf8 34. Kd3 Rh5 35. Bf4 е5 36. dxe6 fxe6 37. Bа4 b6 38. Bc6 Kf7 39. Bd2 d5 40. еf5 еf5 41. Bf4 Rf5 42. Bc7 Nh5 43. Re2 Nf4+ 44. Bxf4 Rxf4 45. Bxd5+ Kg7 46. Bа4 Rf7 47. Kc4 Rf7 48. Bd5 Re7 49. Rcf6 Re1 50. Bb7 Kf6 51. Be4 Rd1 52. Kf5 g5 53. Re2 Ra1 54. Bdz Rg1 55. Bf7 Ra1 56. Kc4 57. Kf5 Rd1+ 58. Kc6 Rf1 59. Bdz Rf2 1/2-1/2

**140. Дип Сот II - Карстен Хой.** 1993, Коленаган, игра 2  
1. е4 d6 2. d4 g6 3. Nc3 Bg7 4. f4 Nf6 5. Nf3 с5 6. Bb5+ Bd7 7. е5 Ng4 8. е6 Bxb5 9. еf7+ Kd7 10. Nxb5 Qa5 11. Nc3 cxd4 11. Nc3 cxd4 13. Qxd4 Nc6 14. Qc4 Qb6 15. Qe2 h6 16. Bdz Nd4 17. Qe4 Nf5 18. Qa4+ Qb6 19. Qxb6+ bxc6 20. h3 Ng6 21. Bxe3 Nxe3 22. Kd2 Nc4 23. Ke2 Ra8 24. c3 Nb5 25. Rhf1 Rxf7 26. Rh3 h4 27. Rf1 Rf8 28. Ke3 e6 29. а3 30. Rdf1 с5 31. Rf2 Kc6 32. Kd1 Nd5 33. Nxf5 еf5 34. а4 d4 35. Rf12 d5 36. g4 Rxf3 37. Rxf3 Rf6 38. Rf2 Rf6 39. Rxf6+ Rf6 40. Rxf5 Rf1+ 41. Ke2 Rf12 42. Ke1 Rf1+ 43. Ke2 Rf12+ 44. Ke1 1/2-1/2

**141. Бент Парсен - Дип Сот II.** 1993, Коленаган, игра 3  
1. е4 d5 2. еf5 Qxd5 3. Nc3 Qa5 4. Nf3 Nf6 5. d4 Bf5 6. Be2 а6 7. O-O Bxd7 8. а3 O-O 9. Bf4 Qb6 10. Nb5 Nd5 11. Nf3 а6 12. с4 аxb5 13. cxd5 Bb6 14. Qc3 Nxb7 5. Qxf3 Nf8 16. а4 Rxd5 17. аb5 Kd7 18. Bc4 Rb6 19. е5 Ke7 20. Rf1e1 Nd7 21. Cc3 Nf6 22. Nh4 Bg4 23. Rf2 Rf8 24. dxe6+ Ke6 25. Rael Rd1 26. Qe2 h6 27. Qe5 Rxe1+ 27. Rxf1 Rd2 28. Nf5+ Bx4 29. Qxf5 Rd1 30. Qe5 Rxe1+ 31. Qe1 Qd6 32. Qe2 h6 33. b3 Qd7 34. Qf3 b6 35. Qe2 Kf7 36. Qd6 37. Qd3 38. Qd5 39. Kf2 Qf6 39. Qf3+ Ke7 40. Qe4 Nf6 41. Qg6 Kf8 42. g5 hxe5 43. Qxg5 Qd4 44. Cc1 Ke7 45. Qxg5 Kf7 46. Cc1 Qe5 47. Qd2 Ke7 48. Cb4+ Kd7 49. Qd2+ Nd5 50. Qd3 g5 51. Qf3 Ke7 52. Kgl Qd4 53. Qh5 Qg7 54. Qg4 Kd6 55. Qe4 Qa1+ 56. Qd5 Qf6 57. Qc2 Qe5 58. Cc1 Kd7 59. Kgl Ke7 60. Kf1 Kf6 61. Qa3 Kf7 62. Cc1 Ke7 1/2-1/2

**141. Ларс Бо Хансен - Дип Сот II**, 1993, Коленаген, игра 3  
1. N3 N6 2. c4 e7 3. Nc3 d5 4. d4 Be7 5. B4 O-O 6. e3 c5 7. dxc5 Bxc5 8. Qc2 N6 9. a3 Qa5 10. Nd2 Be7 11. Bc3 Bd7 12. Be2 Qb6 13. O-O d4 14. Na4 Qd8 15. b4 Rb8 16. Nb2 17. Nb3 dxe3 18. fe3 Qe8 19. Rad1 Ng4 20. Qc3 Bg5 21. Bxg4 Bxg4 22. Rde1 f6 23. c5 Nd8 24. Nd2 Qc6 25. Qc2 b6 26. Ne4 Nf7 27. Nc4 bxc5 28. Nxc5 Bf5 29. e4 Nd6 30. Nxb6 Qxd6 31. Bf2 Qd2 32. Qb3+ Bf7 33. Qh3 Rf8 34. Be3 Bxe3+ 35. Rxe3 B4 36. Rf6 1 Rb8 37. Qg3 a5 38. Rc3 Qd4+ 39. Qe3 axb4 40. Qxd4 Rxd4 41. axb4 Rxb4 42. Kf2 Rb5 43. Na4 Ra5 44. Nb6 Ba6 45. Nd5 Bb7 46. Ne7+ Kf8 47. Nf5 Ra2+ 48. Kf3 Rdd2 49. Rf7 R2+ 50. Kd4 Rxc2+ 51. Ng3 Ra2 52. g4 g6 1-0

**142. Дип Сот I - Бенг Ларсен**, 1993, Коленаген, игра 4  
1. e4 e5 2. Nf3 d6 3. d4 cxd4 4. Nxd4 Nf6 5. Nc3 a6 6. a4 g6 7. Be2 Bg7 8. O-O O-O 9. f4 N6 10. Be3 Bd7 11. Nb3 Be7 12. Ra3 Rb8 13. Kh1 Re8 14. f5 bxb3 15. Rxb3 Qd7 16. f6g h6g 17. Nd5 Nxd5 18. exd5 Ne5 19. a5 Bf6 20. c3 Kq7 21. Rb4 Rh8 22. Qb3 Rc7 23. Rb6 Rb2 24. Kg1 Rh4 25. Bd4 Rc7 26. Bxe5 dxe5 27. Rxb4 Bxb4 28. Rxf7+ Kxf7 29. d6+ Kf7 30. dxc7 Qxc7 31. Qb4 Bg5 32. Bf3 b5 33. axb6 Be3+ 34. Kh1 Bxb6 35. Be4 Qc5 36. Qb1 a5 37. Be4 g5 38. Bh7 Kh8 39. Bf5 Qf2 40. Bg6 Kf7 41. Bh7 Kh8 42. Qf5 Kf7 43. Bb3 Bg4 44. Bh7 Kh8 45. b3 Bd2 46. c4 Be3 47. Bg6 Bd4 48. Bf5 Bc5 49. Be4 Be3 50. Qd1 Kc7 51. Qa1 Bd4 52. Qc1 1/2-1/2

**150. Дип Сот I - Стар Сократес**, 1995, чемпионат мира, Гонконг, 1-й тур  
1. d4 Nf6 2. Nf5 d5 3. e3 e6 4. Bd3 Nc6 5. Nb2 Bd6 6. e4 e5 7. O-O O-O 8. exd5 Nxd4 9. c4 Bg4 10. Re1 Nd7 11. h3 Bf5 12. g4 Bg6 13. Bxg6 fxg6 14. Kq2 Kh8 15. Nxd4 exd4 16. Ne4 Ne5 17. Bg5 Qd7 18. f4 Nxc4 19. Qxd4 Nb5 20. Nxb6 Qxd6 21. Rxe5 Raeh8 22. Raef1 Rxe5 23. Rxe5 Nd4 24. Re6 Qd7 25. Kh2 Kg8 26. Qe5 Qa4 27. Qxc7 Qxa2 28. Qe5 Qa4 29. d6 Qc2+ 30. Kg3 Qd1 31. Kh4 Qd2 32. f5 Qf2+ 33. Qg3 Qd4 34. Qe3 Qd5 35. Qd2 Qc6 36. Bxd2 Nb6 37. fxg6 fxg6 38. Qf5 Rd8 39. Bc3 Rb7 40. Kxg6 Kf8 41. Bd4 Nd5 42. Kf5 h6 43. h4 Nb4 44. h5 Nc6 45. Be3 Nd8 46. h6 Rf7+ 47. Ke4 g5 48. Rg6 Rh7 49. Bxv5 Nf7 50. Kd5 Kf7 51. Rf6+ 1-0

**151. У.Чесс - Дип Сот II**, 1995, чемпионат мира, Гонконг, 4-й тур  
1. e4 e5 2. c5 d5 3. exd5 Qxd5 4. d4 Nf6 5. Nf3 e6 6. Be2 Nc6 7. O-O cxd4 8. cxd4 Be7 9. Nc3 Qd5 10. Nb5 Qd8 11. Bf4 Nd5 12. Bg3 a6 13. Nc3 O-O 14. cxb3 Nf6 15. Rf1 b5 16. a3 Bb7 17. Qa2 Na5 18. b4 Rb8 19. Rac1 Nc6 20. Bf4 Re8 21. e5 dxe5 22. Nxd5 Nxd5 23. Qxd5 Qxd5 24. Rf5 Bxd4 25. axb4 Bxe2 26. Be3 Bg7 27. Rdf7 Ba8 28. Nd2 Nxb2 29. Kf1 R2xe3 30. fxg3 Bf4 31. Kf2 h6 32. Nf1 Nf4 33. Nd2 Bd5 34. Rf1 Be6 35. Ra7 Nd3+ 36. Ke2 Nc5 37. Rd5 Bb1 38. g4 Ra8 39. Rxa6+ Bxa8 40. Rd4 Kh1 41. Rd8 Bb7 42. Rd8 Bh1 43. R8f8 Ne6 44. a4 Bg2 45. Ke3 Bh5 46. Rc6 f5 47. Rxa6 Nc5 48. Rd6 Nxe4 49. Nxd4 fxg4 50. Kf2 Bg4 51. Rb6 Bf3 52. Rxb5 g5 53. Ke3 Kg7 54. Rb7+ Kf6 55. Rb6+ Kf7 56. Re6 h5 57. Rd6 h4 58. g4 Bxg4 59. Kxf4 Bf3 60. Rd3 Bg4 1/2-1/2

**152. Дип Сот II - Фриц**, 1995, чемпионат мира, Гонконг, 5-й тур  
1. e4 e5 2. Nf3 Nc6 3. d4 cxd4 4. Nxd4 Nf6 5. Nc3 e6 6. Nb5 b6 7. Bg5 a6 8. Na3 b5 9. Bxf6 gxf6 10. Nd5 f5 11. Bd3 Be6 12. Qh5 f4 13. O-O Rg8 14. Kh1 Rg6 15. Qd1 Rb8 16. c4 Qd4 17. g3 Nxd3 18. Qd2 f3 19. Qf1 Rh6 20. Qxh6 Qxh6 21. cxb5 Nxd5 22. exd5 Nb4 23. Bf5 Rc5 24. bxa6 Nxa6 25. Nc2 Qd2 26. Ne1 Rxd5 27. Nxf3 Qxf2 28. Be4 Ra5 29. Rg2 Qc3 30. Re1 Qh3 31. Bc6+ Kd8 32. a5 f3 33. Rc2 Rc4 34. Rxc5 Nxc5 35. Rf1 Be7 36. a4 f4 37. gxh4 Qxh4 38. Rg1 Nxa4 39. b4 Qxb4 1-0

**160. Дип Блю Джунор - Дип Бенджамин**, 1995, Нью-Йорк, игра 1  
1. d4 e6 2. e4 Nf6 3. Nc3 c6 4. f4 Qa5 5. Bf3 e5 6. dxe5 dxe5 7. f5 b5 8. Bg5 Nbd7 9. a3 Nc5 10. b4 Nxd3 11. cxd3 Qb6 12. Bxf6 gxf6 13. Nf3 Bb7 14. Qd2 c5 15. Rb1 axb4 16. axb4 Rb8 17. Nd1 Rb8 18. Nf2 h5 19. Qe2 a5 20. bxa5 Qxa5+ 21. Qd2 Qb6 22. Qb2 Ba6 23. O-O Bc5 24. Qc2 b4 25. Ne1 Rb8 26. Rb3 Ke7 27. Kh1 Rh8 28. Qc2 Ra8 29. Qe2 Bb5 30. Nd1 f4 31. Nc2 Ba4 32. Rb1 Bxc2 33. Nc2 Bxb1 34. Nd5+ Ke8 35. Nxb6 Bxe6 36. Rxb1 Bd4 37. g3 h3 38. Qd1 Ra2 39. Qh5 Rcc4 40. Qxh3 b3 41. Qh7 Ke7 42. Qh8 b2 43. Qh8 Ra1 44. Qb4+ Rc5 0-1

**160. Дип Бенджамин - Дип Блю Джунор**, 1995, Нью-Йорк, игра 2  
1. Nf3 d5 2. g3 g6 3. Bg2 Bg7 4. O-O e5 5. d3 Ne7 6. e4 O-O 7. Re1 dxe4 8. dxe4 Nbc6 9. c3 Qxd1 10. Rxd1 f5 11. Na3 h6 12. exf5 Bxf5 13. Re1 Bd3 14. Nd2 b6 15. Nac4 Rad8 16. Ne3 Rf7 17. Ne4 a5 18. b3 Na7 19. a4 Nf5 20. Ra2 Rf7 21. Rd2 Nxe3 22. fe3 Bb1 23. Red1 Rxd2 24. Rxd2 Rxd2 25. Ncd2 Bc2 26. Bde4 Bxd4 27. Nxe4 Kf7 28. Kf2 Nc8 29. Ke2 Ke6 30. g4 Bf6 31. Kd3 Be7 32. Kc4 e3 33. Kd3 h5 34. h3 hxg4 35. hxg4 Nd6 36. Nxd6 Kxd6 37. Bd2 Bf4 38. e4 Bf2 39. Kc4 Kc7 40. b4 Bg3 41. Bg5 Bf4 42. Bf4 Kc8 43. Bf2 Kc7 44. bxa5 bxa5 45. Kd3 Bf6 46. c4 Bf4 47. e5 Kf7 48. Be1 Ka6 49. Bc3 Bh2 50. Ke2 Bg1 51. Bxe5 Bxc5 52. Bc3 Bb6 53. Kd3 Kb7 54. Bd4 Bb8 55. Kc4 Kc8 56. Kc5 Kc7 57. Be5+ Kd7 58. Bf4 Be7+ 59. Kb6 Bf4 60. Ka6 c5 61. Kb5 Ba3 62. Bg3 Bb4 63. Bb8 Ba3 64. Ba7 c4 65. Kxc4 Kc6 66. Bd4 Be7 67. Bc3 Bb8 68. e5 Bb6 69. e6 Bd8 70. Bd2 Bc7 71. e7 Kd7 72. Kb5 Bd6 73. Kxb5 Bex7 74. Kxb6 Kc8 75. Kc6 Bb6 76. Be3 Bc3 77. Bb6 Be1 78. a5 Kb8 79. b6 Ka8 80. Kd6 1-0

**163. Дип Сот II - Зарков**, 1994, АСМ, Кейп-Мей, 1-й тур  
1. e4 e5 2. f4 exf4 3. Nf3 g5 4. h4 g4 5. Ne5 Nf6 6. d4 b6 7. Nd3 Nxe4 8. Bxf4 Bg7 9. c3 O-O 10. Nd2 Re8 11. Nxe4 Rxe4+ 12. Be2 Qe8 13. Qd2 h5 14. Re1 c5 15. dxc5 dxc5 16. g3 Na6 17. Bf1 Bf5 18. Qb3 Qc6 19. Rxe4 Bxe4 20. Nf2 Rb8+ 21. Ke1 Bd5 22. Qb5 Qe6+ 23. Qe2 Qd7 24. Rd1 Re8 25. Ne4 Qa4 26. Rxd5 Rxe4 27. Rd8+ Kh7 28. Bc3 Bh6 29. b3 Qc6 30. Bg2 Rxe3 31. Bxc6 bxc6 32. Rf7 c4 33. b4 Kf7 34. Kf2 Rxe2+ 35. Kxe2 c5 36. b5 Nf4 37. cxd4 cxd4 38. Rxa7 b3 39. axb3 cxb3 40. Ra3 Kg6 41. b6 1-0

**164. Стар Сократес - Дип Сот II**, 1994, АСМ, Кейп-Мей, 4-й тур  
1. e4 e5 2. Nc3 Nc6 3. Nge2 Nf6 4. d4 cxd4 5. Nxd4 d6 6. Bg5 e6 7. Qd2 a6 8. O-O O-O 9. Bf4 Bd7 10. Nxc6 Bxc6 11. f3 d5 12. Qf1 Bb4 13. d5 Qd4 14. Bd2 O-O 15. exd5 exd5 16. Bd3 Re7 17. Qh4 d4 18. Na2 Bxd2+ 19. Rxd2 a5 20. Bc4 b5 21. Rxd4 Qe7 22. Bf1 Qe3+ 23. Rzd2 b4 24. Qd4 bxa3 25. Qxe3 axb2+ 26. Kxb2 Rxe3 27. Rb6 Rb6+ 28. Kc1 Ra3 29. Rxc6 Rxa2 30. g3 Ra1+ 31. Kd2 a4 32. Bg2 Rb3 33. Ke2 Rxf1 34. Bxf1 Ra8 35. Rb6 Nd5 36. Rd6 Nc3+ 37. Kd3 a3 38. Kxc3 a2 39. Rd1 a1=Q 40. Rxa1 Rxa1 41. Bg2 Rg1 42. Bh3 Rh1 43. Bc8 Rxb2 44. g4 Rf2 45. Bb7 g6 46. Kd3 h5 47. gnh5 gnh5 48. Be4 h4 49. Ke3 Rg2 50. Bf5 Rg5 51. Bh3 Rg3 52. Bf1 h3 53. Kf2 h2 54. Bg2 Rg7 55. f4 f5 56. Kf3 Kf7 57. Kf2 Rg4 58. Kf3 Ke7 59. Kf2 Rg8 60. Kf1 Kd6 61. Kf2 0-1

**202. Дип Блю Джунор - Парри Кристенсен**, 1997, Нью-Йорк, игра 1  
1. e4 e6 2. d4 d5 3. Nf2 Nf6 4. e5 Nf7 5. c5 c6 6. Bd3 b6 7. Ne2 Be6 8. Bxb6 Nxb6 9. O-O b5 10. f4 g6 11. exd5 Naxc5 12. Nb3 Rb8 13. f5 gxf5 14. Bf4 Ne4 15. Ng3 Naxg3 16. Bxg3 Bg7 17. Qd4 Qb6 18. Raef1 O-O 19. Qxb6 Nxb6 20. Nd4 a6 21. Bf4 Na2 22. Re2 h6 23. Rf3 Kh7 24. h3 Nc5 25. g4 hxg4 26. hxg4 Ne4 27. Rf2 Kf6 28. Nf5 exf5 29. gxf5+ Kh7 30. f6 Rg8 31. hxg7 Rg7+ 32. Kf1 Rb3 33. Rf3h3 Rg6 34. Ke2 Nc5 35. Ke3 a5 36. Rh5 Kf7 37. Rd2 b4 38. cxb4 axb4 39. Rxd5 Nc6 40. Rf5 b3 41. axb3 Rb6 42. b4 Rxb4 43. Rd7 Rb3+ 44. Kf2 Rb2+ 45. Kc3 Rb3+ 46. Kf2 Rb2+ 1/2-1/2

**202. Парри Кристенсен - Дип Блю Джунор**, 1997, Нью-Йорк, игра 2  
1. Nf3 Nf6 2. c4 g6 3. g3 Bg7 4. Bg2 O-O 5. O-O c6 6. d4 d5 7. exd5 cxd5 8. Ne5 Bf5 9. Nc3 Ne4 10. Qb3 Nc6 11. Be3 Nxc3 12. bxc3 e6 13. Nxc6 bxc6 14. Rac1 Qa5 15. Bf4 Rf6 16. Bb6 Rad7 17. Qa3 Qxa3 18. Bxa5 e5 19. e3 Rb8 20. Rf1f1 Rb7 21. Rd2 Re8 22. h3 Rb1 23. Nxb1 Kf1 24. Kf2 h5 25. Kf2 h5 26. Rb2 Rb2 26. Bxb2 Bb1 27. a3 e4 28. g4 h4 29. Bf1 Kf8 30. a4 Kf1 31. Kf1 Ke6 32. Ba3 a5 33. c4 Bf6 34. Kc5 Bf5 35. cxd5+ Kxd5 36. Bb6 Kf7 37. Bb6 Bxa4 38. Bb7 Bb5 39. Ba3 g5 40. Qf2 Qa4 41. Be8 f6 42. Bf7+ Kc3 43. Be8 Kf3 44. Bc5 a4 45. f3 exf3+ 46. Kf3 a3 47. Bf7+ Kb2 48. d5 Bc4 49. Bd4+ Bc3 50. e4 a2 51. Bf5 a2 52. Bg8 Bc3 0-1

**202. Майк Роде - Дип Блю Джунор**, 1997, Нью-Йорк, игра 1  
1. Nf3 d5 2. c4 cxd4 3. Nc3 c5 4. Nxc4 Nc6 5. g3 f6 6. Bg2 e5 7. O-O Be6 8. b3 Nh6 9. Bb2 Be7 10. ex Nf5 11. d4 cxd4 12. exd4 Nf4 13. Nf4 exd4 14. Re1 Kf7 15. Bxc6 bxc6 16. Bxd4 Qd5 17. Ne3 Qb5 18. a4 Qa5 19. Qc2 c5 20. Bc3 Qa6 21. Nf5 Ra8 22. Re3 Bb8 23. Raef1 Bd7 24. Rxe8 Rxe8 25. Rxe8 Bxe8 26. Qd1 Qe6 27. Nd6+ Ke7 28. Nxe8 Kxe8 29. Qh5+ Qf7 30. Qe5 Qxb3 31. Qc6+ Kf7 32. a5 a6 33. Qd7+ Be7 34. Bd4 Qe6 35. Qa4 Qe4+ 36. Kf2 Qe4+ 37. Kf1 h5 38. f4 Kf8 39. Qd7 Qe4+ 40. Kh2 Qxa5 41. Qc8+ Qd8 42. Qa4 Qd6 43. Be3 a5 44. Kg2 Qd7 45. Kh2 a4 46. Be3 a4 47. Bxe7+ Qxe7 48. Qa6 g6 49. Qa5 Kf7 50. Kf1 f5 51. Qd2 Qd6 52. Kf1 Kf8 53. Kg2 Ke7 54. Kf1 Kf7 55. Kg2 Ke6 56. Kf1 Qe7 57. Kf1 Kf6 58. Kf1 Kf7 59. Kf1 Kh7 60. Kf1 Kh8 61. Kf1 Qd6 62. Kg2 Kf8 63. Kf1 Qe7 64. Kf1 Kf7 65. Kf1 Qd6 66. Kf2 Kf8 67. Kf1 Kf8 68. Kg2 Kf7 69. Kf1 Qf6 70. Qa7 Kh7 71. Qa5 f4 72. gxh4 Qe7 73. Kf1 Qd6 74. Kf2 Qd6 75. Kg3 Qd3+ 76. f3 Qd6 77. Qa4 Qe7 78. Qa5 Kg7 79. Qc3+ Kg8 1/2-1/2

**202. Дип Блю Джунор - Майк Роде**, 1997, Нью-Йорк, игра 2  
1. e4 e6 2. d4 d5 3. Nf2 Be7 4. Ng3 Nf6 5. e5 Nf7 6. Bc3 c5 7. c3 Nc6 8. O-O Qb6 9. dxc5 Nxc5 10. Be2 Qf7 11. Re1 b6 12. Nb3 Bb7 13. Nf4 a6 14. Nxc6 Bxc6 15. Qg4 O-O 16. Nd4 h5 17. Qf3 Be8 18. b4 Nd7 19. Qg3 g6 20. h4 Nb8 21. a4 Nb6 22. Bb3 Nxd4 23. cxd4 Bxd4 24. Bxa6+ Kb8 25. Re3 Ka7 26. Bb3 Ba5 27. Qd3 Bb6 28. Bg5 Rb8 29. Rb2 Qd3 30. Rc2 Rh8 31. Bxc8 Rxc8 32. Bd2 1-0

Книга переводилась автоматическим переводчиком, с последующей корректировкой текста вручную.  
При переводе использовались:

Основной перевод – переводчик Google  
Контрольный перевод – переводчик Promt, переводчик Yandex  
Сравнительный перевод – ImTranslator, Перевод слов и словосочетаний – словарь Abbyy Lingvo, словарь eDictionary V Novick, словарь Мультитран, словарь TranslateIt.  
Тематические словари – Гуревича (шахматы), Минзиной (ПК), Фразеологизмы – Thefreedictionary.com  
Также использовались – Википедия, Google и др.  
Фотографии – Computer History Museum, Schachcomputer.info и др.  
1 2 3 4 5 6  
Диаграммы – шахматная оболочка Fritz 12.  
Техническая информация – Chess Programming Wiki, Chessgames.com, книги, периодические издания и др.

2011-2014, 2017 гг.

v0.91

A D V A N C E P R A I S E F O R

# BEHIND DEEP BLUE

"Feng-hsiung Hsu, who masterminded Kasparov's match play defeat by a computer, tells his story. A nerdy book might be expected, delving into arcane topics (computer chip design, programming, chess), but instead we have something more like 'Indiana Jones and the Holy Grail.' No specialist knowledge is demanded. The author's adventures with phantom queens, etc. are fascinating. His will-to-win matched that of the legendary Kasparov."

—Ken Whyld, Editor of the *Oxford Companion to Chess*

"I don't play chess; never have. Most research, as Edison said, is 90% perspiration and 10% inspiration—not exciting to watch. Thus, I did not have high hopes for *Behind Deep Blue*. Wrong! It's a page-turner! Even if you don't follow the technical details of chip design or chess, Hsu has captured the very human dimension exquisitely! It's a great story!"

—William A. Wulf, President of the National Academy of Engineering,  
AT&T Professor of Computer Science, *University of Virginia*

PRINCETON UNIVERSITY PRESS

ISBN: 0-691-09065-3



9 780691 090658