

УДК 575+576  
ББК 28.0  
Л58

# **Лима-де-Фариа А.**

Л58 Похвала «глупости» хромосомы. Исповедь непокорной молекулы / А. Лима-де-Фариа ; пер. с англ. — 5-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2025. — 315 с. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-93208-816-6

Книга, написанная известным шведским ученым, рассказывает о молекулярной организации хромосом, их строении и свойствах, а также о проблемах эволюции. Хорошо проясняют тему тщательно подобранные красочные иллюстрации. Книга вносит значительный вклад в общую дискуссию о строении, свойствах хромосом и об эволюции живых организмов.

Для специалистов-генетиков, эволюционистов, молекулярных биологов, биотехнологов и цитологов, а также для аспирантов, студентов и интересующихся проблемами клеточного генома.

УДК 575+576  
ББК 28.0

**Деривативное издание на основе печатного аналога:** Похвала «глупости» хромосомы. Исповедь непокорной молекулы / А. Лима-де-Фариа ; пер. с англ. — 3-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2016. — 312 с. : ил. — ISBN 978-5-00101-018-0.

16+

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

Copyright © 2008 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. All rights reserved. This book, or parts thereof, may not be reproduced in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system now known or to be invented, without written permission from the Publisher. Russian translation arranged with World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.

ISBN 978-5-93208-816-6 © Перевод на русский язык, Лаборатория знаний, 2015

# Содержание

К читателю .....	5
Вступительное слово .....	7

## Часть 1

Источник «глупости» и причина исповеди .....	9
1. Я — неприметное и непривлекательное создание, накрашенное губной помадой .....	9
2. Говорят, я похожа на сосиску .....	11
3. Клетка — мой замок и моя темница, но, как одалиске в гареме, мне дозволено плавать и танцевать. . . .	13
4. Мой стриптиз, или как я облачаюсь и разоблачаюсь при каждом делении клетки. ....	15
5. Я создала свой собственный мир, полный хитростей, черных ходов и новинок — я необузданный изобретатель. ....	19
6. Мое происхождение скромно — в моем устройстве отметины противоречивой природы материи .....	21
7. Источник моей «глупости» — раздвоение личности .....	23
8. Что побуждает меня к исповеди .....	28
9. Я оскорблена и обижена .....	30
10. Мудрость глупости. ....	33
11. Научные концепции меняются со временем — природа науки требует замены старых идей, когда новые технологии позволяют проникнуть глубже в тайны материи . . .	37
12. Казавшееся нелепым когда-то оказывается верным годы спустя. Считалось, что ген состоит из белка, но сейчас известно, что это нить ДНК. ....	40
13. За последние двадцать лет количество генов человека сократилось с 200 000 до 32 000, и это число продолжает вызывать сомнение .....	41
14. Модели хромосом радикально менялись со временем .....	42
Цитированная литература .....	46
Источники иллюстраций .....	49

## Часть 2

Кого волнует гравитация .....	51
15. Хромосома, ее устройство и работа, идут своим путем — они не подчиняются законам гравитации, магнетизму, теории вероятностей или естественному отбору .	51
16. Определение гравитации. Законы Ньютона хороши и для планет, и для яблок .....	52
17. Что такое сила? Четыре фундаментальные силы .....	54
18. Законы Ньютона неприменимы в квантовой механике .....	56
19. Не все предметы падают без опоры .....	57
20. Подъем древесного сока — другой необъясненный феномен. ...	57
21. Неизвестный процесс определяет, какая клетка будет расти по направлению силы тяжести, а какая — против .....	60
22. Физики строят антигравитационные устройства, заставляющие парить лягушек и растения .....	63
23. Атомы скрывают множество свойств, способных объяснить механизмы процессов в живой материи, или жидкий гелий может бить из колбы фонтаном .....	64
24. Левитация металлов — невозможное становится возможным .....	66
25. Животные, как и растения, создали приспособления, противодействующие тяготению .....	67
26. Между сердцем и головой жирафа — больше двух метров ...	69
27. Хромосомы не следуют законам Ньютона — движение хромосом «обходит» силу тяжести .....	72
28. Хромосомы движутся во все стороны света .....	73
29. Направление движения запрограммировано в организме ...	73
30. Устройства, благодаря которым хромосома движется .....	75
31. В ядре хромосомы движутся, как рыбки в аквариуме, без помощи нитей веретена .....	77
32. Автономия хромосом многогранна — концы хромосом могут перехватывать у веретена функцию подвижности ....	78
33. Хромосомы, унаследованные от отца, могут быть направлены в другой «отсек», нежели унаследованные от матери .....	80
34. Как нормально двигаться без путеводных звезд и centrosом ...	80
35. Репликация ДНК пренебрегает тяготением .....	82
36. Кристаллизация минералов также пренебрегает тяготением и включает стадию массового копирования .....	83

37. Содержимое яйца вращается, а клетки эмбриона мигрируют, независимо от тяготения . . . . .	85
38. Раковины улиток могут быть закручены вправо или влево — направление определяется генами, которые устанавливают ось клеточного деления независимо от тяготения . . . . .	86
39. Откровение: хромосоме не нужны сильные магниты и сверхнизкие температуры, чтобы ускользнуть от действия тяготения . . . . .	88
40. Богини не следуют земным законам . . . . .	88
Цитированная литература . . . . .	90
Источники иллюстраций . . . . .	92

## Часть 3

Кого волнует случайность . . . . .	95
41. Сначала случайность была чужда науке . . . . .	95
42. Случайность — экономическая концепция XVII столетия . . . . .	96
43. Случайность — синоним незнания: «глупость вероятности» . . . .	101
44. Понадобилось 20 лет, чтобы показать, что считавшиеся случайными события, происходящие с хромосомами, на самом деле запрограммированы . . . . .	102
45. Передача наследуемых признаков — от путаницы до предсказания . . . . .	103
46. Мутация — главный пример случайного события . . . . .	104
47. Как господствующий стиль привел к стильным результатам, или как случайные мутации оказались неслучайными . . . . .	104
48. Случайные перестройки направляются мобильными элементами . . . . .	107
49. Повторяющиеся элементы человеческого генома оказались не мусором, а кладезем информации . . . . .	108
50. Гены со сходными функциями необязательно расположены рядом — случайные мутации и перестройки разрушат любой возможный порядок . . . . .	109
51. Оказывается, гены состоят из высокоорганизованных последовательностей «станций» ДНК, ограниченных явными сигналами начала и конца . . . . .	111
52. Ген никогда не одинок . . . . .	116

53. Периодическая упаковка ДНК в хромосомах оказалась предсказуемой . . . . .	116
54. Надлежащее движение хромосом при клеточном делении обеспечивается коррекцией неверных присоединений к аппарату подвижности . . . . .	117
55. Клетки чувствуют и останавливают бесконтрольные деления, обусловленные сигналами раковых опухолей. Более того, РНК могут выключать гены. . . . .	118
56. Предотвращение неверного спаривания и рекомбинации хромосом . . . . .	119
57. Броуновское движение — ловушка для физика . . . . .	122
58. Клетка считалась гороховым супом, но у большинства молекул есть адрес. . . . .	123
59. «Генетический код, определенно, неслучаен» . . . . .	124
60. В беспорядке — шум, в порядке и единстве — музыка . . . . .	127
61. Разница между генетическим шумом и генетической музыкой . . . . .	127
62. Встречаются не все возможные «ошибки» . . . . .	128
Цитированная литература . . . . .	129
Источники иллюстраций . . . . .	131

## Часть 4

Кого волнует естественный отбор . . . . .	133
63. Естественный отбор — концепция политическая, а не научная. . . . .	133
64. Три мифа в науке: флогистон в химии, эфир в физике, отбор в биологии . . . . .	136
65. Определения естественного отбора . . . . .	138
66. Отбор — не материальная субстанция, которую можно измерить . . . . .	139
67. Различие между эволюцией и дарвинизмом . . . . .	140
68. Достоинства и ограничения дарвинизма . . . . .	141
69. Объяснение эволюции на основе физико-химических процессов . . . . .	141
70. Как хромосома избегает отбора . . . . .	142
71. Хаотичная хромосома не может избежать отбора, а организованной ничего не остается, как обойти его . . . . .	143

72. Для самосохранения, новаций и исследований хромосома не нуждается в отборе . . . . .	144
73. Механизмы репарации обеспечивают поддержание порядка, действуя на разных молекулярных уровнях, — синтез ДНК, РНК и белка контролируется по-разному . . . . .	144
74. Человек не может существовать без репарации ДНК . . . . .	145
75. Целостность РНК, необходимая для нормального функционирования клетки, поддерживается особым типом репарации . . . . .	147
76. РНК-надзор — дополнительный механизм контроля качества, улучшающий безопасность . . . . .	149
77. Молекулярные шапероны — это белки, обеспечивающие преобладание правильной сборки молекул . . .	150
78. Как сбить с толку эволюциониста. Яйцо учит курицу: предковая РНК может восстановить исходную последовательность ДНК . . . . .	154
79. Новаторство через создание новых генов . . . . .	155
80. Разведка новых функциональных возможностей ведется изменением генетических путей . . . . .	156
81. Как плазмиды и вспомогательные хромосомы избегают отбора . . . . .	157
82. Есть гены, способные «жульничать» с естественным отбором . . . . .	158
83. Хромосома может «чувствовать» и регулировать количество генов, и переключаться на гены, способствующие выживанию . . . . .	159
84. Множество защитных механизмов, созданных хромосомой, «делают естественный отбор невозможным» . . . . .	160
85. Агрегация и клеточная адгезия слизевика <i>Dictyostelium</i> использует те же химические решения, что и эмбрионы высших организмов . . . . .	161
86. Яйцо — это кладезь информации, приготовленный материнскими хромосомами; так гарантируется идентичность строения тела потомка . . . . .	162
87. Генетический код не содержит прямой информации для построения организма — создание этой «дорожной карты» в руках других молекулярных процессов, направляющих развитие . . . . .	163
88. Координацией информационных РНК занимаются малые клеточные РНК, которым раньше не уделяли внимания . . . . .	164

89. Экспериментально продемонстрирован механизм, ответственный за постоянство формы . . . . .	165
90. Радикальные преобразования в зародыше управляются определенными белками . . . . .	166
91. Клетки одной группы меняют форму, темп и направление развития своих соседей . . . . .	168
92. Хромосома обеспечила организму защиту не только от внутренних ошибок, но и от внешних врагов . . . . .	172
93. Смерть клетки также запрограммирована, как и жизнь . . . . .	173
94. Клетки могут совершить самоубийство, но амeba потенциально бессмертна . . . . .	174
95. И у клетки, и у хромосомы безошибочная память . . . . .	175
96. Невеста Людовика XV могла родить... кролика . . . . .	177
97. Почему женщина не рождает мышь . . . . .	181
Цитированная литература . . . . .	183
Источники иллюстраций . . . . .	189

## Часть 5

Кого волнует магнетизм . . . . .	191
98. Магнетизм и электричество — два проявления одного из видов сил, действующих в природе . . . . .	191
99. Бактерии, пчелы и голуби ориентируются по магнитному полю . . . . .	192
100. Клетки вырабатывают электричество и создают магнитное поле . . . . .	196
101. Если магнит разделить на части, каждый фрагмент ведет себя как целый магнит с северным и южным полюсами, а из малых магнитов можно собрать один большой . . . . .	198
102. Если оплодотворенное яйцо разделить на отдельные клетки, каждая клетка ведет себя как целое яйцо, давая начало отдельному зародышу . . . . .	199
103. Отдельные зародыши, слитые вместе, образуют один нормальный организм . . . . .	201
104. Если хромосому разделить на части, каждый фрагмент ведет себя как целая хромосома, при необходимости создавая новые теломеры и центромеры . . . . .	204

105. Хромосомы могут объединяться и распадаться, сохраняя свои генетические свойства — у оленя может быть 35 или только 3 хромосомы . . . . .	205
106. У муравья может быть одна-единственная хромосома, а может и 94 . . . . .	209
107. Растения одного рода могут иметь и 4, и 36 хромосом . . . . .	210
108. У одноклеточного может быть две хромосомы, но может и 500 . . . . .	211
109. Малые хромосомы обязательно присутствуют в наборе хромосом птиц и растений . . . . .	211
110. Разделение хромосом на меньшие, равно как их объединение, следует вполне определенным правилам . . . . .	212
111. Общие свойства магнитов и хромосом могут иметь корни в полярности, заложенной на уровне ДНК . . . . .	214
Цитированная литература . . . . .	217
Источники иллюстраций . . . . .	219

## Часть 6

Биологический порядок есть результат самосборки, а самосборка есть результат узнавания на атомарном уровне . . . . .	221
112. Чем часы и прочие машины отличаются от клеток . . . . .	221
113. Определение самосборки и ее основные свойства . . . . .	222
114. Механизм, ответственный за самосборку, не зависит от внешней информации . . . . .	224
115. Самосборка фермента происходит столь быстро, что занимает меньше времени, чем синтез его полипептидной цепи . . . . .	226
116. Никто не верил в способность вирусов к самосборке. . . . .	228
117. Программа самосборки фага Т4 описана до мельчайших деталей . . . . .	229
118. Самосборку рибосом можно провести в пробирке . . . . .	231
119. Самосборка хромосомной фибриллы и других структур хромосомы, участвующих в ее движении . . . . .	232
120. Отдельная клетка губки содержит всю информацию для образования полноценного организма . . . . .	234
121. Гидра с ее сложными тканями может собраться из суспензии клеток . . . . .	234



122. <i>Слизевик Dictyostelium</i> — впечатляющий пример способности клеток к самоорганизации. . . . .	236
123. Самосборка клеток при формировании ткани напоминает кристаллизацию из раствора . . . . .	237
124. Самосборке присущи сила и безошибочная точность — ядерная оболочка аккуратно восстанавливается несчетное количество клеточных делений. . . . .	239
Цитированная литература . . . . .	241
Источники иллюстраций . . . . .	244

## Часть 7

Откуда взялась хромосома и что с ней будет . . . . .	245
125. «Откуда мы пришли? Кто мы? Куда мы идем?» Картины происхождения жизни и хромосомы . . . . .	245
126. Происхождение клетки и хромосомы неизвестно . . . . .	248
127. Возникновение хромосомы может восходить к периодичности свойств химических элементов . . . . .	250
128. На уровне химической периодичности есть аномалии, но их немного . . . . .	254
129. Уникальное положение атомов, составляющих клетку и хромосому, в таблице Менделеева. Нет никаких данных о том, что законы природы внезапно изменились при появлении хромосомы . . . . .	255
130. Эволюционные решения перед появлением на сцене ДНК . . . .	257
131. Роль ДНК в наследовании не так велика, как мы привыкли верить . . . . .	262
132. Весь человеческий геном можно упаковать в одну хромосому. . . . .	264
133. Куда движется хромосома? . . . . .	265
134. В физике еще не все открыто, но она может подсказать ключ к поведению хромосомы . . . . .	266
Цитированная литература . . . . .	270
Источники иллюстраций . . . . .	273
Словарь терминов . . . . .	275
Предметный указатель . . . . .	278