

1983

## Размышления об исследованиях в области программного обеспечения

*Дэнис М. Ритчи*

AT&T Bell Laboratories

Премия Тьюринга 1983 г. была вручена в октябре на ежегодной конференции АСМ Дэнису М. Ритчи и Кену Томпсону из AT&T Bell Laboratories за разработку и реализацию операционной системы UNIX.

Система разделения времени UNIX была задумана Томпсоном и реализована им совместно с Ритчи в конце 60-х годов. Ключевым вкладом в переносимость системы UNIX был созданный Ритчи язык программирования Си.

Их отправная статья «Система разделения времени UNIX» была первоначально представлена на Четвертом симпозиуме АСМ по принципам операционных систем в 1973 г., а затем в пересмотренном виде появилась в выпуске «Communications of the ACM» за июль 1974 г. Эта статья получила приз АСМ за лучшую работу по языкам программирования и системам в 1974 г.

Как сказано в решении Комитета по премиям Тьюринга, «Успех системы проистекает из тщательного выбора нескольких ключевых идей и элегантной их реализации. Пример системы UNIX привел поколение разработчиков программного обеспечения к переосмыслению основ программирования. Основной принцип системы UNIX заключен в ее подходе, который позволяет программистам опираться на работу других».

Эта премия — высочайшее признание Ассоциацией научного вклада в области информатики. Она учреждена в честь Алана М. Тьюринга — английского математика, внесшего значительный вклад в информатику.

Ритчи и Томпсон на конференции прочитали отдельные лекции. Ритчи сфокусировал внимание на рабочей атмосфере в фирме Bell Laboratories, сделавшей возможной создание UNIX. Томпсон рассмотрел вопрос о том, насколько можно доверять программному обеспечению и насколько — людям, создающим его.

Статья Томпсона начинается на с. 203.

Могут ли обстоятельства, сложившиеся в Bell Laboratories, благодаря которым вырос проект UNIX, повториться опять?

Операционная система UNIX внезапно стала новостью, хотя она и не нова. Она зародилась в 1969 г., когда Кен Томпсон открыл для себя малоиспользуемую машину PDP-7 и решил оснастить ее программной средой на свой вкус. Его работа скоро привлекла и меня. Я присоединился к этому предприятию, хотя многие идеи и основная часть работы по их воплощению принадлежали ему. Вскоре эту систему стали использовать наши коллеги по исследовательской группе в AT&T Bell Laboratories. С особым энтузиазмом критиковали и дорабатывали систему Джо Осана, Дуг Макилрой и Бол Морис. В 1971 г. мы получили PDP-11 и к концу этого года обеспечивали работу наших первых настоящих пользователей — трех машинисток, вводящих заявки на патенты. В 1973 г. система была переписана на языке Си. В этом же году она была впервые обнародована на Конференции по принципам операционных систем; итоговая статья [8] появилась в Communications of the ACM в следующем году.

С тех пор использование системы постоянно росло как внутри, так и вне Bell Laboratories. Была создана группа разработчиков для поддержки проекта внутри компании и выдано несколько лицензий на разработку экспериментальных версий вне компании.

Последней поставляемой экспериментальной версией была седьмая редакция системы, появившаяся в 1979 г. Позднее AT&T стала продавать System III, а в настоящее время предлагает System V; обе системы — продукт группы разработчиков. Все исследовательские версии поставлялись «как есть», без сопровождения. System V — сопровождаемый продукт для нескольких различных линий машин, в том числе с недавнего времени для машин ряда 3B, спроектированных и созданных в AT&T.

Система UNIX широко используется, и сейчас даже идет речь о возможном промышленном стандарте. Как она достигла такого успеха?

Конечно, UNIX имеет свои технические достоинства. Так как система и ее история были широко описаны в литературе [6, 7, 11], я не буду говорить об этих ее достоинствах, кроме одного: несмотря на свою внешнюю шероховатость, так красочно расписанную Доном Норманом в его статье в Datamation [4], и несмотря на свое богатство, UNIX — простая и последовательная система, в которой небольшое количество понятий и идей было доведено до логического завершения. Именно это качество более, чем все прочие, привлекало к ней множество сторонников.

Помимо технической стороны дела успеху UNIX способствовали некоторые социологические факторы. Во-первых, она

появилась в то время, когда стали доступны другие возможности, кроме больших вычислительных центров с центральным администрированием: 1970-е годы были десятилетием мини-компьютеров. Небольшие группы могли устанавливать свои собственные вычислительные средства. Поскольку они начинали все заново и поскольку программное обеспечение, поставляемое производителями мини-компьютеров, было в лучшем случае бездейным, а часто отвратительным, некоторые рискованные люди решили попробовать использовать новую заманчивую, хотя и не поддерживаемую операционную систему.

Во-вторых, UNIX сначала стала доступна на PDP-11, одной из наиболее успешных новых мини-ЭВМ, появившихся в 1970-х годах, и вскоре благодаря своей мобильности была перенесена на многие новые машины по мере появления последних. В то время, когда создавалась система UNIX, мы усиленно настаивали на покупке новой машины — либо PDP-10 фирмы DEC, либо Sigma 7 фирмы SDS (позднее XEROX). В ретроспективе ясно, что если бы мы преуспели в покупке такой машины, система UNIX все же могла бы быть написана, но обречена на увядание. Аналогично UNIX многим обязана системе Multics [5]; как я уже писал [6, 7], она затмила свою предшественницу прежде всего потому, что не требовала необычного аппаратного обеспечения, а не из-за каких-либо других качеств.

Наконец, UNIX повезло в том, что она имела необычно длинный инкубационный период. Большую часть этого времени (скажем, 1969—1979 гг.) система находилась под полным контролем своих создателей и использовалась ими. Разработка всех идей и программирование требовали времени, но даже несмотря на то, что система все еще развивалась, она использовалась как внутри Bell Laboratories, так и вне (по лицензии). Таким образом, мы ухитрились держать под своим контролем основные идеи, в то же время накапливая общественную поддержку полных энтузиазма, технически компетентных пользователей, приносящих свои идеи и программы в спокойной, общительной обстановке, при отсутствии конкуренции. Некоторые внешние пользователи — например, из Калифорнийского университета в Беркли — внесли существенный вклад. Наши пользователи образовали хоть и тонкий, но широкий слой и в самой компании, в университетах, в некоторых коммерческих и правительственных организациях. Благодаря этой сети ранних пользователей система заняла важное место на интеллектуальном, если не на коммерческом рынке.

В чем состоят научные исследования в области промышленной информатики? Некоторые люди считают, что первоначально система UNIX разрабатывалась как нелегальный про-

ект, «халтурка». Это не так. От работников исследовательских отделов ожидается, что они открывают или изобретают новые вещи, и хотя на начальном этапе наше аппаратное обеспечение было скудным, нас всегда поддерживало руководство. В то же время это несомненно не имело ничего общего с обычным исследовательским проектом. Нашей целью было создание удобной вычислительной среды для себя, и мы надеялись, что она понравится другим. Научно-исследовательский центр по информатике в Bell Laboratories, которому принадлежим мы с Томпсоном, занимается тремя широкими темами: теория, численный анализ, системы, языки и программное обеспечение. Хотя самостоятельная научная работа, результатом которой является, например, статья в научном журнале, не только не встречает препятствий, но и приветствуется, имеется сильное, хотя и на удивление незаметное давление, заставляющее думать о задачах, каким-либо боком затрагивающих нашу корпорацию. Это было так с тех пор, как я поступил в Bell Laboratories примерно 15 лет назад, и это не должно удивлять: может показаться, что старая Bell System была протекционистской монополией, но исследования всегда должны были себя окупать. В действительности исследователи любят находить проблемы для исследования. Одно из преимуществ проведения научных исследований в большой компании — громадный диапазон встающих перед вами задач. Например, теоретики могут развивать теорию компиляции или алгоритмы для БИС, численные аналитики — изучать распределение заряда и тока в полупроводниках, а создатели программного обеспечения, конечно же, любят разрабатывать системы и писать программы для пользователей. Таким образом, исследования по информатике в Bell Laboratories всегда имели значительный практический выход, и ее сотрудники не боялись указов, велящих нам быть практиками.

Для некоторых из нас фактически главным камнем преткновения стала неспособность убедить других, что продукты наших исследований на самом деле могут принести пользу. Можно изобрести новое приложение, написать демонстрационную программу и внедрить ее в нашей собственной лаборатории. Многие такие начинания требуют дальнейшего развития и непрерывной поддержки, чтобы компания могла наилучшим образом использовать их. В прошлом они использовались исключительно внутри Bell System. Позднее появилась возможность разработки продукта для прямой продажи.

Например, несколько лет назад Майк Леск разработал автоматизированную телефонно-справочную систему [3]. Эта программа имела встроенный телефонный справочник Bell Laboratories и была подсоединена к синтезатору речи и анализатору

ру тона, подключенным к телефонной линии. Пользователь вызывал систему по телефону и набирал на клавиатуре телефона имя и код территории абонента; в ответ система произносила телефонный номер абонента и координаты его рабочего места (она не пыталась произносить имя). Несмотря на то что приходилось довольствоваться всего 12 кнопками (из-за чего, к примеру, «А», «В» и «С» склеивались вместе), система была достаточно точной: она давала примерно 5 процентов отказов. Эта программа имела большой успех в компании и широко использовалась. К несчастью, мы не смогли найти никого, кто бы взял ее под свою опеку, даже как сопровождаемую услугу внутри компании, хотя бы на общественных началах, и эта система слишком дорого нам обходилась и была поэтому в конце концов сдана в утиль. (Я выбрал этот пример не только потому, что он достаточно стар и никого сейчас не обидит, но и потому, что он своевременен: организация, издающая телефонную книгу компании, недавно запрашивала нас, нельзя ли восстановить данную систему.)

Конечно, не каждая идея заслуживает развития и поддержки. Как бы то ни было, мир меняется. За нашими идеями и советами охотятся гораздо более жадно, чем прежде. Этот рост влияния продолжался в течение нескольких лет, частично из-за успеха UNIX, а в последнее время — из-за драматического изменения структуры нашей компании.

Фирма AT&T предоставила самостоятельность своим операционным телефонным компаниям с начала 1984 г. Было высказано множество предположений по поводу того, как это отразится на фундаментальных исследованиях в Bell Laboratories. Типичен доклад в Science [2]. Одно из опасений, которое иногда высказывается, состоит в том, что фундаментальные исследования могут вообще зачахнуть, так как они будут приносить мало краткосрочных выгод для новой, меньшей AT&T. Официальная позиция компании — успокоение. Более того, научное руководство в Bell Laboratories, кажется, глубоко верит и убедительно аргументирует, что обязательство поддерживать фундаментальные исследования дано всерьез и надолго [1].

За фундаментальные исследования по физике, химии и математике в Bell Laboratories можно на самом деле не опасаться; тем не менее может возникнуть опасность, что они окажутся ненужными для целей компании, и надо быть готовыми доказывать обратное. Исследования по информатике отличаются от этих более традиционных дисциплин. С философской точки зрения отличие от физики состоит в том, что информатика не пытается открывать, объяснять или использовать окружающий мир, а вместо этого изучает свойства машин, созданных человеком. В этом она аналогична математике, и в самом деле,

«научная» часть информатики большей частью носит по своему духу математический характер. Но неотъемлемый аспект информатики — создание компьютерных программ: объектов, которые, хотя и неосвязаемы, являются предметами торгового обмена.

Самую большую опасность для успешных исследований по информатике сегодня может представлять ее *чрезмерная* практическая значимость. Признаки всемирного увлечения компьютерами — всюду: от статей по финансовым вопросам и даже передовиц газет до трудностей, которые испытывают наиболее престижные университеты в поиске и удержании дарований в области информатики. Лучшие профессора вместо обучения первоклассных студентов вступают во вновь образуемые компании и часто обнаруживают, что наиболее одаренные студенты, которых они обучали, уже опередили их. Информатика — в центре внимания, особенно те ее аспекты, которые, как, например, системы, языки и архитектура машин, могут иметь непосредственное коммерческое применение. Это внимание льстит, но оно может идти в ущерб качеству исследовательской работы.

По мере того как интенсивность исследований в какой-либо конкретной области возрастает, растет и побуждение сохранять их результаты в тайне. Это верно даже в университетах (хорошо известный пример — отчет Уотсона [12] о раскрытии структуры ДНК), хотя в академической науке есть сильное противодействие: без публикаций нет известности. В промышленной сфере защита информации, составляющей собственность, — естественный залог процветания. Исследователи понимают разумные ограничения на то, что и когда им публиковать, но многие из них будут раздражены и сбегут в другое место либо станут работать в менее деликатных областях, если им запретят подходящим образом обнародовать их открытия и изобретения. Научное руководство Bell Laboratories традиционно всегда поддерживало тщательный баланс между интересами компании и промышленным эквивалентом академической свободы. Вступление AT&T в сферу компьютерной промышленности испытывает на прочность этот баланс.

Другая опасность заключается в том, что того или иного рода коммерческое давление отвлечет внимание лучших умов от действительной новизны к эксплуатации текущих идей, от разведки новых областей к разработке старых жил. Это давление проявляется не только в утечке мозгов из науки в промышленность, но также и в консерватизме, который овладевает теми, кто получает хороший доход от вклада — интеллектуального или финансового — в данную разработку. Возможно, этот эффект объясняет, почему так мало интересных програм-

мных систем является продуктом больших компаний по производству компьютеров; эти компании замкнуты в своей оболочке. Даже IBM, которая поддерживает штат продуктивно работающих ученых с хорошей репутацией, в последние годы произвела немного такого, что вызвало хотя бы маленькую революцию в представлении людей о компьютерах. Кажется, что примеры реально используемых важных новых систем являются либо результатом самостоятельной инициативы (хороший пример — Visicalc), либо продуктов больших компаний типа Bell Laboratories, и особенно Хегох, которые были сильно связаны с компьютерами и могли позволить себе исследования по ним, но не считали их своим основным делом.

С другой стороны, в более мелких компаниях даже самая энергичная поддержка научных исследований сильно зависит от конъюнктуры рынка. Эту проблему отмечает The New York Times в статье, описывающей переход Алана Кая из Atari в Apple: «Господин Кай... сказал, что лаборатории Atari потеряли часть атмосферы новизны, которая некогда привлекла несколько выдающихся талантов в промышленность». «Когда в прошлом месяце я ушел оттуда, мне стало ясно, что они направят свои усилия на краткосрочные цели, — сказал он. — Я полагаю, что древо научных исследований должно время от времени удобряться кровью крохоборов» [9].

Частью потому, что они молоды и еще незрелы, а частью потому, что они — продукты интеллекта, искусство и наука программирования сокращают обычную для физики и техники цепочку от фундаментальных открытий через перспективные разработки к применению. Изобретатели новшества в программном обеспечении обычно встают перед необходимостью строить демонстрационные системы. Для больших систем и революционных идей требуется много времени: можно сказать, что система UNIX была написана в 70-е годы для того, чтобы выкристаллизовать лучшие идеи 60-х годов в области операционных систем, и стала банальностью в 80-е годы. Работы в Хегох PARC по персональным компьютерам, растровой графике и средам программирования [10] демонстрируют аналогичную прогрессию, начавшись и придя к осуществлению на несколько лет позже. Время и приверженность к долгосрочной ценности исследований требуются как со стороны исследователей, так и со стороны их руководства.

Bell Laboratories дала такие обязательства и даже больше: необыкновенное и уникально стимулирующее научно-исследовательское окружение для моих коллег и меня. На новом этапе, называемом в публикациях компании «новой конкурентной эрой», ее руководители и сотрудники хорошо сделают, если будут помнить, как и при каких обстоятельствах стала успеш-

ной система UNIX. Если мы сможем поддержать достаточную открытость для новых идей, достаточную свободу общения, достаточное терпение, чтобы позволить расцвести новому, то, возможно, будущий Кен Томпсон найдет малоиспользуемую машину CRAY/I и снарядит ее системой, такой же созидательной и такой же влиятельной, как UNIX.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bell Labs. New order augurs well. *Nature* 305, 5933 (Sept. 29, 1983).
2. Bell Labs on the brink. *Science* 221 (Sept. 23, 1983).
3. Lesk M. E. User-activated BTL directory assistance. Bell Laboratories internal memorandum (1972).
4. Norman D. A. The truth about UNIX. *Datamation* 27, 12 (1981).
5. Organick E. I. *The Multics System*. MIT Press, Cambridge, MA, 1972.
6. Ritchie D. M. UNIX time-sharing system: A retrospective. *Bell Syst. Tech. J.* 57, 6 (1978), 1947—1969.
7. Ritchie D. M. The evolution of the UNIX time-sharing system. In *Language Design and Programming Methodology*, Jeffrey M. Tobias, ed., Springer-Verlag, New York (1980).
8. Ritchie D. M. and Thompson, K. The Unix time-sharing system. *Commun. ACM* 17, 7 (July 1974), 365—375.
9. Sanger D. E. Key Atari scientist switchers to Apple. *The New York Times* 133, 46, 033 (May 3, 1984).
10. Thacker C. P. et al. Alto, a personal computer, Xerox PARC Technical Report CSL—79—11.
11. Thompson K. Unix time-sharing system: UNIX implementation. *Bell Syst. Tech. J.* 57, 6 (1978), 1931—1946.
12. Watson J. D. *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*. Atheneum Publishers, New York (1968).