

## Liệu chúng ta sẽ có máy tính lượng tử khi nào đó trong tương lai?

M.I. Dyakonov (Mátxcova, 2018)

**Mở đầu, bối cảnh lịch sử.** Ý tưởng tính toán lượng tử đầu tiên được phác họa khá mờ ảo bởi nhà toán học Nga Yuri Manin năm 1980. Năm 1981 Richard Feynman độc lập đề xuất cùng ý tưởng. Do số lượng trạng thái tăng theo hàm mũ, mô phỏng số học hệ thống lượng tử dù không quá lớn là điều không thể, Feynman đã nêu ý tưởng, rằng mô phỏng đó có thể hiệu quả, nếu chính máy tính sẽ hoạt động theo cơ chế lượng tử: “Tự nhiên không cổ điển, và nếu quý vị muốn mô phỏng tự nhiên thì quý vị cần làm điều đó bằng cơ học lượng tử, và, ôi trời, đây là vấn đề tuyệt vời, bởi vì hoàn thành nó không hề dễ”. David Deutsch năm 1985 đã mô tả hình thức máy tính lượng tử tổng quát như mô hình lượng tử tương đương với máy Turing tổng quát.

Ý tưởng máy tính lượng tử không thu hút nhiều sự chú ý, trước khi Peter Shor đề xuất giải thuật cho máy tính lượng tử lý tưởng năm 1994, cho phép phân tích ra thừa số nguyên tố những số rất lớn nhanh hơn nhiều, so với máy tính thường.<sup>1</sup> Kết quả lý thuyết vượt trội này làm bùng nổ mối quan tâm đối với ý tưởng tính toán lượng tử và đã khơi nguồn cho nhiều nghìn báo cáo khoa học, chủ yếu là lý thuyết, những báo cáo vẫn tiếp tục được công bố với tốc độ ngày càng cao.

Trong quãng 20 năm gần đây khó có thể tìm thấy tạp chí khoa học thường thức hay thậm chí tạp chí vật lý uy tín nào không nhắc đến vấn đề tính toán lượng tử. Các trung tâm tin học lượng tử được mở trên khắp thế giới, và trong tương lai rất gần vương quốc Bhutan hạnh phúc trên dãy Himalaya sẽ là quốc gia duy nhất thiếu vắng trung tâm tương tự. Tiền được phân phát hào phóng để phát

---

<sup>1</sup> Mối quan tâm sâu sắc với phân tích nhanh số lớn liên quan đến vấn đề đoán các số phức tạp. Triền vọng chế tạo máy tính lượng tử đặt cơ sở của mật mã cổ điển trước mỗi đe dọa, nguyên nhân, dẫn đến sự bùng nổ các công trình về mật mã lượng tử, nằm ngoài tầm với của máy tính lượng tử mạnh mẽ được kỳ vọng. — Chú giải của biên tập viên

triển xu hướng này, các nhà khoa học năng động và nhà báo mở ra tương lai chói sáng trước cộng đồng. Nhiều nhà nghiên cứu nêu điều kiện tiên quyết đối với bất kỳ nghiên cứu nào của họ là những cái có liên quan tới vấn đề máy tính lượng tử. Các nhà toán học máy tính chứng minh và công bố các định lý mới, liên quan đến máy tính lượng tử với tốc độ 1 bài mỗi ngày. Các đề xuất thực thể vật lý khác nhau, những cái có thể được sử dụng để biểu diễn bit lượng tử, hoặc qubit, được công bố với số lượng rất lớn. Google đưa ra hàng trăm ngàn liên kết cho truy vấn “quantum computing” và gần 70 ngàn liên kết cho truy vấn “quantum computing with”. Tạo ra ấn tượng, rằng máy tính lượng tử đang khởi đầu cho cuộc cách mạng công nghệ mới của thế kỷ XXI.

Khi nào chúng ta nhận được máy tính lượng tử có khả năng phục vụ công việc? Những chuyên gia vốn dĩ lạc quan nhất nói: “Sau 10 năm”. Những chuyên gia khác dự đoán 20 hoặc 30 năm (đáng lưu ý rằng, những tiên đoán này được giữ nguyên trong suốt 20 năm qua!), còn những người thận trọng nhất nói: “Không trong đời tôi”. Tác giả thuộc nhóm rất nhỏ, gồm những người trả lời: “Không có trong bất kỳ khoảng tương lai có thể tiên đoán nào”, và quan điểm này được làm rõ bên dưới.

**Ý tưởng tính toán lượng tử** hướng tới lưu trữ và xử lý thông tin theo cách, khác biệt bản chất so với cách được sử dụng trong máy tính thường (cổ điển), hoạt động với dàn hợp xướng từ công tắc bóng bán dẫn siêu nhỏ chuyển giữa các trạng thái “bật” — “tắt”.

Ở mỗi thời điểm cụ thể trạng thái máy tính *cổ điển* được mô tả bằng dãy ( $\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\downarrow\dots$ ), trong đó các ký tự  $\uparrow$  và  $\downarrow$  biểu diễn các *bit* thông tin, có thể được triển khai vật lý như các trạng thái mở và đóng của các bóng bán dẫn đã cho. Đối với  $N$  bóng bán dẫn tồn tại  $2^N$  trạng thái khác nhau của máy tính. Tiến trình tính toán cơ bản là chuỗi các bước chuyển trạng thái của 1 nhóm bóng bán dẫn giữa các trạng thái  $\uparrow$  và  $\downarrow$  của chúng, theo chương trình được cho.

Trong máy tính *lượng tử* phần tử *cổ điển* với 2 trạng thái được thay thế bằng phần tử *lượng tử* với 2 trạng thái cơ sở, được gọi là

qubit. Thực thể đơn giản nhất thuộc loại này là quán tính góc riêng của electron - *spin*, với tính chất lượng tử đáng kinh ngạc với hình chiếu *trên trục bất kỳ* chỉ có hai khả năng:  $+1/2$  và  $-1/2$  (theo đơn vị hằng số Planck). Đối với trục được chọn bất kỳ chúng ta lại có 2 trạng thái lượng tử cơ bản của spin  $\uparrow$  và  $\downarrow$ .

Tuy nhiên trạng thái *tự do* của spin được mô tả bằng hàm sóng  $\psi = a\uparrow + b\downarrow$ , trong đó  $a$  và  $b$  — các số phức thỏa mãn điều kiện chuẩn hóa  $|a|^2 + |b|^2 = 1$ , bởi vì  $|a|^2$  và  $|b|^2$  tương ứng là *các xác suất* spin nằm trong các trạng thái  $\uparrow$  và  $\downarrow$ .

Khác với *bit* cổ điển, chỉ nhận 1 trong 2 trạng thái  $\uparrow$  và  $\downarrow$ , *qubit* có dải trạng thái tiềm năng, được xác định bởi các biên độ lượng tử  $a$  và  $b$ .

Tính chất này thường được mô tả bằng những tuyên bố có phần huyền bí và kinh hãi, rằng qubit có thể tồn tại *đồng thời* ở 2 trạng thái  $\uparrow$  và  $\downarrow$ . (Điều này tương tự khẳng định vectơ trong mặt phẳng  $xy$ , tạo với trục  $x$  góc nghiêng  $45^\circ$ , đồng thời chỉ theo cả 2 hướng  $x$  và  $y$ , — đứng ở vài khía cạnh, nhưng không quá ý nghĩa).

Hai qubit có  $2^2 = 4$  trạng thái cơ sở:  $(\uparrow\uparrow)$ ,  $(\uparrow\downarrow)$ ,  $(\downarrow\uparrow)$  và  $(\downarrow\downarrow)$ . Tương ứng chúng được mô tả bằng *hàm sóng*  $\psi = a(\uparrow\uparrow) + b(\uparrow\downarrow) + c(\downarrow\uparrow) + d(\downarrow\downarrow)$  với 4 biên độ phức  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , và  $d$ . Trong trường hợp tổng quát với  $N$  qubit trạng thái hệ thống được mô tả bằng  $2^N$  biên độ phức, chỉ bị giới hạn bởi điều kiện chuẩn hóa.

Trong khi trạng thái máy tính cổ điển với  $N$  bit ở mỗi thời điểm cụ thể trùng với một trong  $2^N$  trạng thái rời rạc hợp lệ của nó, trạng thái máy tính lượng tử với  $N$  qubit được mô tả bằng  $2^N$  biến liên tục — các biên độ lượng tử.

Xử lý thông tin được đề xuất nhờ ứng dụng các biến đổi tuyến tính<sup>2</sup> (cổng lượng tử — chuyển trạng thái lượng tử), những cái thay đổi các biên độ  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ... này chính xác và có kiểm soát.

<sup>2</sup> Chúng thay đổi hướng vectơ trạng thái lượng tử trong không gian Hilbert trong khi giữ nguyên đại lượng tuyệt đối của nó.

Số lượng qubit, tiên quyết để chế tạo cỗ máy hữu ích (tức là, cái có khả năng cạnh tranh với máy tính cá nhân của quý vị trong giải quyết một số vấn đề chuyên dụng, như ví dụ, phân tích số rất lớn thành tích các thừa số nguyên tố bằng giải thuật Shor), được ước lượng trong khoảng  $10^3-10^5$ . Như vậy, số lượng biến liên tục, mô tả trạng thái máy tính ở mỗi thời điểm cụ thể được ước lượng bằng số, theo cận nhỏ hơn,  $2^{1000}$  ( $\sim 10^{300}$ ), con số lớn hơn rất, rất nhiều số lượng hạt trong toàn Vũ Trụ (chúng, tổng cộng chỉ, ở mức  $10^{80}$ )!

Trong tình thế này kỹ sư bình thường hoặc người thực nghiệm sẽ mất cảm hứng. Các lỗi có thể xảy ra trong máy tính cổ điển do lỗi chuyển 1 hoặc nhiều bóng bán dẫn từ trạng thái đóng sang trạng thái mở, hoặc ngược lại. Những lỗi như vậy, tất nhiên, rất không mong đợi, nhưng chúng có thể được loại bỏ bằng cách tương đối đơn giản - *nhân bản*.

So với vấn đề này của máy tính cổ điển, giải quyết bài toán vô vọng điều khiển  $10^{300}$  *tham số liên tục* là điều tuyệt đối không tưởng<sup>3</sup>.

Tuy nhiên những nhà nghiên cứu lý thuyết máy tính lượng tử (MTLT) đã kịp tạo ra niềm tin chung vào khả năng triển khai tính toán lượng tử quy mô lớn, dựa trên “định lý ngưỡng” lầy lừng: Nếu lỗi trên qubit — khi chuyển trạng thái không vượt qua giá trị ngưỡng nào đó được cho, thì tính toán lượng tử dài vô hạn trở nên khả thi — bằng cái giá gia tăng đáng kể số lượng qubit được sử dụng

<sup>3</sup> *Chú giải của biên tập viên (E.B. Aleksandrov)*. Đầu những năm 80 của thế kỷ trước, tức là, khoảng 35 năm trước, tôi được mời tham gia 1 trong những cuộc họp đầu tiên về vấn đề máy tính lượng tử (MTLT) ở trung tâm tính toán Viện Hàn Lâm Khoa Học Liên Xô. Được mời với tư cách nhà thực nghiệm vật lý, được biết đến với những màn trình diễn đầu tiên của bản thân về thể hiện thực của các trạng thái hỗn hợp, tức là, qubit. Đối với câu hỏi của những nhà tư tưởng MTLT về độ chính xác của phép đo hình chiếu cơ sở của các qubit của tôi, tôi đã tự hào trả lời, rằng độ chính xác có thể đạt tới 1 phần triệu, điều đó đã làm thất vọng sâu sắc những người đặt câu hỏi. Đối với câu hỏi của tôi, "vậy cần bao nhiêu?", tôi nhận được câu trả lời, rằng nó phụ thuộc vào bài toán. "Nhưng, nếu cần, ví dụ, phân tích số với 20 chữ số thập phân, thì độ chính xác phép đo thành phần qubit cần có cùng mức". Từ đó tôi mất hứng thú với chủ đề MTLT. Tôi nhận thấy hơn nữa, rằng độ chính xác phép đo phần rất lớn các đại lượng vật lý không vượt quá 8-9 chữ số thập phân và chỉ trong bài toán đặc biệt, phép đo tần số ngày nay đạt tới mười lăm chữ số. (Trong đó độ chính xác này được thực hiện trong thời gian đo mức giây, vì vậy không cần mơ ước về tốc độ xử lý cao).

(qubit lô-gic được triển khai bằng nhiều qubit vật lý). Nhưng cũng may, số lượng qubit chỉ tăng tuyến tính theo mức tăng quy mô tính toán, vì vậy số lượng qubit cần thiết nói chung chỉ phải tăng từ  $N = 10^3$  tới  $N = 10^6-10^9$  (tất nhiên, cùng với việc tăng con số khủng khiếp tương ứng  $2^N$  tham số liên tục, đặc trưng cho trạng thái toàn bộ cỗ máy lượng tử!).

(Liên quan tới điều này Leonid Levin, giáo sư toán học ở đại học Boston, đã nhận xét tinh tế như sau: “Có những thực nghiệm nào giá như có thể chứng minh rằng, MTLT nằm trong trạng thái được cho với độ chính xác như yêu cầu? Tôi sẵn sàng đề nghị tài nguyên của cả Vũ Trụ, nhưng không nhiều hơn!”).

**Lộ trình của hội đồng chuyên gia ARDA.** Mười sáu năm trước, năm 2002, theo nhiệm vụ của cơ quan quốc gia Mỹ Advanced Research and Development Activity (ARDA)<sup>4</sup> đội chuyên gia hàng đầu trong lĩnh vực tính toán lượng tử đã biên soạn “lộ trình” như sau (được cập nhật năm 2004), nhấn mạnh các mục tiêu cho 5 và 10 năm.<sup>5</sup>

**“Tới năm 2007 :**

- *mã hóa trạng thái qubit lô-gic bằng vài qubit vật lý;*
- *thực hiện nhiều lượt hiệu chỉnh trạng thái qubit lô-gic;*
- *chuyển trạng thái qubit lô-gic sang hệ thống các qubit vật lý khác với độ tin cậy cao.*

---

<sup>4</sup> Sau đó đổi tên thành Disruptive Technology Office (DTO) và năm 2007 sáp nhập vào cơ quan nghiên cứu công nghệ cao trong lĩnh vực trinh sát (IARPA, Intelligence Advanced Research Projects Activity.) — Chú giải của biên tập viên.

<sup>5</sup> Tiếp đến trích dẫn theo tài liệu năm 2004 ([http://qist.lanl.gov/pdfs/qc\\_roadmap.pdf](http://qist.lanl.gov/pdfs/qc_roadmap.pdf)), làm nổi bằng chữ đậm — chúng ta.

### **Tới năm 2012 phát triển mã liên kết<sup>6</sup> hiệu chỉnh lỗi lượng tử”.**

Mục tiêu năm 2007 đề xuất triển khai “khoảng 10 qubit vật lý và các thao tác lô-gic và tập hợp giữa chúng”, trong khi đó bài toán cho năm 2012 là triển khai “khoảng 50 qubit vật lý cùng khả năng đảm bảo hoạt động của tập qubit lô-gic với đầy đủ thao tác, những cái cần thiết để giải phóng khỏi lỗi MTLT với mục đích thực hiện ví dụ thuật toán lượng tử đơn giản”.

Trong khi đó, đánh giá theo chiều hướng tích cực có thể coi 2 mục tiêu đầu tiên của năm 2007 đến thời điểm hiện nay đã đạt được một phần, kỳ vọng của mục tiêu thứ 3 của năm 2007, và hơn nữa, các mục tiêu của năm 2012, đã *chắc chắn thất bại*. Nhiều tiên đoán khác trong “lộ trình” cũng đã có cùng tình trạng:

*“Khi máy tính lượng tử quy mô lớn sẽ được chế tạo trong vòng 5 hoặc 10 năm gần nhất, mô phỏng lượng tử, khả năng cao, trở thành lĩnh vực ứng dụng MTLT, lĩnh vực có thể trình diễn các ưu điểm vượt trội so với tính toán cổ điển”.*

**Các nghiên cứu thực nghiệm**, liên quan tới ý tưởng tính toán lượng tử chỉ chiếm 1 phần nhỏ của kho tài liệu đồ sộ về MTLT. Chúng đại diện cho nec plus ultra<sup>7</sup> của kỹ thuật thực nghiệm hiện đại, đặc biệt tốn công sức và đáng ngưỡng mộ và kính trọng. Các thực nghiệm như vậy phục vụ việc chứng minh khả năng thực hiện các thao tác lượng tử, các thao tác cơ sở của ý tưởng MTLT, đồng thời cũng trình diễn một số thành phần của giải thuật lượng tử. Số lượng qubit được sử dụng nhỏ hơn 10, thường từ 3 tới 5. Chuyển từ 5 qubit tới 50 (bài toán được đặt ra cho các chuyên gia ARDA tới năm 2012!), dễ nhận thấy, gặp phải các trở ngại khó vượt qua, và cần hiểu nguyên nhân của chúng. Chủ yếu, chúng gắn với sự thực đơn giản, rằng  $2^5 = 32$ , trong khi đó  $2^{50} = 1\,125\,899\,906\,842\,624$ .

<sup>6</sup> Liên kết (*concatenation*) — Thuật ngữ toán học, trong ngữ cảnh này hàm ý, rằng thông tin về trạng thái của 1 qubit lô-gic được chuyển sang vài qubit vật lý. Ý tưởng sửa lỗi lượng tử bằng liên kết đầu tiên được đưa ra bởi Peter Shor.

<sup>7</sup> Thành tựu đỉnh cao (lat.).

Tương phản với thực nghiệm, *lý thuyết* tính toán lượng tử, nhanh chóng chiếm đa số trong tài liệu MTLT, không gặp, cỡ vẻ như, không có trở ngại nào, dựa trên nhiều triệu qubit. Xem xét nhiều nguồn nhiều khác nhau và đã chứng minh (trong những điều kiện nhất định), rằng lỗi, phát sinh do những nguồn nhiễu cục bộ, có thể được sửa nhờ sự trợ giúp của những thủ thuật rất khéo léo và được phát triển cẩn thận, bao gồm, giữa những thủ thuật, *song song hàng loạt*: Nhiều ngàn thao tác phải được áp dụng đồng thời cho những cặp qubit khác nhau, và nhiều ngàn phép đo cũng cần được thực hiện đồng thời.

---

*Lý thuyết tính toán lượng tử gợi nhớ câu chuyện cười cũ thời xô viết. Chuyện diễn ra ở thời chiến tranh thế giới thứ hai. Có một nhà sáng chế nào đó với ý tưởng có giá trị quân sự cao đã được gặp riêng Stalin, không tin những báo cáo trên giấy, phần vì không tin mật mã thời đó (và cũng chưa biết tới các trạng thái hỗn loạn lượng tử). Nhà sáng chế báo cáo :*

*- Tất cả đều rất đơn giản, kính thưa đồng chí Stalin! Trên bàn của ông sẽ có 3 nút bấm - xanh lá, xanh da trời và trắng. Nếu ông bấm nút xanh lá - tất cả sức mạnh trên mặt đất của địch sẽ bị tiêu diệt. Nếu ông bấm nút xanh da trời, thì tất cả lực lượng trên biển của địch sẽ bị đánh chìm. Còn nếu ông bấm nút trắng, thì tất cả không lực của địch sẽ bị bắn hạ.*

*Stalin: Thứ này thật tuyệt, nhưng chế tạo nó như thế nào?*

*Nhà sáng chế: Nhưng, đây là việc của các kỹ sư của ông. Việc của tôi là đưa ra ý tưởng.*

*Không có thông tin về số phận của nhà sáng chế sau đó...*

---

Tương tự câu chuyện đã kể các chuyên gia ARDA thông báo: “Đã xác định, rằng trong những điều kiện nhất định, cụ thể là, nếu có thể chạm đến ngưỡng chính xác của thao tác chuyển, thì sửa lỗi lượng tử cho phép máy tính lượng tử hoạt động mãi mãi”. Từ khóa ở đây là “Trong những điều kiện nhất định”, tuy nhiên, câu hỏi

không được đặt cho các chuyên gia, liệu có thể đáp ứng những điều kiện này trong thế giới thực.

**Ủ lượng tử.** Cách tiếp cận hoàn toàn khác, được khởi đầu bởi công ty D-Wave và được đón nhận và được phát triển bởi các công ty IBM, Google, Microsoft và các công ty khác, trên cơ sở ứng dụng tiếp xúc siêu dẫn Josephson như những qubit trong điều kiện nhiệt độ hóa lỏng khí Heli hoặc thấp hơn. Phụ thuộc vào một số tham số hệ thống tiếp xúc Josephson có thể đóng vai trò như những bit cổ điển (và nhiều nhà nghiên cứu đang chế tạo các máy tính cổ điển dựa trên lô-gic Josephson) cũng như qubit lượng tử.

Trong đó *không* thấy chính máy tính lượng tử, cái được nói tới trong suốt 20 năm, thiết bị này không có khả năng phân tích số lớn thành các thừa số theo giải thuật Shor và không thể tìm kiếm trong cơ sở dữ liệu, sử dụng giải thuật Grover. Chủ yếu, nó được sử dụng để thực hiện “ủ lượng tử”. Sau khi chuẩn bị lần đầu hệ thống bất kỳ, cổ điển hay lượng tử, trong nhiệt độ thấp sẽ thả lỏng về trạng thái cơ bản của nó. Tính toán số học hay giải tích trạng thái cơ bản của hệ thống lượng tử phức tạp hơn hay đơn giản hơn — bài toán không thể thực hiện thực tế — chính vì vậy Feynman đã bắt đầu thúc đẩy ý tưởng MTLT.

Từ đó ý tưởng mô phỏng hệ thống tương tác qubit bằng hệ thống tương đương của những mạch lượng tử siêu dẫn, dựa trên tiếp xúc Josephson. Không yêu cầu thực hiện tính toán lượng tử bằng các thao tác lượng tử, các vấn đề sửa lỗi lượng tử cũng không phát sinh. Chỉ cần đóng băng trạng thái hệ thống (chính xác hơn, một số đặc điểm của nó — một phần nhỏ từ con số khổng lồ tất cả các biên độ lượng tử của nó) sau khi ủ.

Cách tiếp cận như vậy hoàn toàn khả thi. Tuy nhiên Google tuyên bố, chip siêu dẫn 49 qubit trong tủ lạnh ở 10 millikelvin (việc chế tạo nó được hứa tới cuối năm 2017) có thể vượt qua máy tính cổ điển và bằng cách đó thể hiện “Sự vượt trội lượng tử”.



Tuyên bố này thực chất có chút cường điệu, chip được nói đến sẽ không phải “máy tính lượng tử”, đó sẽ chỉ là hệ thống lượng tử chuyên dụng nào đó (cái tự nó hoàn toàn có thể thú vị).

Không thực sự rõ ràng, ý nghĩa ứng dụng thực tiễn của nó có thể là gì. Tuy nhiên mô phỏng như vậy có thể đem lại thêm tri thức nào đó về hành vi của hệ thống lượng tử lớn và phức tạp. Ý tưởng khác được đưa ra hàm ý, rằng hệ thống D-Wave có thể *mở rộng* các máy tính cổ điển thông thường.

**Kết luận.** Triển khai thực tế máy tính lượng tử dựa trên khả năng chi phối ở mức cực nhỏ với độ chính xác cực cao hệ thống vật lý đa thành phần với nhiều bậc tự do liên tục. Dễ nhận thấy, rằng đối với hệ thống đủ lớn, lượng tử hay cổ điển, bài toán này trở thành bất khả thi, chính vì vậy hệ thống như thế chuyển từ danh mục vật lý vi mô sang lĩnh vực vật lý vĩ mô. Có thể coi hệ thống với  $N = 10^3 - 10^5$  spin lượng tử, phải có để vượt qua máy tính cổ điển trong giải quyết các bài toán chuyên dụng với số lượng hạn chế, đủ lớn theo nghĩa này? Liệu chúng ta có thể khi nào đó học được cách điều khiển  $10^{300}$  (theo cận nhỏ hơn) biên độ, các đại lượng xác định trạng thái lượng tử của hệ thống như vậy?

Câu trả lời của tôi — *không, không bao giờ.*

Trong thế giới vật lý các đại lượng liên tục (ví dụ như, biên độ lượng tử) không thể được đo hay được điều khiển chính xác tuyệt đối. Theo tinh thần thuần khiết của ngôn ngữ toán học của tính toán lượng tử, tôi tái cấu trúc điều mới nói theo định dạng sau:

**Mệnh đề 1.** Đại lượng liên tục không thể có giá trị chính xác.<sup>8</sup>

**Hệ quả.** Không có đại lượng liên tục nào có thể chính xác bằng không.

Đối với toán học điều này nghe có vẻ vô nghĩa. Tuy nhiên, đây là thực tế không tranh cãi của thế giới vật lý, trong đó chúng ta đang sống. Lưu ý rằng, các đại lượng *rời rạc*, như số lượng sinh viên trong phòng học hay số lượng bóng bán dẫn trong trạng thái đóng,

<sup>8</sup> So sánh chú giải 3.

có thể được xác định chính xác. Đây cũng là khác biệt to lớn giữa máy tính số cổ điển và máy tính lượng tử giả định.

Các giả thuyết (mệnh đề) khác, liên quan tới chế tạo qubit, các khóa, nhiễu, phép đo, v.v., không thể được thực hiện chính xác, mặc dù giá như chúng có thể được thực hiện với độ chính xác giới hạn nào đó. Bởi vì câu hỏi thực sự như sau: Với độ chính xác nào cần thực hiện tất cả các giả thuyết, đứng sau các định lý, “đang chứng minh” tính khả thi của việc chế tạo MTLT quy mô thực tế? Đến giờ vẫn chưa có câu trả lời cho câu hỏi mấu chốt này.

Tôi nghĩ rằng, mặc cho sự năng động chưa từng có trong suốt 20 năm, câu chuyện máy tính lượng tử đang tiến gần tới hồi kết của nó, bởi vì 20 năm — đó là tuổi đời phổ biến đối với quả bong bóng lớn trong khoa học, bởi vì quá nhiều lời hứa vô căn cứ đã được đưa ra, bởi vì cộng đồng mệt mỏi với các thông báo hàng ngày về những “đột phá” mới, do tất cả các vị trí hàn lâm trong lĩnh vực tính toán lượng tử đã được bố trí, bởi vì những người gắn bó với tính toán lượng tử già đi và trở nên kém năng động hơn, trong khi đó thế hệ trẻ tìm kiếm cái gì đó mới.

Các vấn đề đã thảo luận ở trên, cũng như các vấn đề khác, không được nhắc đến ở đây, để lại mối quan ngại sâu sắc về số phận sau này của máy tính lượng tử. Vết nứt khổng lồ giữa các thực nghiệm cơ bản, nhưng rất khó, ở một mặt, và những lý thuyết, cực kỳ phát triển, nhưng đồng thời khá thiếu trách nhiệm, ở mặt khác, không thể loại bỏ nhanh chóng. Ngoài ra, vẫn như trước ưu điểm của tính toán lượng tử giả định không rõ ràng — Chúng liệu có xứng đáng với nỗ lực của nhiều thế hệ nhà nghiên cứu và kỹ sư.

Quảng cáo với mức độ chưa từng có và những lời hứa vô căn cứ, hệ thống câu chuyện hào nhoáng này, là dấu hiệu xấu, cũng như một tập vĩ đại các đề xuất thực hiện “Tính toán lượng tử bằng ...” với phần lớn vô trách nhiệm.

Như vậy, triển vọng tính toán lượng tử rất đáng ngờ. Hoài nghi — là quan điểm bình thường và lành mạnh trong khoa học, khác với tôn giáo, và công việc của các tín đồ đưa ra minh chứng thuyết phục, rằng điều kỳ diệu đã hứa sớm hay muộn sẽ thành hiện thực.

---

**Chuyển ngữ:** Nguyễn Bá Ngọc

**Bài gốc tiếng Nga:** Будет ли у нас когда-нибудь квантовый компьютер? *М.И. Дьяконов*

(<http://klnran.ru/wp-content/uploads/2018/05/BVZN-21.pdf>).