

РОДЖЪР ПЕНРОУЗ

# СЕНКИТЕ НА УМА

— В ТЪРСЕНЕ НА ЛИПСВАЩАТА —  
НАУКА ЗА СЪЗНАНИЕТО

Превод от английски  
*Росен Люцканов*



# Съдържание

Предговор	9
Благодарности	13
Бележки за читателя	15
Пролог	17

## Част първа.

### ЗАЩО, ЗА ДА РАЗБЕРЕМ УМА, НИ Е НУЖНА НОВА ФИЗИКА?

#### *Неизчислимостта на осъзнатата мисъл*

Първа глава. Съзнание и изчисление	23
1.1. Умът и науката	23
1.2. Могат ли роботите да спасят нашия пълен с проблеми свят?	24
1.3. Азбука на изчислението и осъзнатото мислене	28
1.4. Физикализъм срещу ментализъм	33
1.5. Два типа изчислителни процедури	34
1.6. Противоречи ли позиция $\mathcal{B}$ на тезиса на Чърч–Тюринг?	37
1.7. Хаос	39
1.8. Аналогови изчисления	41
1.9. Какъв тип процеси ще се окажат неизчислими?	43
1.10. Какво е бъдещето?	51
1.11. Могат ли компютрите да имат права и отговорности?	53
1.12. „Осъзнаване“, „разбиране“, „съзнание“, „интелект“	55
1.13. Аргументът на Джон Сърл	59
1.14. Някои затруднения, свързани с изчислителния модел	60
1.15. Осигурява ли аргумент в подкрепа на $\mathcal{B}$ ограничеността на днешните подходи в областта на ИИ?	62
1.16. Аргументът, основан на теоремата на Гьодел	67
1.17. Платонизъм или мистицизъм?	69
1.18. Какво е значението на разбирането за математиката?	70
1.19. Какво общо има теоремата на Гьодел с ежедневните ни дейности?	72
1.20. Мисловна визуализация и виртуална реалност	76
1.21. Има ли изчислителен характер математическото въображение?	78

Втора глава. Гьоделовият аргумент	81
2.1. Теоремата на Гьодел и машините на Тюринг	81
2.2. Изчисления	83
2.3. Незавършващи изчисления	84
2.4. Как да определим дали дадено изчисление никога не завършва?	85
2.5. Семейства от изчисления: заключението на Гьодел–Тюринг $\mathcal{Q}$	89
2.6. Възможни технически възражения срещу $\mathcal{Q}$	94
2.7. Някои дълбоки математически въпроси	106
2.8. Изискването за $\omega$ -непротиворечивост	109
2.9. Формални системи и алгоритмични доказателства	110
2.10. Допълнителни технически възражения срещу $\mathcal{Q}$	113
Приложение А. Експлицитна гьоделизираща машина на Тюринг	137

Трета глава. Аргумент в подкрепа на тезата за неизчислимостта в математическото мислене	147
3.1. Какво са мислели Гьодел и Тюринг?	147
3.2. Възможно ли е некоректен алгоритъм да симулира по установим начин математическото разбиране?	150
3.3. Възможно ли е установим алгоритъм неустановимо да симулира математическото разбиране?	152
3.4. Дали математиците несъзнателно използват некоректен алгоритъм?	158
3.5. Възможно ли е един алгоритъм да е непознаваем?	163
3.6. Естествен отбор или Божията ръка?	166
3.7. Един алгоритъм или пък много?	167
3.8. Естествен отбор на неземни езотерични математици	168
3.9. Самообучаващи се алгоритми	172
3.10. Възможно ли е средата да осигурява не-алгоритмичен външен фактор?	173
3.11. Как би могъл един робот да се учи?	176
3.12. Може ли робот да се сдобие с „непокатими математически вярвания“?	178
3.13. Механизми в основата на роботската математика	181
3.14. Основното противоречие	184
3.15. Как противоречието може да бъде избегнато?	185
3.16. Необходимо ли е роботът да вярва в $\mathbf{M}$ ?	187
3.17. Роботски грешки и роботски „значения“?	190
3.18. Как да вложим случайност в дейността на робота	191
3.19. Отстраняване на погрешните $\star$ -твърдения	193
3.20. Нужно е да разгледаме само краен брой $\star_{\mathcal{M}}$ -твърдения	195
3.21. Достатъчни ли са предпазните мерки?	199
3.22. Възможно ли е хаосът да спаси изчислителния модел на ума?	200
3.23. Свеждане към абсурд: въображаем диалог	202
3.24. Използвахме ли парадоксален тип разсъждения?	213
3.25. Сложност на математическите доказателства	217
3.26. Прекъсване на цикли по изчислителен път	219
3.27. Как следва да бъде организирана изчислителната математика?	223
3.28. Изводи	225

## Втора част.

### КАКВА Е НОВАТА ФИЗИКА, КОЯТО Е НУЖНА ЗА РАЗБИРАНЕ НА УМА?

#### *В търсене на неизчислимата физика на ума*

Четвърта глава. Има ли място умът в класическата физика?	237
4.1. Умът и законите на физиката	237
4.2. Изчислимост и хаос в днешната физика	239
4.3. Съзнанието: нова физика или „емерджентен феномен“?	240
4.4. „Килването“ на Айнщайн	241
4.5. Изчислението и физиката	252
Пета глава. Структура на квантовия свят	261
5.1. Квантовата теория: загадки и парадокси	261
5.2. Задачата на Елицур–Вайдман	263
5.3. Вълшебните додекаедри	264
5.4. Експериментален статус на О-загадките тип „АПР“	270
5.5. Основите на квантовата теория: една необикновена история	273
5.6. Правилата на квантовата механика	280
5.7. Унитарната еволюция $U$	282
5.8. Редукция на вектора на състоянието $R$	287
5.9. Решение на задачата с бомбеният тест на Елицур–Вайдман	292
5.10. Квантова теория на спина; риманова сфера	294
5.11. Положение и импулс на частица	302
5.12. Хилбертово пространство	303
5.13. Описание на $R$ чрез Хилбертово пространство	307
5.14. Комутиращи измервания	311
5.15. Квантово-механичното „и“	311
5.16. Ортогоналност на мултипликативни състояния	314
5.17. Квантово сплитане	315
5.18. Тайната на вълшебните додекаедри	320
Приложение В: Неоцветимост на додекаедъра	325
Приложение С: Ортогоналност на обобщени спинови състояния	326
Шеста глава. Квантовата теория и реалността	331
6.1. Реален процес ли е $R$ ?	331
6.2. Подходи, приемащи множество светове	334
6.3. Да не приемаме $ \psi\rangle$ на сериозно	336
6.4. Матрицата на плътността	341
6.5. Матрици на плътността за АПР-двойки	346
6.6. Прагматично обяснение за $R$ ?	348
6.7. Обяснява ли прагматичният подход правилото за повдигнатия на квадрат модул?	354
6.8. Възможно ли е съзнанието да редуцира вектора на състоянието?	354
6.9. Да приемем $ \psi\rangle$ много сериозно	356
6.10. Гравитационно-обусловена редукция на вектора на състоянието	360
6.11. Абсолютни мерни единици	364
6.12. Новият критерий	365

<b>Седма глава. Квантовата теория и мозъка</b>	<b>373</b>
7.1. Квантови процеси в класически мащаб, протичащи в мозъка?	373
7.2. Неврони, синапси и компютри	377
7.3. Квантово изчисление	380
7.4. Цитоскелети и микротубули	381
7.5. Квантова кохерентност в микротубулите?	390
7.6. Микротубули и съзнание	392
7.7. Модел на ума?	394
7.8. Неизчислимост и квантова гравитация: 1	400
7.9. Машини-оракули и физични закони	402
7.10. Неизчислимост и квантова гравитация: 2	405
7.11. Времето и осъзнатите възприятия	407
7.12. АПР и времето: необходимост от нов светоглед	412
<b>Осма глава. Какво следва?</b>	<b>417</b>
8.1. Изкуствени интелигентни „устройства“	417
8.2. Неща, които компютрите правят добре (или зле)	420
8.3. Естетика и т.н.	423
8.4. Някои рискове, присъщи на компютърните технологии	426
8.5. Странните избори	427
8.6. Физичният феномен на съзнанието?	430
8.7. Три свята и три загадки	436
<b>Послеслов</b>	<b>447</b>
<b>Библиография</b>	<b>449</b>
<b>Показалец</b>	<b>463</b>
<b>За автора</b>	<b>469</b>