

Річард Докінз

ЕГОЇСТИЧНИЙ ГЕН



КЛУБ
СІМЕЛНОГО
ДІЛОВОГО



RICHARD DAWKINS

THE SELFISH GENE

OXFORD UNIVERSITY PRESS

2016

РІЧАРД ДОКІНЗ

ЕГОЇСТИЧНИЙ ГЕН

УДК 575
ББК 28.04
Д63

Жодну з частин цього видання
не можна копіювати або відтворювати в будь-якій формі
без письмового дозволу видавництва

Перекладено за виданням:

Dawkins R. The selfish gene / Richard Dawkins. — Oxford : Oxford
University Press, 2016. — 496 p.

Переклад з англійської *Ярослава Лебеденка*

Використано ілюстрацію *Ярини Саєнко*

Дизайнер обкладинки *Ю. О. Сорудейкіна*

Науково-популярне видання

ДОКІНЗ Річард

Егоїстичний ген

Керівник проекту *З. О. Бакуменко*
Координатор проекту *К. В. Новак*
Відповідальний за випуск *А. І. Кривко*
Редактор *О. М. Сигоренко*
Художній редактор *Ю. О. Сорудейкіна*
Технічний редактор *В. Г. Євлахов*
Коректор *Г. Б. Федей*

Підписано до друку 21.02.2017. Формат 60х90/16. Друк офсетний.
Гарнітура «Baltica». Ум. друк. арк. 34.
Наклад 8000 пр. Зам. № .

Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля»
Св. № ДК65 від 26.05.2000
61140, Харків-140, просп. Гагаріна, 20а
E-mail: cor@bookclub.ua

Віддруковано у ПРАТ «Харківська книжкова фабрика "Глобус"»
61012, м. Харків, вул. Різдяна, 11.
Свідоцтво ДК № 3985 від 22.02.2011 р.
www.globus-book.com

ISBN 978-617-12-2998-3 (PDF)

- © Richard Dawkins, 1989; First published, 1976; Second edition, 1989; 30th anniversary edition, 2006; 40th anniversary edition, 2016
- © Неміро Ltd, видання українською мовою, 2017
- © Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля», переклад і художнє оформлення, 2017

Річард Докінз з 1995 по 2008 роки обіймав посаду професора популяризації науки, запроваджену Чарльзом Симоні при Оксфордському університеті. Народившись у Найробі в британській родині, він отримав освіту в Оксфорді та захистив докторську дисертацію під керівництвом лауреата Нобелівської премії етолога Ніко Тінбергена. З 1967 по 1969 роки працював доцентом Каліфорнійського університету в Берклі, повернувшись на посаду лектора, а пізніше доцента кафедри зоології в Новому коледжі Оксфорду. Згодом, у 1995 році, стає першим головою кафедри Симоні. Почесний член ради Нового коледжу.

Книга «Егоїстичний ген» (1976; друге видання 1989) буквально катапультивала Річарда Докінза на вершину слави і наразі залишається його найбільш відомою та досить поширеною працею. За нею була ціла низка інших бестселерів: «Розширений фенотип» (1982), «Сліпий годинникар» (1986), «Річка з Едему» (1995), «Сходження на пік неймовірного» (1996), «Розплітаючи райдугу» (1998), «Капелан диявола» (2003), «Розповідь предка» (2004), «Бог як ілюзія» (2006) та «Найбільше шоу на Землі» (2009). Він також видав наукову книжку для дітей «Магія реальності» (2011) та два томи мемуарів — «Апетит до дива» (2013) й «Коротка свічка в темряві» (2015). Докінз є членом Лондонського королівського товариства з розвитку знань про природу та Королівського літературного товариства. Він нагороджений численними відзнаками та преміями, серед яких премія Королівського літературного товариства 1987 року, газети «Лос-Анджелес Таймс» того ж року, Майкла Фарадея від Лондонського королівського товариства 1990-го, Накайями 1994-го, Міжнародна премія космосу за досягнення в гуманітарних науках 1997-го, Кістлера 2001-го, а також Шекспірівська премія 2005-го, Льюїса Томаса за літературні твори про науку та Ніренберга за популяризацію науки 2009-го.

ЗМІСТ

Вступ до 30-го ювілейного видання	8
Передмова до другого видання.....	20
Передмова до першого видання.....	25
Пролог до першого видання.....	28
1. НАВІЩО ЖИВУТЬ ЛЮДИ?	32
2. РЕПЛІКАТОРИ	47
3. БЕЗСМЕРТНІ СПІРАЛІ	58
4. ГЕННА МАШИНА	92
5. АГРЕСІЯ. СТАБІЛЬНІСТЬ І ЕГОЇСТИЧНА МАШИНА	119
6. БРАТЕРСТВО ГЕНІВ	149
7. ПЛАНУВАННЯ РОДИНИ	177
8. БОРОТЬБА ПОКОЛІНЬ	196
9. БОРОТЬБА СТАТЕЙ	219
10. ПОЧУХАЙ МЕНІ СПИНУ, І Я НА ТВОЇЙ ПРОЇДУСЬ	255
11. МЕМИ. НОВІ РЕПЛІКАТОРИ	288
12. ЧЕМНІ ХЛОПЦІ ФІНІШУЮТЬ ПЕРШИМИ	305
13. ДОВГА РУКА ГЕНА	350
Епілог до 40-го ювілейного видання	397
Примітки.....	410
Бібліографія	518
Алфавітний покажчик.....	528
Уривки з оглядів	533

ВСТУП ДО 30-ГО ЮВІЛЕЙНОГО ВИДАННЯ

Мене щоразу витверезує думка, що з книгою «Егоїстичний ген» пов'язана добра половина мого життя. Рік за роком, із появою кожної з моїх семи наступних книг, видавці відраджали мене з ними у промотур. Люди приходили на презентацію, реагували на кожну нову книжку з утішним ентузіазмом, ввічливо аплодували та ставили розумні запитання. А потім вони вишиковувались у чергу, щоб придбати та дати мені на підпис... «Егоїстичний ген». Звісно, я трохи перебільшую. Дехто таки купував нову книгу, а щодо решти, моя дружина заспокоює мене тим, що люди, які щойно відкрили для себе автора, зазвичай цікавляться його першим твором. Після прочитання «Егоїстичного гена» їх неодмінно привабить найостанніша і наразі улюблена дитина його батька.

Мені би дуже хотілося заявити, що «Егоїстичний ген» геть застарів та має поступитися місцем іншим ідеям. На жаль (хоча, як подивитись), я поки що не можу цього зробити. Деталі, звісно, змінилися, а фактичні приклади стали більш яскравими. Але, за одним винятком, про який я розповім згодом, у цій книзі знайдеться мало такого, чого я б не написав сьогодні або за що мав би перепросити. Артур Кейн, покійний професор зоології з Ліверпуля та один із тих викладачів, що надихали мене в Оксфорді в шістдесятих, у 1976 році назвав «Егоїстичний ген» «книгою молодої людини». Він навмисно процитував один із відгуків про книгу А. Дж. Айєра «Мова, істина та логіка». Мені полестило таке порівняння, хоча я знав, що Айєр зрікся багатьох ідей своєї першої книги, та не міг не звернути уваги на натяк Кейна, що колись і я, можливо, зроблю те саме.

Дозвольте мені почати з деяких роздумів щодо назви. У 1975-му за посередництва мого друга Десмонда Морріса я показав майже готову книгу Томові Машлеру, найповажні-

шому з лондонських видавців, і ми обговорили її в його кабінеті у видавництві «Джонатан Кейп». Книга йому сподобалась, але не назва. «Егоїстичний», як на нього, було «зверхнім» словом. Чому б не назвати книгу «Безсмертний ген»? Слово «безсмертний» видавалося «возвеличувальним», безсмертність генетичної інформації є центральною темою книги, і назва «Безсмертний ген» мала би чи не той самий ореол певної таємничості, що й «Егоїстичний ген» (ніхто з нас, я гадаю, не помітив перегуку з «Егоїстичним велетнем» Оскара Вайлда). Зараз мені здається, що Машлер тоді мав рацію. Виявилось, що багато критиків, надто галасливих філософів, зазвичай судять про книгу виключно за її назвою. Безумовно, так можна робити з «Казкою про кролика Бенджаміна» або «Історією занепаду і загибелі Римської імперії», але я одразу ж бачу, що сама лише назва «Егоїстичний ген», без додаткової інформації у вигляді книги, може створити помилкове враження про її зміст. Сьогодні який-небудь американський видавець, поза сумнівом, вимагав би підзаголовок.

Найкращий спосіб пояснити назву — це поставити наголоси. Підкресліть слово «егоїстичний», і ви вважатимете, що у книзі йдеться про егоїзм, хоча вона таки про альтруїзм. Наголос у цій назві слід ставити на слові «ген», і зараз я поясню вам чому. Головна суперечка у самому вченні Дарвіна стосується справжньої одиниці добору, тобто, яка саме сутність виживає або не виживає внаслідок природного добору. Ця одиниця і стає більшою чи меншою мірою «егоїстичною» за своєю суттю. Альтруїзм здатен отримувати перевагу на інших рівнях. Чи обирає природний добір між видами? Якщо так, ми можемо сподіватися, що певні організми поводитимуться альтруїстично «на користь виду». Вони здатні обмежити рівень народжуваності, щоб уникнути перенаселення, або приборкати свої мисливські інстинкти задля збереження запасів поживи виду на майбут-

не. Саме таке поширення хибного розуміння дарвінізму і спонукало мене узятися за цю книгу.

А може, природний добір, як я узявся тут переконувати, обирає між генами? Тоді нас не мають дивувати деякі організми, що поводяться альтруїстично «на користь генів», наприклад, годуючи та захищаючи своїх рідних, що, ймовірно, мають у собі копії тих самих генів. Такий родинний альтруїзм є єдиним способом, завдяки якому егоїзм гена може перетворитися на індивідуальний альтруїзм. У цій книзі я поясню, як це діє разом із взаємністю, іншим основним генератором альтруїзму згідно з теорією Дарвіна. Якщо я колись зберуся її переписати, як сталося нещодавно з «принципом гандикапа» Захаві / Графена (див. Примітки), то, мабуть, надам трохи місця ідеї Амоца Захаві, що альтруїстичне пожертвування може бути різновидом сигналу про домінування: бачиш, наскільки я вищий за тебе, що можу чимось пожертвувати задля тебе!

Дозвольте мені ще раз повторити та доповнити раціональне пояснення слова «егоїстичний» у назві цієї книги. Надзвичайно важливо отримати відповідь на запитання, який рівень ієрархії життя, де діє природний добір, неминуче стане «егоїстичним». Егоїстичний вид? Егоїстична група? Егоїстичний організм? Егоїстична екосистема? Говорити можна про більшість із них, і більшість із них сприймається на віру тими чи іншими авторами, але всі вони є неточними. Враховуючи, що ідея Дарвіна, по суті, зводиться до егоїстичного чогось, це щось виявляється геном з переконливих причин, які й розкриває ця книга. Влаштує вас такий аргумент чи ні, але саме він пояснює її назву.

Сподіваюся, це завадить появі більш серйозних непорозумінь. Однак, оглядаючись у минуле, я помічаю власні помилки щодо цього моменту. Зокрема, на них можна натрапити в 1-му розділі у реченні: «Спробуймо хоча б *навчати*

щедрості та альтруїзму, позаяк ми народжуємось егоїстами». У навчанні щедрості та альтруїзму немає нічого поганого, але слова «народжуємось егоїстами» ведуть нас не туди, куди треба. Якщо коротко, то виразно бачити різницю між «засобами пересування» (зазвичай організмами) та «реплікаторами», які пересуваються всередині них (на практиці це гени, про що детально йдеться в 1-му розділі, доданому у другому виданні), я почав лише в 1978 році. Будь ласка, подумки вилучіть це неправильне речення та інші йому подібні, замінивши чимось доречним для цього параграфу.

Враховуючи наслідки від таких помилок, не дивуватимусь, якщо назву книги вкотре зрозуміють неправильно, а тому, можливо, мені таки доведеться змінити її на «Безсмертний ген». Ще варіантом може стати «Альтруїстичний носій». Мабуть, це було би надто загадково, але принаймні очевидну суперечку між геном та організмом як конкуруючими одиницями природного добору (суперечку, що турбувала покійного Ернста Майра до кінця життя) було б вирішено. Існує два види одиниць природного добору, між якими немає жодної незгоди. Ген є одиницею в сенсі реплікатора. Організм є одиницею в сенсі носія. Важливими є обидва, і не слід намовляти на будь-кого з них. Вони являють собою два абсолютно різних типи одиниць, і якщо ми не помічатимемо цю різницю, то безнадійно заплутаємося.

Ще однією непоганою альтернативою назві «Егоїстичний ген» міг би стати вираз «кооперативний ген». Він видається парадоксально протилежним за значенням, але центральна частина цієї книги наводить аргументи на користь певної форми кооперації серед корисливих генів. Це, звісно, не означає, що групи генів розкошують за рахунок своїх членів або інших груп. Насамперед, кожен ген розглядається як такий, що переймається власними інтересами на тлі інших генів у генофонді — наборі кандидатів для перетасу-

вання всередині виду завдяки статевому розмноженню. Ці інші гени належать до середовища, в якому перебуває кожен ген, так само, як складовими цього середовища є погода, хижаки та їхні жертви, рослинність та ґрунтові бактерії. Для будь-якого гена «фоновими» генами є ті, з якими він перебуває в одному організмі у своїх мандрах крізь покоління. В найближчій перспективі йдеться про інших членів геному. В якнайдалшій — про інші гени у генофонді виду. Отже, природний добір наглядає за тим, щоби групи взаємосумісних (можна навіть сказати, кооперативних) генів отримували перевагу від присутності одні одних. Така еволюція «кооперативного гена» жодним чином не порушує фундаментального принципу егоїстичного гена. 5-й розділ розгортає цю ідею за допомогою аналогії з командою веслярів, а 13-й розділ заведе її ще далі.

Отже, враховуючи, що природний добір егоїстичних генів зазвичай надає перевагу співпраці серед генів, слід визнати існування таких, що не співпрацюють, а навпаки, діють усупереч інтересам решти геному. Деякі автори називають їх «дикими», інші — «ультраегоїстичними», а ще інші — суто «егоїстичними генами», не бачачи тонкої грані між генами, що співпрацюють у корисливих картелях. Прикладами ультраегоїстичних генів є мейозні гени, описані на початку 13-го розділу, а також так звана «паразитична ДНК», що вперше згадується наприкінці 3-го розділу та змальовується різноманітними авторами під гучною назвою «егоїстична ДНК». Пошук нових та дедалі більш дивних прикладів ультраегоїстичних генів став прикметою багатьох років після першої публікації цієї книги¹.

¹ Книга Остіна Берта та Роберта Тріверса «Гени в конфлікті: біологія егоїстичних генетичних елементів» (Гарвард Юніверсіті Пресс, 2006) вийшла надто пізно, щоби її ідеї потрапили до першого накладу цього видання. Вона, безумовно, стане визначальною довідковою роботою з цього важливого питання. (Прим. авт.)

«Егоїстичний ген» критикували за антропоморфну персоніфікацію, тому варто надати додаткові пояснення, а може, й вибачення. Я вдаюся до двох рівнів персоніфікації — генів та організмів. Персоніфікація генів насправді не є провокацією, бо жодна нормальна людина не вважає молекули ДНК свідомими особистостями і розумний читач не припише авторові такої ілюзії. Якимось я мав честь послухати виступ видатного молекулярного біолога Жака Моно про творчість у науці. Вже не пригадую його точних слів, але він зазначив, що, беручися розв'язати певну хімічну проблему, він намагається уявити себе електроном. Пітер Аткінс у чудовій книзі «Ще раз про створення» використовує подібну персоніфікацію, розглядаючи переломлення променя світла, що потрапляє в середовище з вищим коефіцієнтом переломлення, яке його гальмує. Промінь поводитьсь так, немов намагається мінімізувати час, потрібний для досягнення кінцевої точки. Аткінс уявляє собі це так: рятівник на пляжі поспішає на допомогу відпочивальнику, що тоне. Чи варто йому кидатись навпрошки? Ні, бо бігти він може швидше, ніж плисти, а тому буде мудро збільшити частину шляху по суходолу. Можливо, йому треба бігти до точки на березі, що перебуває навпроти його мети, мінімізуючи час запливу? Так буде краще, однак це ще не остаточний варіант. Розрахунок (якщо він матиме на нього час) покаже рятівникові оптимальний проміжний кут, що дасть ідеальну комбінацію швидкого бігу та дещо повільнішого плавання. Аткінс робить із цього такий висновок:

Це точно відображає поведінку світла, що потрапляє в більш густе середовище. Але як світло знає, вочевидь заздалегідь, який шлях є найкоротшим? І, зрештою, чому це так важливо?

Він розгортає цю тему в дивовижне пояснення, навіяне квантовою теорією.

Така персоніфікація — це не тільки химерний дидактичний прийом. Вона допомагає професійному вченому отримати правильну відповідь, уникаючи підступних помилок. Саме так відбувається з дарвінівськими розрахунками альтруїзму та егоїзму, співпраці та ворожості. Дуже легко повестися на неправильну відповідь. Персоніфікація генів, що зроблена з належною стриманістю і делікатністю, здатна порятувати прихильника теорії Дарвіна, що в'язне у плутанині. Моя стриманість була підбадьорена потужним прецедентом В. Д. Гамільтона, одного з чотирьох героїв цієї книги. У своїй статті 1972 року (коли я лише розпочав роботу над «Егоїстичним геном») Гамільтон пише:

Ген отримує перевагу при природному доборі, якщо сукупність його реплік формує зростаючу фракцію загального генофонду. Ми маємо намір мати справу з генами, що начебто впливають на соціальну поведінку їхніх носіїв, тому спробуймо зробити аргумент більше яскравим, тимчасово приписавши генам розум та певну свободу вибору. Уявіть, що ген переймається збільшенням кількості своїх реплік, а також, що він спроможний вибирати...

Саме під таким поглядом слід читати більшу частину книги «Егоїстичний ген».

Персоніфікувати організм більш проблематично. Бо організми, на відміну від генів, таки мають мізки, а тому, як ми ще побачимо, насправді можуть мати егоїстичні чи альтруїстичні мотиви в чомусь на кшталт суб'єктивного сенсу. Книга під назвою «Егоїстичний лев» могла би насправду збити з пантелику, утерши носа «Егоїстичному гену». Так

само, як хтось здатен уявити себе променем світла, що розумно вибирає оптимальний шлях крізь каскад лінз і призм, або геном, що мандрує крізь покоління, він може уявити себе також левицею, що розраховує оптимальну поведінкову стратегію для тривалого виживання її генів у майбутньому. Гамільтонівським подарунком біології є точні математичні розрахунки, що до них вдається справжня дарвінівська істота, така як лев, вираховуючи рішення для максимізації виживання власних генів. У цій книзі я використовував неформальні словесні еквіваленти таких розрахунків для обох рівнів персоніфікації.

У 8-му розділі ми швидко переходимо з одного рівня на інший:

Ми розглядали обставини, за яких матері насправді краще, щоби таке маля загинуло. Інтуїтивно можна припустити, що йому варто боротися, поки є змога, але для теоретичних розмірковувань це не обов'язково. Якщо дитинча є настільки малим та слабким, що тривалість його життя зменшується до точки, де перевага для нього від батьківських внесків є меншою за половину переваги, яку ті самі внески можуть потенційно принести іншим дитинчатом, воно має померти чемно та невимушено. Цим воно принесе своїм генам найбільшу користь.

Все це інтроспекція на індивідуальному рівні. Припущення полягає не в тому, що найслабше дитинча обирає те, що приносить йому задоволення або добре самопочуття. Радше, припускається, що індивіди в дарвінівському світі роблять умовний розрахунок, що є найкращим для їхніх генів. У тому ж параграфі це пояснюється швидким переходом до персоніфікації на генному рівні:

Тобто, ген, що наказує організмові: «Якщо ти набагато слабший за інших дитинчат свого виводка, не тримайся за життя і помирай», матиме перевагу в генофонді, бо отримує 50-відсотковий шанс опинитися в організмі кожного з врятованих братів і сестер, а от його нагія на те, що виживе найменший із них, вкрай незначна.

А потім параграф одразу переходить назад на мотиви дитинчати:

У життєписі найменшого з дитинчат має бути певна межа. Не досягнувши цієї критичної позначки, воно має триматися за життя. Переступивши за неї, мусить поступитися і, не чинячи опору, дозволити себе з'їсти іншим дитинчатам чи своїм батькам.

Я сподіваюся, що ці два рівні персоніфікації не плутаються, якщо читати все і в контексті. За умови правильного використання два рівні «умовного розрахунку» приходять до того самого висновку, що, по суті, є критерієм їхньої правильності. Тому я не вважаю персоніфікацію чимось, чого варто уникати, якби я знову узявся писати свою книгу.

Не писати книги — то одне. Не читати — щось інше. Як реагувати на такий вердикт читача з Австралії?

Захоплююче, але часом я шкодую, що це прочитав... Так, я можу поділяти відчуття дива, що його Докінз заживає, розглядаючи такі складні процеси... Та зрештою, я маю підстави звинуватити «Егоїстичний ген» у загостренні депресії, від якої потерпаю вже понад десять років... Я ніколи не був упевненим у своїх духовних переконаннях і, намагаючись знайти щось вартісніше — намагаючись повірити, але не впоравшись

із цим, — я з'ясував, що ця книга змела мої непевні ідеї, не дозволивши їм об'єднатись у щось більше. Кілька років тому я змушений був пережити досить сильну особисту кризу.

Я вже описував декілька подібних відгуків від читачів:

Один іноземний видавець моєї першої книги зізнався, що після її прочитання три ночі не міг заснути, бо був пригнічений її посланням, яке видалося йому холодним та похмурим. Інші цікавилися в мене, з яким почуттям я прокидаюся зранку. Вчитель із далекої країни докорив мені, що огна з учениць після прочитання цієї книги прийшла до нього у сльозах, бо переконалась, що життя є порожнім та даремним. Він порадив їй не показувати книгу грузям, щоб не заразити їх тим самим нігілістичним песимізмом («Розплітаючи райдугу»).

Якщо щось є правдою, її не затьмарить видавання бажаного за дійсне. Це перше, що слід сказати, але й інше майже так само важливе. Як я написав далі:

Припустимо, що кінцева доля Всесвіту, по суті, не має жодної мети, але чи хтось із нас пов'язує з нею надії нашого життя? Певна річ, що ні, якщо ми перебуваємо при здоровому глузді. Нашим життям керують значно ближчі, сергечніші людські амбіції та поривання. Дорікати науці, що вона позбавляє життя тепла, здатного надати йому вартості, вкрай абсурдно. Це категорично не збігається з моїми власними відчуттями, а також більшості науковців, тому такі необґрунтовані звинувачення доводять мене ледь не до відчаю.

Подібну звичку стріляти в посланця демонструють також інші критики, що вважають неприйнятними соціальні, політичні чи економічні натяки «Егоїстичного гена». Незабаром після того, як пані Тетчер виграла свої перші вибори в 1979 році, мій друг Стівен Роуз написав у журналі «Нью-Сайнтист»:

Я не маю на увазі, що фірма «Саачі енд Саачі» залучила до написання сценаріїв Тетчер команду соціобіологів чи що деякі оксфордські та сассекські викладачі зрадили такому практичному висловленню простих істин егоїстичної генетики, що їх вони намагалися нам донести. Збіг модної теорії з політичними подіями ще більш неімовірний. Проте я щиро вірю, що коли буде написано історію зміни політичного курсу в правий бік наприкінці 1970-х, від закону та порядку до монетаризму та (більш суперечливої) атаки на державний централізм, то перемикання наукової моди, навіть якщо лише з групової до родинної моделі добору в еволюційній теорії, розглядатиметься як частина хвилі, що накрила тетчеристів та їхню концепцію незмінної, конкурентної в стилі дев'ятнадцятого століття та ксенофобської людської природи при владі.

«Сассекським викладачем» був уже покійний Джон Мейнард Сміт, що його обожнював Стівен Роуз та і я також, і в листі до «Нью-Сайнтист» він дав очікувану відповідь: «Що ми мали зробити? Підробити рівняння?» Одна з головних ідей книги «Егоїстичний ген» (підкріплена титульним нарисом збірки «Капелан диявола») полягає в тому, що нам не слід запозичувати наші цінності з дарвінізму, якщо тільки вони не мають знаку «мінус». Наші мізки розвинулися до певного рівня, бо ми здатні повстати проти наших егоїстич-

них генів (це підтверджує використання контрацептивів). І це може та має виявлятися у більшому масштабі.

На відміну від другого видання 1989 року, до цього ювілейного не додано чогось нового, окрім вступу та деяких фрагментів оглядів, відібраних моєю тричі редакторкою та захисницею Латою Менон. Ніхто, крім Лати, не зумів би зрівнятися з Майклом Роджерсом, видатним редактором, чия невгамовна віра в цю книгу дала старт її першому виданню.

До цього видання знову потрапила — і для мене це становить неймовірну втіху — передмова Роберта Тріверса. Я вже згадував Білла Гамільтона як одного з чотирьох інтелектуалів, героїв цієї книги. Так от, Боб Тріверс є другим. Його ідеям присвячені великі частини 9-го, 10-го та 12-го розділів, а також увесь 8-й розділ. Ця передмова є не лише чудово написаним вступом до книги — зненацька він скористався нею, щоби повідомити світові блискучу нову ідею — теорію еволюції самообману. Я надзвичайно вдячний йому за надання дозволу прикрасити це ювілейне видання такою оригінальною передмовою.

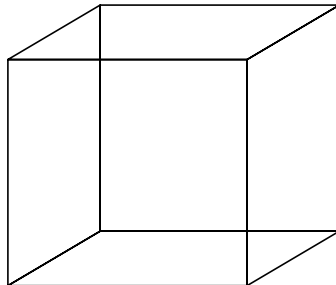
РІЧАРД ДОКІНЗ

Оксфорд, жовтень 2005 р.

ПЕРЕДМОВА ДО ДРУГОГО ВИДАННЯ

За дванадцять років після першої публікації книги «Егоїстичний ген» її основна ідея отримала загальне визнання та встигла потрапити до підручників. Якщо замислитися, це доволі парадоксально. Адже ця книга не з тих, що одразу після виходу отримують тавро революційних, а потім упевнено набувають прихильників, доки не стануть настільки загальноновизнаними, що ми дивуємося, чим був спричинений увесь той галас. Усе було навпаки. Спочатку рецензії були схвальними і не трактували книгу як суперечливу. Її репутація контроверсійної визрівала поволі, аж поки вона не стала поширеним прикладом ледь не радикального екстремізму. Однак паралельно із формуванням екстремістської *репутації* книги її фактичний зміст не сприймався таким, поступово стаючи джерелом загальноновизнаних істин.

Теорія егоїстичного гена — це теорія Дарвіна, висловлена у такий спосіб, який Дарвін не обирав, але його доречність, на мою думку, він би охоче визнав. По суті, це логічний витвір ортодоксального неodarвінізму, але висловлений на новий лад. Замість того щоб зосередитися на окремому організмі, природа розглядається очима гена. Це лише інший спосіб бачення, а не інша теорія. На початку своєї книги «Розширений фенотип» я пояснюю це за допомогою метафори куба Неккера.



Це — двовимірний малюнок чорнилом на папері, але сприймається він як прозорий тривимірний куб. Уважно подивіться на нього декілька секунд, і він сприйматиметься вже інакше. Дивіться далі, і знову перед вами попереднє враження. Обидва куби однаково сумісні з двовимірними зображеннями на сітківці, тому мозок легко перестрибує з одного на інший. Кожен з них не є правильнішим за інший. Моя ідея полягала в тому, що існують два типи розуміння природного добору, себто з позиції гена та індивіда. При правильному розумінні вони еквівалентні — як два варіанти однієї істини. Можна використовувати той чи інший, але однак це буде той самий неodarвінізм.

Зараз я вважаю, що ця метафора була надто обережною. Найважливіший внесок ученого часто полягає не так в обґрунтуванні нових теорій чи виявленні невідомих фактів, як у відкритті нового погляду на старі теорії чи факти. Модель куба Неккера вводить в оману, бо переконує, що два різних погляди є однаково правильними. Справді, така метафора частково правильна: «кути зору», на відміну від теорій, не можна оцінювати експериментально; ми не можемо вдатися до знайомих нам критеріїв істинності та помилковості. Але зміна бачення може, якщо все вдасться, привести до чогось більшого за теорію. Вона може створити цілісну атмосферу мислення, що продукує чимало дивовижних і випробовуваних теорій, а також відкриває факти, що їх колись важко було собі уявити. Метафора куба Неккера цього не пропонує. Вона хапається за ідею перемикань між кутами зору, але не здатна оцінити їх як належить. Ми ж говоримо не про перемикання на еквівалентну точку зору, а (у крайніх випадках) про повну трансформацію.

Запевняю, що мій власний скромний внесок аж ніяк не претендує на такий статус. Однак саме через це я б волів чітко не розмежовувати науку та її «популяризацію».

Пояснення ідей, що раніше траплялися лише у спеціальній літературі, є складним мистецтвом. Воно вимагає відбірних нових мовних зворотів та промовистих метафор. Якщо просувати мовні новації та метафори досить сміливо, можна досягти нового способу бачення. А новий спосіб бачення, про що я вже казав, спроможний зробити оригінальний внесок у науку. Ейнштейн був добрим популяризатором, і я маю підозру, що його яскраві метафори не лише сприяли тому, що його зрозуміти. Чи не підживлювали вони також творчий геній самого Ейнштейна?

Розгляд дарвінізму з погляду гена простежується в роботах Р. А. Фішера та інших видатних піонерів неодарвінізму початку тридцятих років, але задекларували його лише В. Д. Гамільтон та Дж. К. Вільямс у шістдесяті. Їхні ідеї здалися мені провидчими. Проте самі аргументи мали вигляд надто лаконічних та недостатньо обґрунтованих. Я був переконаний, що більш детальна та доопрацьована версія здатна навести лад в усьому, що стосується життя, як у серці, так і в мозку читача. І тому я вирішив написати книгу, що розглядала б еволюцію з погляду генів. Вона мала оперувати прикладами соціальної поведінки, які б посприяли тому, щоб виправити несвідому прихильність до теорії групового добору, що на той час була поширена в популярному дарвінізмі. Я почав писати цю книгу в 1972 році, коли мої лабораторні дослідження припинилися через відімкнення електроенергії у зв'язку з конфліктами у промисловому секторі. На жаль (хоча хтозна), після написання двох розділів відімкнення припинилися, і я поклав рукопис на полицю, аж до своєї творчої відпустки в 1975-му. Тим часом теорія розвивалась, насамперед завдяки Джону Мейнарду Сміту та Роберту Триверсу. Сьогодні я розумію, що то був один із тих загадкових періодів, коли нові ідеї наче ширяють у повітрі. Я писав «Егоїстичний ген» у стані якогось гарячкового збудження.

Коли ж видавництво «Оксфорд Юніверсіті Пресс» запропонувало мені зробити друге видання, то наполягло, що робити традиційний детальний перегляд тексту сторінки за сторінкою недоцільно. Деякі книги, на думку видавців, наче приречені на низку виправлень, але «Егоїстичний ген» до них не належить. Перше видання запозичило в епохи, в яку воно писалося, юнацьке завзяття. З-за кордону тоді віяло революцією, блимали спалахи блаженного світанку, немов у поезії Вільяма Вордсворта. Не хотілося б переінакшувати дитя тих часів, розгодовувати його новими фактами або прикрашати зморшками ускладнень та засторог. Тому попередній текст мав залишитись як є, з усіма своїми недоліками, сексистськими зауваженнями та усіма іншими особливостями. Усі виправлення, відповіді на зауваження та подальші ідеї увійдуть до приміток у кінці книги. До того ж з'являться цілком нові розділи на теми, актуальність яких продовжуватиме тривання революційного світанку. Результатом стали 12-й та 13-й розділи. Пишучи їх, я надихався двома книгами з цієї теми, що мене найбільше схвилювали під час перерви між виданнями, — «Еволюцією кооперації» Роберта Аксельрода, бо вона, так видається, покладає певні сподівання на наше майбутнє; та моїм власним твором «Розширений фенотип», бо для мене він усі ці роки був на першому місці, а також (ніде правди діти) є, мабуть, найкращим з усього, що я написав або напишу.

Заголовок «Чемні хлопці фінішують першими» я позичив у телевізійної програми «Горизонт», що її представляв на каналі «Бі-Бі-Сі» у 1985 році. Це був п'ятдесятихвилинний документальний фільм Джеремі Тейлора про погляди на еволюцію кооперації щодо теорії ігор. Створення цього фільму, а також іншого того самого режисера (йдеться про «Сліпий годинник») викликало в мене знову повагу до цієї професії. Режисери «Горизонту» (деякі їхні випуски

можна побачити в Америці, часто перепаковані під брендом «Нова») подекуди стають справжніми експертами зі своєї теми. 12-й розділ виник завдяки моїй найтіснішій співпраці з Джеремі Тейлором та командою «Горизонту», яким він завдячує не лише своєю назвою, і я дуже вдячний їм за це.

Нещодавно я довідався про один обурливий факт: деякі впливові вчені взяли моду ставити свої прізвища під публікаціями, до створення яких вони не мали жодного внеску. Вочевидь, певні доктори й академіки претендують на співавторство, хоча їхній внесок зводиться лише до надання робочого місця, грошей та редагування рукопису. Скільки я знаю, вся наукова репутація іноді може ґрунтуватися на праці учнів та колег! Я не маю ані найменшого уявлення, як цьому можна зарадити. Мабуть, редактори журналів мають вимагати підписаних свідчень про внесок кожного співавтора. Але годі про це. Я порушив цю проблему лише для контрасту. Гелена Кронін зробила для покращення кожного рядка і кожного слова стільки, що її слід було, якби не її рішуча відмова, назвати співавтором усіх нових частин цієї книги. Я глибоко вдячний їй і шкодую, що цим доведеться обмежитись. Дякую також Марку Рідлі, Меріан Докінз та Алану Графену за поради та конструктивну критику окремих розділів. Томас Вебстер, Гіларі Мак-Глінн та інші співробітники «Оксфорд Юніверсіті Пресс» мужньо терпіли мої примхи та затримки в роботі.

РІЧАРД ДОКІНЗ

1989 р.

ПЕРЕДМОВА ДО ПЕРШОГО ВИДАННЯ

Еволюційна історія шимпанзе та людей спільна приблизно на 99,5 %, однак більшість інтелектуалів вважають шимпанзе недорозвиненими, незугарними й дивними, а себе ставлять на вищі щаблі на шляху до Всемогутнього. Для еволюціоніста такі погляди некоректні. Адже нема жодних об'єктивних підстав вивищувати один вид над іншим. Шимпанзе й люди, ящірки й гриби — ми всі виникли понад три мільярди років тому завдяки процесу, відомому як природний добір. У межах кожного виду певні індивіди залишають більш життєздатне потомство, ніж інші, тож в наступному поколінні численнішими стають спадкові ознаки (гени) репродуктивно успішних. У цьому й полягає природний добір: у не випадковому диференційному відтворенні генів. Природний добір створив нас, і ми маємо зважати на нього, якщо хочемо досягнути власну індивідуальність.

Хоча дарвінівська теорія еволюції є центральною для вивчення соціальної поведінки (надто спільно з генетикою Менделя), нею часто нехтують. У суспільних науках зросли цілі галузі, присвячені додарвінівському та доменделівському поглядові на соціальний та психологічний світ. Нехтування та некоректне використання теорії Дарвіна понад усяку міру навіть у біології. Які б причини не призвели до цієї абсурдної ситуації, вочевидь, вона добігає кінця. Видатну працю Дарвіна та Менделя не полишають без уваги дедалі більша кількість науковців, найпомітнішими з яких є Р. А. Фішер, В. Д. Гамільтон, Дж. К. Вільямс, а також Дж. Мейнард Сміт. Сьогодні ця важлива концепція соціальної теорії, базована на природному доборі, вперше представлена у простій та популярній формі Річардом Докінзом.

Одну за одною Докінз порушує в своїй новій праці з соціальної теорії важливі теми: концепції альтруїстичної та

егоїстичної поведінки, генетичного визначення особистої вигоди, еволюції агресивної поведінки, теорії родинних зв'язків (включаючи відносини між батьками і дітьми та еволюцію соціальних комах), теорії співвідношення статей, реципрокного альтруїзму, обману, а також природного добору статевих відмінностей. Відчуваючи впевненість, що взялася від опанування основної теорії, Докінз наділяє нову працю дивовижною чіткістю і чудовим стилем. Озброєний глибокими знаннями з біології, він здатен залучити читача до розкошів її літератури. Не погоджуючись із опублікованими раніше роботами (маю на увазі також критику моїх власних помилок), він майже завжди влучає у ціль. Докінз спеціально розтлумачує логіку своїх аргументів, щоби читач міг скористатися нею і поглибив ці аргументи (та навіть уявив себе Докінзом). Ці аргументи поглиблюються у багатьох напрямках. Наприклад, якщо (на думку Докінза) основою комунікації між тваринами є обман, то повинен існувати потужний добір на користь обману, що має зі свого боку обирати певний рівень самообману. Задля цього деякі факти та мотиви стають несвідомими, щоби не вказувати обман, до якого вдаються. Отже, традиційне уявлення про те, що природний добір сприяє нервовим системам продукувати більш точні образи світу, мабуть, є надзвичайно наївним поглядом на ментальну еволюцію.

Нещодавній прогрес у вивченні соціальної теорії був достатньо значним, щоби породити невелике збурення контрреволюційної активності. Пролунало, наприклад, що він є, по суті, частиною циклічної змови, аби завадити соціальному успіху, оголосивши його генетично неможливим. Подібні думки повинні були створити враження, що соціальна теорія Дарвіна є реакційною в сенсі її політичних натяків. Насправді, це не так. Фішер та Гамільтон вперше чітко говорять про генетичну рівність статей. Те-

орія та кількісні дані, отримані від соціальних комах, демонструють, що не існує жодних спадкових тенденцій щодо домінування батьків над їхнім потомством (або навпаки). А концепції батьківського внеску та жіночого вибору забезпечують об'єктивний та неупереджений базис для розгляду статевих відмінностей, суттєве сприяння популярним зусиллям щодо підтримки влади та прав жінок у нефункціональному болоті біологічної ідентичності. Одним словом, соціальна теорія Дарвіна натякає на внутрішню симетрію та логіку соціальних відносин. Їх глибоке сприйняття здатне перемінити наше розуміння політики та забезпечить інтелектуальну підтримку науки та медичної психології. У процесі роботи це також надасть глибше розуміння багатьох причин нашого страждання.

РОБЕРТ А. ТРІВЕРС

Гарвардський університет, липень 1976 р.

ПРОЛОГ ДО ПЕРШОГО ВИДАННЯ

Цю книгу слід читати майже як наукову фантастику. Вона покликана вразити уяву читача. Але це не наукова фантастика — це наука. Хоч це виглядає як кліше, але моє ставлення до істини точно передає вислів «дивовижніше за фантастику». Ми є машинами для виживання — самостійними роботами, що сліпо запрограмовані на збереження егоїстичних молекул, відомих як гени. Саме ця істина продовжує наповнювати мене подивом. Хоча вона відома мені вже багато років, здається, що я ніколи остаточно до неї не звикну. Сподіваюся лише, що мені вдасться здивувати інших.

Коли я писав цю книгу, через моє плече заглядали три уявні читачі, яким я її присвятив. Перший — пересічний читач, нефакхівець. Заради нього я намагався уникати професійного жаргону, а там, де мусив вживати спеціальні терміни, брався їх пояснювати. Зараз я вважаю, що не завадило б викинути більшу частину нашого жаргону з наукових журналів також. Я виходив із того, що хоч читач не має спеціальних знань, але не є бовдуrom. Кожен може популяризувати науку, якщо спростити її до максимуму. Я ж усіляко намагався популяризувати деякі глибокі та складні ідеї, викладаючи їх простою мовою, але не на шкоду суті. Не знаю, чи мені це вдалося і чи досяг я успіху щодо іншої моєї амбіції: зробити книгу такою цікавою та захопливою, як на те заслуговує її предмет. Я давно вважав, що біологія має хвилювати не згірш за якийсь пригодницьке оповідання, бо саме ним вона і є. Дуже хочеться вірити, що я хоч трохи захопив тим азартом, що його може викликати сама тема.

Другий мій уявний читач — факхівець. Це жорсткий критик, що нервово сопе через деякі мої аналогії та фігури

мови. Його улюбленими словами є «за винятком», «але з іншого боку» та «гм». Я уважно дослухався до нього та навіть переписав один розділ, але, зрештою, розповів історію так, як я її бачу. Фахівець, однак, не буде остаточно задоволений моєю манерою викладу. Проте я дуже сподіваюся, що навіть він натрапить тут на щось нове — можливо, новий погляд на відомі ідеї або навіть стимул для власних нових ідей. Якщо це надто зухвало, то, може, ця книга хоча б розважить його у потязі?

Третім читачем, якого я мав на увазі, є студент — певна проміжна ланка між пересічним громадянином та експертом. Якщо він все ще не визначився щодо галузі, де хоче стати фахівцем, я сподіваюся заохотити його обрати мою улюблену зоологію. Адже є краща причина для вивчення зоології, ніж її можлива «корисність», а також загальна привабливість тварин. Вона полягає в тому, що ми, тварини, є найбільш складними та досконалими механізмами у відомому нам Всесвіті. Якщо розглядати цю науку саме так, важко збагнути, чому люди вивчають щось інше! Для того ж студента, що уже присвятив себе зоології, моя книга, сподіваюся, може мати деяку освітню цінність. Адже йому доводиться працювати з оригінальними статтями і фаховою літературою, на яких базується моє дослідження. Якщо ці оригінальні джерела йому важко перетравити, моя проста інтерпретація, можливо, стане у пригоді як вступ та доповнення.

Певна річ, намагаючись догодити трьом різним категоріям читачів, наражаєшся на очевидні небезпеки. Зазначу лише, що я добре розумів ці небезпеки, але потрібність такої спроби, здається, їх переважила.

Я — етолог, і ця книга про поведінку тварин. Мій борг перед етологічною традицією, що в ній я виховувався, було б складно окреслити. Зокрема Ніко Тінберген навіть

не уявляє вагу свого впливу на мене протягом дванадцяти років роботи під його керівництвом в Оксфорді. Вислів «машина для виживання» хоча й не його за суттю, цілком міг би належати йому. Але нещодавно етологію збадьорило надходження свіжих ідей із джерел, що зазвичай не вважались етологічними. Ця книга значною мірою базується саме на цих нових ідеях. Їхні автори, серед яких Дж. К. Вільямс, Дж. Мейнард Сміт, В. Д. Гамільтон та Р. Л. Тріверс, згадуються у відповідних місцях тексту.

Різні люди запропонували для книги влучні назви, які я із вдячністю використав для окремих розділів: «Безсмертні спіралі» — це Джон Кребс; «Генна машина» — Десмонд Морріс; «Братерство генів» — Тім Глаттон-Брок та Джин Докінз незалежно один від одного, хай вже вибачить мені Стівен Поттер.

З уявними читачами, звісно, можна пов'язувати певні сподівання та прагнення, але практичної користі від них значно менше, ніж від реальних. Я неймовірно доскіпливий щодо виправлень, через що Меріан Докінз довелося переречити щоразу інші варіанти кожної сторінки. Її суттєві знання біологічної літератури та розуміння на теорії разом з її безмежною моральною підтримкою були для мене неймовірно цінними. Джон Кребс також прочитав чернетку книги. Він знає про її предмет більше за мене і був безмежно щедрим, радячи та пропонуючи. Гленіс Томсон та Волтер Бодмер критикували мій виклад генетичних тем по-доброму, але суворо. Потерпаю, що навіть кінцева редакція не здатна остаточно їх задовольнити, але маю надію, що певне покращення вони визнають. Я надзвичайно вдячний за їхній час та терпіння. Джон Докінз пильно відстежував всі неточні формулювання, а також пропонував чудові конструктивні пропозиції щодо їхнього виправлення. Кращого «розумного неспеціаліс-

та», ніж Максвелл Стамп, годі було б і шукати. Його про-
никливість щодо недоліків стилю першого чорнового ва-
ріанта багато зробила для остаточної версії.

Серед інших, хто конструктивно критикував окремі роз-
діли або давав свої експертні поради, я маю назвати Джо-
на Мейнарда Сміта, Десмонда Морріса, Тома Машлера,
Ніка Блертона Джонса, Сару Кетлвелл, Ніка Гампфрі, Тіма
Глаттон-Брока, Луїз Джонсон, Крістофера Грема, Джеффа
Паркера, а також Роберта Тріверса. Пат Сірл та Стефані
Верховен не лише кваліфіковано надрукували рукопис,
але й запевняли, що роблять це із задоволенням. Нарешті,
хочу подякувати Майклу Роджерсу з «Оксфорд Юнівер-
сіті Пресс», що не обмежився критикою рукопису, а ви-
йшов за межі своїх службових обов'язків, займаючись
усіма аспектами підготовки цієї книги.

РІЧАРД ДОКІНЗ

1976 р.

1

НАВІЩО ЖИВУТЬ ЛЮДИ?

Розумне життя на будь-якій планеті досягає зрілості, коли вперше окреслює причину свого власного існування. Якщо колись Землю відвідають вищі істоти з космосу, то перше запитання, яке вони поставлять задля оцінки рівня нашої цивілізації, буде таким: «Чи відкрили вони вже еволюцію?» Живі організми існували на Землі понад три тисячі мільярдів років, навіть не здогадуючись, навіщо, поки істина врешті не осяяла одного з них. Це був Чарльз Дарвін. Задля справедливості слід сказати, що інші теж натякали на істину, але саме Дарвін першим сформулював послідовну й логічну думку про те, навіщо ми існуємо. Він посприям, аби ми змогли дати розумну відповідь цікавій дитині, запитання якої й стало назвою цього розділу. Нам вже не треба удаватись до марновірства, маючи справу з одвічними запитаннями: Чи існує сенс життя? Задля чого ми живемо? Що таке людина? Поставивши останнє з цих запитань, видатний зоолог Дж. Г. Сімпсон сказав: «Хочу наголосити, що всі спроби відповісти на це запитання до 1859 року нічого не варті і ми добре зробимо, якщо цілковито їх ігноруватимемо»*.

Сьогодні теорія еволюції викликає не більше сумнівів, ніж те, що Земля обертається навколо Сонця, але всього значення здійсненої Дарвіном революції ми ще не усвідо-

мили. Зоологія залишається в університетах другорядним предметом, і навіть ті, хто обирає для себе її вивчення, часто приймають таке рішення, не надто замислюючись про глибоке філософське значення цієї науки. Філософія та предмети, відомі як «гуманітарні», ще викладаються так, мовби Дарвін ніколи не жив на цьому світі. Безумовно, згодом це зміниться. Зрештою, ця книга не прагне захистити дарвінізм загалом. Натомість вона розгляне наслідки еволюційної теорії для конкретного випадку. Моєю метою є дослідити біологію егоїзму та альтруїзму.

Окрім наукового інтересу, очевидна також важливість цієї теми для самих людей. Вона стосується всіх аспектів нашого суспільного життя, нашої любові та ненависті, протистояння та співпраці, жертвності та злодійства, нашої жадібності та щедрості. Саме цьому присвячені твори Лоренца «Про агресію», Ардрі «Соціальний контракт», а також Ейбл-Ейбесфельдта «Любов та ненависть». Але особливість цих книг у тому, що їхні автори сприймають все цілковито неправильно. Вони насамперед не до кінця збагнули, як працює еволюція. Бо виходять із хибного припущення, що користь для *виду* (групи) з точки зору еволюції важливіша за користь для індивіда (гена). Цікаво, що Ешлі Монтегю розкритикував Конрада Лоренца як «прямого нащадка мислителів дев'ятнадцятого століття — прихильників ідеї про "природу із закривавленими іклами та пазурами"». Наскільки я розумію погляди Лоренца на еволюцію, він мав би бути абсолютно заодно з Монтегю, заперечуючи натяки цієї знаменитої фрази Теннісона. На відміну від них обох, я вважаю, що «природа із закривавленими іклами та пазурами» чудово розкриває наші сучасні уявлення про природний добір.

Перш ніж викласти свої аргументи, я хочу коротко пояснити, що це за аргументи, а також чим вони не є. Якби

нам сказали, що хтось прожив довге й успішне життя у світі чиказьких гангстерів, це б створило в нас ґрунт для певних уявлень. Ми б могли очікувати від цієї людини жорстокості, схильності застосовувати зброю, а також здатності заводити вірних друзів. Таке уявлення не було би цілковито безпомилковим, але, знаючи про обставини випробувань та добробуту тієї чи іншої людини, можна зробити певні висновки про її характер. Цією книгою я хотів сказати, що ми, а також усі інші тварини, є машинами, створеними нашими генами. Подібно до успішних чиказьких гангстерів, наші гени вижили (подеколи йдучи до нас крізь мільйони років) у надзвичайно конкурентному світі. Це дає нам право сподіватися від них певних властивостей. Я би запевнив, що від успішного гена насамперед слід очікувати безжального егоїзму. Цей генний егоїзм зазвичай робить егоїстичною і поведінку індивіда. Проте, як ми пересвідчимося далі, існують особливі обставини, в яких ген може безперешкодно досягати своїх власних егоїстичних цілей, заохочуючи обмежену форму альтруїзму на рівні окремих тварин. Зверніть увагу на слова «особливі» та «обмежену» в останньому реченні. Як би нам не хотілося вірити в інше, загальні любов та добробут виду загалом є концепціями, що цілком не мають еволюційного сенсу.

Це підводить мене до першого моменту, на якому я хочу наголосити, пояснюючи, чим *не* є ця книга. Вона не є захистом певної моралі, що ґрунтується на еволюції*. Я лише розповідаю, як виникли ті чи інші речі. Я не пояснюю, як ми маємо поводитися з погляду моралі. Наголошую на цьому, бо передбачаю ризик неправильного розуміння людьми, доволі численними, що нездатні відрізнити констатацію факту від пропаганди. Як на мене, жити в людському суспільстві, базованому виключно на генному законі загального безжального егоїзму, було б дуже неприємно.

Але, на жаль, хоч як би ми про щось не шкодували, факти залишаються фактами. Ця книга, насамперед, покликана зацікавити вас, але якщо ви хочете отримати певну мораль, можете читати її як попередження. Знайте, що якщо ви, як і я, мрієте про суспільство, де індивіди щедро та альтруїстично співпрацюватимуть заради спільного блага, не слід чекати якоїсь допомоги від біологічної природи. Спробуймо хоча б *навчати* щедрості та альтруїзму, позаяк ми народжуємось егоїстами. Збагнімо, чого прагнуть наші власні егоїстичні гени, бо тоді в нас, принаймні, буде шанс порушити їхні плани, на що не наслідився ще жодний інший вид живих істот.

Із цих зауважень щодо навчання випливає, що вважати генетично успадковані ознаки, за визначенням, постійними та незмінними є помилкою (до речі, дуже поширеною). Наші гени можуть налаштувати нас на егоїзм, але ми не зобов'язані коритися їм усе своє життя. Просто навчитися альтруїзму може бути складніше, ніж якби ми були генетично запрограмовані на нього. Серед усіх тварин лише людина керується культурою, засвоєною та переданою наступним поколінням. Хтось може запевняти, що культура аж так важлива, що гени, егоїстичні вони чи ні, практично не мають стосунку до розуміння людської природи. Інші з цим не погодяться. Це залежатиме від того, яку позицію ви оберете у суперечці природи проти виховання як вирішальних факторів людських властивостей. Так в розмові з'являється другий момент про те, чим не є ця книга: вона не є обстоюванням тієї чи іншої позиції в полеміці про роль природи та виховання. Певна річ, я маю щодо цього власну думку, але не маю наміру її тут висловлювати, окрім як у контексті погляду на культуру, представленого в заключному розділі. Навіть якщо гени справді не мають жодного впливу на визначення

поведінки сучасної людини, якщо ми дійсно є у цьому унікальними серед тварин, однак щонайменше цікаво дослідити правило, винятком з якого ми лише нещодавно стали. А якщо наш вид не є таким вже винятком, як нам, можливо, хотілося б думати, то дослідити це правило ще важливіше.

Третій момент полягає в тому, що ця книга не є детальним описом поведінки людини або будь-якого іншого конкретного виду тварин. Я використовуватиму фактичні деталі лише як ілюстративні приклади. Я не казатиму тут: «Спостерігаючи за бабуїнами, ви пересвідчитесь в їх егоїстичності, а тому існує ймовірність, що поведінка людей також егоїстична». Логіка мого аргументу з чиказьким гангстером дещо інша. Вона полягає в тому, що люди та бабуїни еволюціонували за рахунок природного добору. Якщо поглянути, як працює природний добір, видасться, що всі істоти, що виникли внаслідок нього, мають бути егоїстичними. Тому ми повинні очікувати, що, поспостерігавши за поведінкою бабуїнів, людей, а також інших живих істот, вона видасться егоїстичною. Якщо ж наші очікування не справдяться, бо ми пересвідчимось, що людська поведінка насправді є альтруїстичною, це означатиме, що ми натрапили на щось загадкове, що потребує пояснення.

Перш ніж рухатися далі, нам потрібно прояснити одне визначення. Певна істота, наприклад, бабуїн, називається альтруїстичною, якщо її поведінка спрямована на підвищення добробуту іншої істоти за рахунок свого власного. Егоїстична ж поведінка має цілковито протилежне спрямування. «Добробут» визначається як «шанси на виживання», навіть якщо його вплив на реальні перспективи життя та смерті настільки малий, що здається несуттєвим. Один із цікавих висновків сучасної версії теорії Дарвіна

полягає в тому, що й незначні та крихітні впливи на вірогідність виживання можуть мати дуже велике значення для еволюції. І це завдяки значній кількості часу, яку мали такі впливи для прояву.

Важливо пам'ятати, що наведені визначення альтруїзму та егоїзму є *поведінковими*, а не суб'єктивними. Я не маю на увазі психологію мотивів. І не маю наміру сперечатися, чи «справді» люди, що поведуться альтруїстично, чинять це через певні таємні чи підсвідомі егоїстичні мотиви. Може й так, а може й ні. А ще може статися, що ми ніколи про це не довідаємося, але в будь-якому разі, моя книга не про це. Моє визначення стосується лише того, чи зменшує/підвищує *вплив* певної дії перспективи виживання як гаданого альтруїста, так і гаданого об'єкта альтруїзму.

Продемонструвати впливи поведінки на довготривалі перспективи виживання дуже складно. На практиці, застосовуючи це визначення до реальної поведінки, ми повинні пом'якшувати його словом «очевидно». Очевидно альтруїстична дія — це та, що, на перший погляд, покликає збільшити (хоч і не так, щоб дуже) шанси альтруїста на смерть, а шанси об'єкта — на виживання. Коли уважніше глянути, часто виявляється, що акти очевидно-го альтруїзму насправді є приховано егоїстичними. Я не маю наміру переконувати, що базові мотиви є приховано егоїстичними, але реальний вплив цього акту на перспективи виживання є протилежним до того, що ми собі уявляли спочатку.

Наведу кілька прикладів очевидно егоїстичної та очевидно альтруїстичної поведінки. Маючи на думці наш власний вид, складно подолати звичку до суб'єктивного мислення, тому я краще використаю для прикладу інших тварин. Наведу декілька різних прикладів егоїстичної поведінки окремих індивідів.

Мартин звичайний гніздиться великими колоніями, де відстань між гніздами — приблизно метр. Коли пташенята щойно вилупилися з яєць, вони ще надто малі й беззахисні, тому ними легко поживитися. Мартинам звично дочекатися, коли сусіди відвернуться або, наприклад, полетять ловити рибу, щоби схопити одне з їхніх пташенят та ковтнути його. Так вони отримують добру поживу, не витрачаючи час на риболовлю, а також не залишають без захисту власні гнізда.

Більш відомим є моторошний канібалізм самиць богомолів. Богомоли — це такі великі м'ясоїдні комахи. Зазвичай вони харчуються меншими комахами (наприклад, мухами), але нападають майже на все, що рухається. Під час спарювання самець обережно підкрадається до самиці, вилазить на неї та копулює. Якщо самиці тільки випаде шанс, вона його з'їсть, почавши з голови, коли самець ще наближатиметься чи тоді, як він на неї вилізе, або після того, як вони розділяться. Здавалося б, найрозумніше для неї дочекатися закінчення копуляції, а вже потім братися його їсти. Але схоже на те, що втрата голови не вибиває тіло самця зі статевого ритму. Оскільки в голові комахи містяться деякі стримуючі нервові центри, можливо, що, з'їдаючи голову самця, самиця тільки покращує його статеву продуктивність*. Якщо так, то це додаткова вигода. Головною ж є отримання доброї поживи.

Для таких крайніх випадків, як канібалізм, слово «егоїстичний» може видатися применшенням, хоча воно є чудовою ілюстрацією до нашого визначення. Можливо, нам простіше поспівчувати боягузливій поведінці імператорських пінгвінів у Антарктиці. Було помічено, що вони стоять біля води і не наважуються пірнути, бо бояться, що їх з'їсть морський леопард. Якби хоч один із них пірнув, решта би точно дізналась, є там леопард чи

ні. Певна річ, ніхто не хоче бути піддослідним, а тому вони стоять собі й чекають, іноді намагаючись зіштовхнути у воду один одного.

У простіших випадках егоїстична поведінка може проявлятися у відмові ділитись якимось цінним ресурсом, на кшталт їжі, території чи статевих партнерів. А тепер кілька прикладів очевидно альтруїстичної поведінки.

Поведінка робочих бджіл, коли вони жалять викрадачів меду, є дуже ефективним захистом вулика. Але бджоли, що жалять ворога, йдуть на вірну смерть. Річ у тім, що разом із жалом з тіла зазвичай вириваються життєво важливі внутрішні органи, і бджола невдовзі помирає. Її самогубство може врятувати необхідні бджолині колонії запаси їжі, але сама вона скористатися з цього вже не зуміє. За нашим визначенням, це є актом альтруїстичної поведінки. Пам'ятайте, що ми не говоримо про свідомі мотиви. Як тут, так і в егоїстичних прикладах, їх може й не бути, а тому для нашого визначення вони не важливі.

Коли хтось кладе своє життя за друзів, це очевидний альтруїзм, але альтруїзмом також є й невеличкий ризик заради них. Багато дрібних птахів, побачивши хижака (наприклад, яструба), подають характерні сигнали біди, щоби попередити зграю. Існують непрямі докази того, що птах, який сигналізує про загрозу, наражається на серйозну небезпеку, бо привертає до себе увагу хижака. Це лише невеликий додатковий ризик, але, згадавши визначення альтруїзму, його, без сумніву, можна кваліфікувати як альтруїстичний акт.

Найпоширенішими та найпомітнішими актами альтруїзму серед тварин є альтруїзм батьків, насамперед матерів, заради своїх дитинчат. Самиці висиджують їх у гніздах або виношують у власному тілі, годують, докладаючи величезних зусиль і наражаються на великі ризики, захищаючи їх

від хижаків. Розглянемо лише один конкретний приклад. Багато птахів, що гніздяться на землі, рятуючись від хижака (скажімо, лисиці), використовують так звану «відволікаючу демонстрацію». Один із батьків починає накульгувати геть від гнізда, тримаючи одне крило так, немов воно зламане. Хижак, сподіваючись на легку здобич, віддаляється від гнізда з пташенятами. Врешті птах припиняє прикидатися та злітає якраз вчасно, щоб уникнути лисячих щелеп. Така тактика, вочевидь, рятує життя пташенят, але загрозна для самого птаха.

Я не намагаюся переконати цими історіями. Наведені приклади навряд чи є серйозними доказами для будь-якого вартого довіри узагальнення. Вони лише ілюструють моє розуміння альтруїстичної та егоїстичної поведінки на рівні індивідів. Ця книга продемонструє, як фундаментальний закон, що його я називаю *егоїстичністю генів*, визначає індивідуальний егоїзм та індивідуальний альтруїзм. Але спершу слід спростувати одне поширене помилкове пояснення альтруїзму, яке навіть вивчають у школах.

Воно базується на хибному уявленні, яке я вже згадував, що живі істоти еволюціонують з метою робити щось «на користь виду» або «на користь групи». Легко зрозуміти, як ця ідея зародилась у біології. Значна частина життя тварин присвячена відтворенню, і більшість актів альтруїстичної самопожертви, що трапляються в природі, здійснюють батьки заради власних дітей. «Збереження виду» є звичайним евфемізмом відтворення, і, без сумніву, є *наслідком* відтворення. Достатньо логічно подумати, щоб виявити, що «функцією» відтворення є збереження виду. А потім досить одного маленького хибного кроку, щоби зробити висновок, що тварини загалом поводитимуться таким чином заради збереження виду. Наступним висновком щодо поведінки інших представників виду може бути тільки альтруїзм.

Такий хід думок можна викласти приблизно, вдаючися до дарвінівських термінів. Еволюція розвивається завдяки природному доборові, а природний добір означає диференційоване виживання «найпристосованіших». Та чи маємо ми на увазі найпристосованіші індивіди, найпристосованіші раси, найпристосованіші види чи щось інше? Іноді це не надто важливо, але не тоді, коли мова про альтруїзм. Види конкурують між собою в процесі, який Дарвін назвав боротьбою за існування, тому індивіда найкраще вважати пішаком, яким жертвують заради вищих інтересів цілого виду. Сформулюємо це у більш шанобливій формі. Група, на кшталт виду або популяції у межах виду, певні члени якої здатні пожертвувати собою заради групи, матиме менші шанси на вимирання, ніж конкурентна група, члени якої дбають за власні егоїстичні інтереси. Тому світ заселяється переважно групами, що складаються із саможертвоних індивідів. У цьому й полягає теорія «групового добору», яку визнавали біологи, що не розуміються на деталях еволюційної теорії. Вона неприховано викладена в знаменитій книзі В. К. Вінн-Едвардса та популяризована в «Соціальному контракті» Роберта Ардрі. Загальновизнану альтернативу зазвичай називають «індивідуальним добром», хоча я віддаю перевагу генному доборові.

Уявімо собі негайну відповідь прихильника «індивідуального добору» на наведений аргумент. Він вважатиме, що навіть у групі альтруїстів майже напевно знайдеться дисидентська меншість, що відмовиться жертвувати собою. Якщо у ній виявиться хоч один егоїстичний бунтівник, схильний експлуатувати альтруїзм решти, то саме він, з огляду на запропоноване визначення, матиме більші за них шанси вижити та мати потомство. До того ж усі його нащадки, очевидно, успадкують його егоїстичні риси. Після кількох поколінь такого природного добору «альтруїстична

група» стане меншою за кількість егоїстичних індивідів, і її вже неможливо буде розрізнити. Навіть якщо уявити малоймовірне існування суто альтруїстичної групи без жодного бунтівника, буде складно обґрунтувати, що стане на заваді міграції егоїстичних індивідів із сусідніх егоїстичних груп і схрещенню між ними.

Прихильник індивідуального добору визнає, що групи поступово вимирають, а також, що на вимирання групи впливає поведінка її членів. Він може навіть визнати, що, *якби* члени групи мали дар передбачення, то збагнули б, що у сталій перспективі їм краще обмежити свою егоїстичну жадобу задля порятунку всієї групи. Скільки про це нещодавно говорилося представникам робітничого класу Британії? Але вимирання групи є повільним процесом, якщо порівнювати зі швидкими пертурбаціями індивідуальної конкуренції. Навіть тоді, коли група повільно і невблаганно щезає, егоїстичні індивіди однак процвітають завдяки альтруїстам. Наділені громадяни Британії даром передбачення чи ні, еволюція сліпа до майбутнього.

Хоча теорія групового добору наразі не користується великою підтримкою серед професійних біологів, що розуміються на еволюції, вона все одно виглядає інтуїтивно вельми привабливою. Одне за одним покоління студентів-зоологів, що закінчують навчання, з подивом виявляють, що ця теорія не є загальновизнаною. Їм важко за це докорити, оскільки в «Посібнику для вчителів біології» для поглибленого вивчення біології у британських школах, виданому фондом Наффілда, ми натрапляємо на таке: «У вищих тварин поведінка може набувати форми індивідуального самогубства заради забезпечення виживання виду». Щасливий невідомий автор цього посібника навіть не підозрює, що сказав щось контroversійне. Під цим оглядом він склав компанію одному лауреату Нобелівської премії,

адже в своїй книзі «Про агресію» Конрад Лоренц говорить про функції «збереження виду» агресивної поведінки, що дбає про розмноження лише найпридатніших індивідів. Це приклад аргументу, що заводить у заворожене коло, але річ у тім, що ідея групового добору вкорінилася настільки глибоко, що Лоренц, зрештою, як і автор Наффідського посібника, таки не збагнув, що його твердження суперечать загальноновизнаній теорії Дарвіна.

Нещодавно я почув на каналі «Бі-Бі-Сі» інший такий приклад в телепередачі про австралійських павуків, до якої, в принципі, більше нема за що прискіпатися. У цій передачі пані «експерт» зауважила, що переважна більшість новонароджених павучків стає здобиччю інших видів, а тоді додала: «Мабуть, це є справжньою метою їхнього існування, адже для збереження виду достатньо вижити лише кільком»!

У своєму «Соціальному контракті» Роберт Ардрі скористався теорією групового добору для опису суспільного ладу загалом. Він упевнено сприймає людину як вид, що збився на манівці зі шляху тварин. Ардрі, принаймні, проробив чималу роботу. Його позиція не погодиться із загальноновизнаною теорією була свідомою, і за це він заслуговує на повагу.

Мабуть, однією з причин великої привабливості теорії групового добору є те, що вона не суперечить моральним і політичним ідеалам, що їх поділяє більшість із нас. Ми таки досить часто поводимось як егоїстичні індивіди, але в найбільш ідеалістичні миті шануємо і захоплюємося тими, хто ставить на перший план добробут інших. Щоправда, ми дещо плутаємося, інтерпретуючи слово «інші». Часто альтруїзм у межах групи сусідить із егоїзмом між групами. Це є основою профспілкового руху. На іншому рівні головну вигоду від нашої альтруїстичної самопожертви отримує

держава, що вимагає від молоді готовності померти як індивідам заради більшої слави своєї країни. Мало того, їх заохочують убивати інших індивідів, про яких їм нічого не відомо, лише те, що вони належать до іншої нації. (Важливо, що у мирний час заклики до індивідів пожертвувати чимось задля покращення їхнього життя виглядають менш ефективними, ніж покласти життя у час війни.)

Зараз поширена реакція проти расизму та патріотизму, а також тенденція робити об'єктом наших дружніх почуттів увесь людський вид. Таке гуманістичне розширення мети нашого альтруїзму призводить до цікавого наслідку, що, так виглядає, підтверджує еволюційну ідею «користі для виду». Політичні ліберали, що, зазвичай, є найвідданішими прихильниками видової етики, сьогодні найбільше зневажають тих, хто скеровує свій альтруїзм на інші види. Коли я скажу, що більше переймаюся тим, щоб завадити винищенню великих китів, ніж покращенням рівня життя людей, то, певна річ, шокую деяких із моїх друзів.

Переконання, що представники нашого власного виду заслуговують на більше моральне співчуття, ніж представники інших видів, є давнім і глибоким. Недарма найсерйознішим з усіх злочинів вважається вбивство людини не на війні. Ще більше засуджується нашою культурою людожерство (навіть мерців). Проте ми із великим задоволенням поїдаємо представників інших видів. Багатьох із нас лякає думка про смертний вирок навіть для найжахливіших злочинців-людей, але водночас ми легко схвалюємо відстріл без суду і слідства не таких вже й страшних шкідників-тварин. До того ж ми залюбки вбиваємо представників інших нешкідливих видів заради відпочинку та розваги. Людський зародок, що відчуває не більше за амебу, користується значно більшими перевагами і правовим захистом, аніж дорослий шимпанзе. Хоча шимпанзе відчуває, мис-

лить і — за результатами нещодавніх експериментів — навіть здатен у певному обсязі засвоїти людську мову. Але ж зародок належить до нашого власного виду, а тому негайно отримує особливі привілеї та права. Річард Райдер використовує для цього термін «видизм». Не певен, чи можна дібрати для логічного обґрунтування такої вибіркової етики інше слово, ніж «расизм». Але я точно знаю, що належної бази в еволюційній біології вона не має.

Нелогічність людської етики щодо щабля, де альтруїзм є бажаним (родини, нації, раси, виду або всього живого) віддзеркалюється у паралельній плутанині в біології щабля, де слід сподіватися альтруїзму згідно з теорією еволюції. Навіть прихильник групового добору не буде здивований, виявивши ворожість між представниками конкурентних груп — саме так, подібно до членів профспілки або солдатів, вони сприяють своїй власній групі в боротьбі за обмежені ресурси. Але тоді варто поцікавитися, як прихильник групового добору вирішує, який щабель є важливим. Якщо добір відбувається між групами всередині виду та між видами, чому б йому не відбуватися також між більшими групами? Види об'єднуються в роди, роди — в ряди, а ряди — в класи. Леви та антилопи належать до одного класу ссавців, як і ми. Чи не слід нам тоді сподіватися, що леви утримуватимуться від вбивства антилоп «заради користі для всіх ссавців»? Безумовно, вони мали б полювати вже на птахів або рептилій, щоби запобігти вимиранню свого класу. Але як тоді щодо потреби зберегти весь тип хребетних?

Мені, звісно, подобається доводити свої аргументи до абсурду і звертати увагу на складнощі теорії групового добору, але очевидне існування індивідуального альтруїзму і далі потребує пояснення. Ардрі заходить настільки далеко, що називає груповий добір єдиним можливим поясненням поведінки, на кшталт високих стрибків газелей Томсона.

Ці енергійні та показні стрибки перед хижаком аналогічні сигналові небезпеки у птахів: видається, що вони попереджають інших про небезпеку, водночас привертаючи увагу хижака до самих стрибунів. Ми зобов'язані пояснити таку поведінку газелей та подібні явища, і саме це я маю намір зробити у подальших розділах.

Та спершу я наведу аргументи, що еволюцію краще розглядати з точки зору добору, що відбувається на найнижчому з усіх рівнів. У цьому мене надзвичайно переконала чудова книга Дж. К. Вільямса «Адаптація та природний добір». Цікаво, що предтечею центральної ідеї, що нею я скористаюсь, став А. Вейсман ще в догенну епоху на зламі століть і його доктрина «безперервності зародкової плазми». Я стверджуватиму, що основною одиницею добору, а, отже, егоїзму, є не вид, не група, і навіть, якщо уважно розглянути, не індивід. Насправді це ген, одиниця спадковості*. Деяким біологам це твердження спочатку може видатися дещо екстремальним. Сподіваюся, що коли вони збагнуть той сенс, який я вкладаю у нього, то погодяться, що нічого надзвичайного тут насправді немає, навіть якщо й висловлено воно дещо незвичним чином. Для обґрунтування моєї думки потрібен час, тому почнемо ми з початку, з самого походження життя.

2

РЕПЛІКАТОРИ

Спочатку була простота. Світ був простим, але навіть його виникнення пояснити доволі складно. Гадаю, що пояснити раптову появу такого складного явища, як життя, або ж істоти, здатної створювати життя, буде ще складніше. І тут нам якраз стане у пригоді еволюційна теорія Дарвіна з її природним добором, що здатна пояснити, яким чином простіше змінилося складнішим, невпорядковані атоми згуртувались у дедалі складніші структури, поки все це не завершилося створенням людини. Дарвін пропонує рішення (єдине правдоподібне з усіх наразі запропонованих) глибокої проблеми нашого існування. Я спробую пояснити цю велику теорію з більш загального погляду, ніж зазвичай, почавши з часу ще до початку еволюції як такої.

Дарвінівське «виживання найприспосованіших» насправді є особливим випадком більш загального закону *виживання стабільного*. Всесвіт населений стабільними об'єктами. Стабільний об'єкт — це набір атомів, належно постійний або поширений, щоби отримати свою назву. Це може бути унікальний набір атомів, наче гора Маттергорн в Альпах, що існує досить давно, щоби бути вартим найменування. Або це може бути певний клас істот, що наче краплі дощу, розпочинають своє існування в досить швидкому темпі, і заробили колективну назву, навіть якщо будь-хто з них

живе недовго. Всі об'єкти, що ми бачимо навколо себе і що потребують пояснення (скелі, галактики, океанські хвилі), щонайменше є стабільними структурами атомів. Мильні бульбашки набувають форму сфери, бо вона є стабільною конфігурацією для тонких плівок, наповнених газом. На борту космічного корабля вода також весь час стабільна у вигляді сферичних кульок, але на землі, де діє гравітація, стабільна поверхня для стоячої води є пласкою та горизонтальною. Кристали солі набувають форми куба, бо це є сталим способом поєднання разом іонів натрію та хлору. На сонці найпростіші з усіх атомів — атоми водню — об'єднуються в атоми гелію, бо за умов, що там переважають, конфігурація гелію більш стабільна. Інші, ще складніші атоми формуються на зірках по всьому Всесвіті, починаючи з самого «великого вибуху», що, згідно з панівною теорією, призвів до його виникнення. Саме звідти й походять складові елементи нашого світу.

Іноді, коли атоми зустрічаються, відбувається хімічна реакція, в результаті якої вони об'єднуються в більш-менш стабільні молекули. Часом подібні молекули бувають дуже великими. Такий кристал, як діамант, можна вважати окремою молекулою, цілком сталою, але також дуже простою, бо її внутрішня атомна структура безкінечно повторюється. В сучасних живих організмах є й інші великі і дуже складні молекули, і їхня складність виявляється на кількох рівнях. Гемоглобін нашої крові є типовою молекулою білка. Вона побудована з ланцюжків менших молекул (амінокислот), кожна з яких містить кілька десятків атомів, організованих у чітку структуру. Загалом у молекулі гемоглобіну міститься 574 молекули амінокислот. Вони зібрані в чотири ланцюжки, що переплітаються між собою, утворюючи кулясту тривимірну структуру дивовижної складності. Модель молекули гемоглобіну схожа радше на густий

колючий кущ. Але, на відміну від справжнього колючого куща, це не якесь випадкове утворення, а чітка й незмінна структура, де всі відгалуження та вигини мають своє місце, ідентично повторювана в організмі звичайної людини понад 6×10^{21} разів. Точна форма колючого куща молекули білка, наприклад, гемоглобіну, є сталою, бо два ланцюжки, що містять однакові послідовності амінокислот, наче дві гілочки, зазвичай урівноважуються в абсолютно однаковій тривимірній звивистій конструкції. Одні «кущі» гемоглобіну розростаються до своєї «бажаної» форми у вашому організмі зі швидкістю десь 4×10^{14} на секунду, а інші з такою самою швидкістю руйнуються.

Гемоглобін є сучасною молекулою, яку я використав для ілюстрації принципу, що атоми мають тенденцію до об'єднання у стабільні структури. Доречно наголосити, що навіть до появи життя на землі певна елементарна еволюція молекул могла відбуватися завдяки звичайним процесам фізики та хімії. Тут не варто бачити якийсь задум, мету чи спрямування. Якщо якась група атомів в присутності джерела енергії об'єднується в сталу структуру, вона зазвичай залишається такою. Найдавнішою формою природного добору був добір сталих форм і відхилення несталих. У цьому немає нічого дивного. Це мало статися за визначенням.

Але не варто робити висновок, що існування таких складних об'єктів, яким є людина, можна пояснити суто такими самими принципами. Не можна узяти потрібну кількість атомів і збовтати їх разом з певною кількістю зовнішньої енергії, доки вони не об'єднуються у необхідну структуру, і з колби не постане Адам! У такий спосіб можна отримати молекулу з кількох десятків атомів, однак людина складається з понад 1×10^{27} атомів. Щоби спробувати створити людину, доведеться працювати над її біохімічним шейкером стільки, що весь вік Всесвіту здасться миттю, і навіть

це не дасть успіху. Саме тут доречно згадати теорію Дарвіна в її найбільш загальному вигляді. Вона береться до справи там, де історія повільної побудови молекул безпорадна.

Опис походження життя, що я наводжу, є наперед спекулятивним, бо він не міг мати свідків. Сьогодні існує кілька суперечливих теорій, але вони мають певні спільні моменти. Сподіваюся, що мій спрощений опис не надто далеко відбіг від істини*.

Ми не знаємо, якої хімічної сировини було на Землі вдовосталь до появи життя, але цілком вірогідними варіантами є вода, двоокис вуглецю, метан та аміак: відомо, що всі ці прості сполуки присутні, принаймні, на деяких інших планетах нашої сонячної системи. Хіміки спробували відтворити хімічні умови молодій Землі. Вони брали ці прості речовини до колби та забезпечували джерело енергії — наприклад, ультрафіолетове світло або електричні розряди (штучну імітацію первісних блискавок). Після кількох тижнів за таких умов усередині колби зазвичай виявляли щось цікаве: рідкий брунатний бульйон із вмістом великої кількості молекул, складніших за попередні. Зокрема, там були виявлені амінокислоти — будівельні блоки білків, один із двох великих класів біологічних молекул. До проведення цих експериментів природні амінокислоти вважались ознакою наявності життя. Якби вони були виявлені, скажімо, на Марсі, життя на цій планеті було б доведене. Тепер їхнє існування має означати лише присутність кількох простих газів у атмосфері, діючих вулканів, сонячного світла або грозової погоди. Згодом відтворення в лабораторії хімічних умов Землі до появи життя створило органічні речовини під назвою пурини та піримідини. Це вже будівельні блоки молекули гена, самої ДНК.

Аналогічні процеси, мабуть, і створили «первісний бульйон», що, на думку біологів та хіміків, становив собою моря

десь три-чотири мільярди років тому. Подекуди, у шумовинні, що висихало на березі, або у крихітних краплинках суспензії виникла локальна концентрація органічних речовин. Під подальшим впливом енергії ультрафіолетового світла сонця вони об'єднувались у більші молекули. Зараз великі органічні молекули не протрималися б достатньо довго, щоби стати помітними: вони були б стрімко поглинуті та зруйновані бактеріями або іншими живими істотами. Але бактерії виникли пізніше, а тоді великі органічні молекули могли спокійно дрейфувати собі у дедалі гущішому бульйоні.

Якось була випадково сформована вельми цікава молекула. Ми називатимемо її *реплікатором*. Можливо, вона й не була найбільшою або найскладнішою молекулою з усіх, але мала видатну властивість — була здатна створювати копії самої себе. Ця подія може виглядати дуже малоймовірною. Такою вона насправді й була — майже нереальною. В масштабах життя людини такі малоймовірні речі можна вважати практично неможливими. Ось чому ви ніколи не виграте великий приз у футбольній лотереї. Але в наших людських оцінках того, що можливе, а що ні, ми не мали справу з сотнями мільйонами років. Якби ви заповнювали лотерейні білети щотижня протягом сотень мільйонів років, то, швидше за все, зірвали вже декілька джекпотів.

Фактично молекулу, що копіює саму себе, уявити не так складно, як це виглядає на перший погляд, а виникнути їй достатньо лише раз. Подумки намалюйте реплікатор у вигляді форми для виливання металу або матриці. Уявіть, що це велика молекула, яка містить складний ланцюг різного роду молекул — будівельних блоків. Цих невеличких будівельних блоків було вдосталь у бульйоні навколо реплікатора. Тепер вважатимемо, що кожен будівельний блок має структурну спорідненість з іншими блоками свого типу.

Тоді кожного разу, коли будівельний блок з бульйону опиняється поблизу частини реплікатора, з якою має спорідненість, він зазвичай приліплюється до неї. Будівельні блоки, що з'єднуються таким чином між собою, автоматично організуються в послідовність, що нагадує сам реплікатор. Завдяки цьому легко уявити, як вони з'єднуються у сталий ланцюг так само, як і при формуванні первинного реплікатора. Цей процес може тривати з накладанням одного шару на інший. Так само відбувається при формуванні кристалів. Однак два ланцюжки можуть розпастися, і тоді буде два реплікатора, кожен з яких продукуватиме свої копії.

Вірогідний також більш складний варіант, де кожен будівельний блок має спорідненість не з іншими блоками свого типу, а взаємну спорідненість з одним конкретним іншим типом. Тоді реплікатор діятиме як шаблон не для ідентичної копії, а для певного «негативу», що, зі свого боку, відтворюватиме точні копії первинного «позитиву». Для нашої мети нема значення, чи був первісний процес реплікації позитивно-негативним, чи позитивно-позитивним, хоча варто зазначити, що сучасні еквіваленти першого реплікатора, молекули ДНК, використовують позитивно-негативну реплікацію. Значення має лише те, що у світ зненацька прийшов новий різновид «сталості». Цілком імовірно, що раніше жодного конкретного різновиду складних молекул у бульйоні не було вдосталь, бо всі вони залежали від випадкового об'єднання будівельних блоків у певну конкретну сталу конфігурацію. Одразу ж після появи реплікатора він, мабуть, почав швидко поширювати свої копії по всіх морях, поки менші молекули, що виявилися будівельними блоками, не стали дефіцитом, а інші, більші молекули, виникали дедалі рідше.

Отже, на часі приступити до великої популяції ідентичних реплік. Але спершу треба згадати важливу властивість

будь-якого процесу копіювання: він не є ідеальним. Трапляються помилки. Я сподіваюся, що у цій книзі немає друкарських помилок, але, якщо поглянути уважніше, ви, либонь, натрапите на декілька. Вони, може, не здатні спотворити значення речень через власну незначущість. Але уявіть собі час, коли не було друкарських верстатів, а книги, наприклад Євангеліє, копіювалися від руки. Всі писарі, якими б вони не були уважними, припускалися певних помилок, а деякі навіть наважувалися на незначні «покращення» на свій розсуд. Якщо вони робили копії з єдиного оригіналу, головний зміст не надто спотворювався. Але щойно копії почали робитися з копій, що також були зроблені з інших копій, кількість помилок загрозливо накопичилась. Зазвичай ми вважаємо помилки при копіюванні недоліком, а скопійований документ помилки аж ніяк не скрашують. Гадаю, що лише з Септуагінтою (грецький переклад Старого Заповіту) трапилося так, що, неправильно переклавши єврейське слово, що означало «молода жінка» грецьким «діва» та отримавши пророцтво: «Ось Діва в утробі зачне і Сина народить...», учені започаткували щось значне*. Однак, як ми пересвідчимося далі, помилки під час копіювання в біологічних реплікаторах можуть таки призвести до суттєвого покращення, і для прогресивної еволюції життя деякі помилки виявилися дуже важливими. Ми не знаємо, як точно вихідні реплікаторні молекули робили свої копії. Їхні сучасні нащадки, молекули ДНК, є надзвичайно точними порівняно з найбільш високоякісним процесом людського копіювання, але навіть вони іноді роблять помилки, і, врешті-решт, саме ці помилки зробили еволюцію можливою. Вірогідно, вихідні реплікатори припускали значно більше помилок, але кожного разу ми можемо бути впевнені, що помилки траплялися, і ці помилки були кумулятивними.

Саме тоді, як робилися і накопичувались помилки копіювання, первісний бульйон наповнювався популяціями не ідентичних реплік, а кількох різновидів реплікантних молекул, що «походили» від одного й того самого предка. Чи були одні різновиди численнішими за інші? Майже напевно так. Деякі різновиди мали більшу спадкову стабільність, ніж інші. Певні молекули після свого формування мали меншу тенденцію до нового розпаду. Ці типи ставали в бульйоні порівняно численними не лише внаслідок їхньої «довговічності», але й тому, що мали багато часу для самокопіювання. Отже, реплікатори зі значною довговічністю ставали дедалі численнішими, і (за інших рівних умов) у популяції молекул мала виникнути «еволюційна тенденція» до більшої довговічності.

Але інші умови були не рівні, і ще однією властивістю реплікаторів, що, мабуть, мала ще більше значення для їхнього поширення в популяції, стала швидкість реплікації або «поширеність». Якщо реплікаторні молекули типу *A* копіюють себе, в середньому, раз на тиждень, а молекули типу *B* роблять це раз на годину, нескладно зрозуміти, що доволі скоро молекул *A* стане менше, хоч вони і «живуть» значно довше за молекули *B*. Мабуть, саме так діяла «еволюційна тенденція» до вищої «плодючості» молекул у бульйоні. Третьою характеристикою реплікаторних молекул, що мала позитивно проходити добір, була точність реплікації. Якщо молекули типу *X* та типу *Y* «живуть» однаковий час і реплікують з однаковою швидкістю, але *X* робить помилку, в середньому, у кожній десятій реплікації, а *Y* — лише в кожній сотій, саме їх стане більше. Контингент *X* у популяції втрачає не лише заблудлих «дітей», але й усіх їхніх нащадків, наявних або потенційних.

Якщо ви хоч щось знаєте про еволюцію, вам ця інформація видасться дещо парадоксальною. Чи можемо ми взаємно

узгодити ідею про те, що помилки копіювання є важливою передумовою для виникнення еволюції, із твердженням, що природний добір надає перевагу високій точності копіювання? Відповідь виглядатиме так: хоча еволюція виглядає потрібною, надто якщо пам'ятати, що ми є її продуктом, насправді еволюціонувати ніхто й ніщо не «хоче». Еволюція відбувається несамохіть, попри всі зусилля реплікаторів (а зараз генів) запобігти цьому. Жак Моно вельми вдало розтлумачив це в своїй Спенсерівській лекції, в'їдливо зауваживши: «Ще один цікавий аспект теорії еволюції полягає в тому, що всі вважають себе її знавцями!»

Первісний бульйон почали заселяти стабільні різновиди молекул. Стабільні, бо певні молекули зберігалися тривалий час, мали велику швидкість або точність реплікації. Еволюційні тенденції щодо цих трьох видів стабільності відбувались таким чином: якби ви взяли проби бульйону двічі в різний час, то взята пізніше мала б вищу концентрацію різновидів зі значною довговічністю/плодючістю/точністю копіювання. Саме це біологи й називають еволюцією, коли говорять про живі істоти, і механізм тут той самий — природний добір.

Чи маємо ми називати первісні реплікаторні молекули «живими»? А яка різниця? Я можу сказати вам: «Найвидатнішою людиною, що колись жила, був Дарвін», а ви можете заперечити: «Ні, Ньютон», але я маю надію, що суперечку ми припинимо. Річ у тім, що хто б не переміг, на головний висновок це не впливатиме. Факти життя та досягнень Ньютона і Дарвіна залишаються абсолютно незмінними, називатимемо ми їх «видатними» чи ні. Мабуть, й історія реплікаторних молекул відбувалася десь так, як я розповідаю, незалежно від того, чи називатимемо ми їх «живими». Людські страждання виникають, бо надто багато хто не може зрозуміти: слова є лише інструментами, до

яких ми вдаємося, й наявність у словнику такого слова, як «живі», зовсім не означає, що воно обов'язково має стосуватися чогось конкретного в реальному світі. Називатимемо ми ранні реплікатори живими чи ні, вони були прообразами життя — нашими прабатьками.

Наступною важливою ланкою в аргументі, на якій наголошував сам Дарвін (хоча він говорив про тварини і рослини, а не молекули), є *конкуренція*. Первісний бульйон не міг підтримувати нескінченну кількість реплікаторних молекул. Насамперед, розмір землі має свою межу, але й інші обмежуючі фактори теж, мабуть, важливі. В нашій уявній картині реплікатора як форми для виливання або матриці ми уявляли бульйон, густий від невеличких будівельних блоків — молекул, необхідних для виготовлення копій. Та коли реплікатори стали чисельними, будівельні блоки, мабуть, використовувались із такою швидкістю, що стали дефіцитними та коштовними ресурсами. Різні модифікації або різновиди реплікатора, певно, конкурували за них. Ми вже називали фактори, що могли збільшити кількість привілейованих видів реплікатора. Зараз ми бачимо, що менш привілейовані різновиди, чи не через конкуренцію, стали *менш* чисельними і, зрештою, чимало їхніх різновидів вимерли. Серед різновидів реплікатора відбувалася боротьба за існування. Хоча вони навіть не знали, що змагаються і не переймалися цим; боротьба велася без важких почуттів, ба, навіть, без жодних почуттів. Однак вони змагалися в тому сенсі, що будь-яке неправильне копіювання, результатом якого ставав новий вищий рівень стабільності або новий спосіб зменшення стабільності конкурентів, автоматично зберігався і множився. Цей процес покращення був кумулятивним. Способи збільшення власної стабільності та зменшення стабільності конкурентів ставали більш досконалыми і ефективними. Деякі з них змогли навіть

«відкрити» хімічний спосіб руйнування молекули конкурентів та використання вивільнених завдяки цьому будівельних блоків для виготовлення власних копій. Ці протохижаки одночасно отримували їжу та усували суперників. Інші реплікатори, мабуть, відкрили не лише хімічний, але й фізичний спосіб захисту, звівши навколо себе стіну з білка. Можливо, саме так і виникли перші живі клітини. Реплікатори вже не просто існували, але й будували для себе контейнери — носії для продовження свого існування. І виживали саме ті реплікатори, що змайстрували для себе *машини для виживання*. Перші такі машини, мабуть, склалися лише із захисної оболонки. Але з часом появи нових конкурентів, що мали кращі та ефективніші машини для виживання, підтримувати життя ставало все складніше. Тому ці машини для виживання ставали дедалі більшими і досконалішими, а сам процес був кумулятивним і прогресивним.

Чи є якась межа в поступовому покращенні технік та хитрощів, використовуваних реплікаторами для забезпечення самозбереження в цьому світі? Часу для удосконалення буде ще чимало. Які дивовижні двигуни самозбереження принесуть із собою наступні тисячоліття? Якою є доля давніх реплікаторів чотири тисячі мільйонів років потому? Вони не вимерли, бо є чудовими майстрами мистецтва виживання. Але не шукайте їх у морі, їх давно там немає. Тепер вони зібралися у величезні колонії, перебувають у безпеці всередині велетенських незграбних роботів*, відділені від навколишнього світу, спілкуються з ним звивистими шляхами і мають дистанційний вплив. Вони є у вас та в мені, вони створили нас, наше тіло і розум, а їхнє збереження є основною метою нашого існування. Ці реплікатори пройшли тривалий шлях. Сьогодні вони називаються генами, і ми з вами є їхніми машинами для виживання.

3

БЕЗСМЕРТНІ СПІРАЛІ

Ми є машинами для виживання, але це «ми» означає не лише людей. Воно охоплює всіх тварин, а також всі рослини, бактерії та віруси. Загальну кількість машин для виживання на землі підрахувати дуже складно — невідомо навіть загальна кількість видів. Якщо взяти самих лише комах, то кількість видів, що живуть нині, налічує приблизно три мільйони, хоча кількість окремих індивідів може становити 1×10^{18} .

Різні типи машин для виживання дуже відрізняються одні від одних і ззовні, і будовою своїх внутрішніх органів. Восьминіг, наприклад, абсолютно не схожий на мишу, і нікого з них не сплутаєш із дубом. Однак за основним хімічним складом усі вони досить однорідні. Зокрема реплікатори, чийми носіями вони є (їхні гени), по суті, це молекули, присутні в кожному з нас — від бактерій до слонів. Ми всі є машинами для виживання для одного й того самого різновиду реплікатора — молекул під назвою ДНК, але існує багато різних способів забезпечення життя на землі, і реплікатори створили широкий спектр машин для їхньої експлуатації. Мавпа, наприклад, є машиною, що зберігає гени високо на деревах, риба — машиною, що зберігає їх у воді. Є навіть маленький хробачок, що зберігає гени в німецьких підставках під пивні кухлі. ДНК працює дивовижним чином.

Дотримуючися простого викладу, ми вирішуємо, що сучасні гени, сформовані з ДНК, є майже такими самими, як і перші реплікатори в первісному бульйоні. Можливо, це не цілком так, але наразі не має значення. Вихідні реплікатори могли виглядати як споріднені з ДНК молекули або як інші. Тоді ми вважатимемо, що ДНК, мабуть, захопила їхні машини для виживання на більш пізньому етапі. Якщо це правда, то первинні реплікатори були цілком знищені, бо в сучасних машинах для виживання від них не лишилося й сліду. З огляду на це еволюціоніст А. Дж. Кернс-Сміт запропонував цікаву гіпотезу, що наші предки (перші реплікатори) могли бути аж ніяк не органічними молекулами, а неорганічними кристалами — мінералами, шматочками глини. Є ДНК узурпатором чи ні, сьогодні її керівна роль беззастережна, за умови, як я гіпотетично припускаю в 11-му розділі, що зараз не розпочалося нове захоплення влади.

Молекула ДНК являє собою довгий ланцюг будівельних блоків — невеличких молекул, що називаються *нуклеотиди*. Так само, як молекули білка є ланцюжками амінокислот, молекули ДНК — це ланцюжки нуклеотидів. Молекула ДНК є надто малою, щоби бути видимою, але оригінальні непрямі методи дозволили встановити її точну форму. Вона складається з пари нуклеотидних ланцюжків, закручених в елегантну спіраль, яку називають «подвійною» або «безсмертною». Нуклеотидні будівельні блоки бувають лише чотирьох типів, назви яких можна скоротити до *A, T, C* і *G*. Вони є однаковими в усіх тварин та рослин. Відрізняється лише порядок їхнього з'єднання між собою. Будівельний блок *G* людини цілком ідентичний блоку *G* слимака. Але *последовательность* будівельних блоків людини інакша, ніж у слимака. Вона також відрізняється — хоча й менше — від *последовательности* будь-якої іншої людини (крім особливих випадків однойцевих близнюків).

Наша ДНК живе в усьому нашому організмі. Вона не сконцентрована в певній конкретній частині тіла, а розподілена між клітинами. Загалом, організм людини складається з 1×10^{15} клітин, і, за поодинокими винятками, що їх можна проігнорувати, кожна з цих клітин містить повну копію ДНК цього організму. ДНК можна вважати збіркою інструкцій з побудови тіла, написаною алфавітом нуклеотидів А, Т, Ц, Г. Це схоже на те, немов у кожній кімнаті велетенської будівлі стоїть книжкова шафа з архітектурними планами для всієї будівлі. Ця «книжкова шафа» клітини називається ядром. «Архітектурні плани» у людини налічують 46 томів — у інших видів ця кількість відрізняється. «Томи» ж називаються хромосомами. Під мікроскопом вони нагадують довгі нитки, вздовж яких у певному порядку розташовані гени. Визначити, де закінчується один ген та починається наступний, доволі складно, а іноді й марно. На щастя, як ми побачимо трохи згодом, наразі це не важливо.

Я й далі використовуватиму метафору архітектурних планів, вільно перемішуючи мову метафор з мовою реальності. «Том» буде вживатися поперемінно з «хромосомою». «Сторінка» подекуди підмінятиме «ген», хоча поділ між генами є менш чітким, ніж між сторінками книги. Ця метафора супроводжуватиме нас доволі довго. Коли ж вона нарешті перестане працювати, я запропоную вам інші метафори. До речі, жодного «архітектора» не існує. Інструкції ДНК були зібрані суто в результаті природного добору.

Молекули ДНК роблять дві важливі речі. По-перше, вони реплікують, тобто створюють копії самих себе. Цей процес відбувається безперервно з самої миті зародження життя, і сьогодні молекули ДНК справді чудово з цим справляються. Це зараз ви — доросла людина і складаєтесь із 1×10^{15} клітин, але в момент зачаття ви становили

одну-єдину клітину, наділену одним примірником архітектурних планів. Ця клітина поділилася на дві, і кожна з цих двох клітин отримала свою власну копію планів. Подальші поділи збільшили кількість клітин до 4, 8, 16, 32 і так далі до мільярдів. І при кожному поділі плани ДНК копіювалися дуже точно, практично без помилок.

Говорити про подвоєння ДНК — то одне. Але якщо ДНК справді є набором планів для будівництва організму, як ці плани реалізуються на практиці? Як вони втілюються в тканини тіла? Час згадати другу важливу справу ДНК: вона опосередковано контролює виготовлення іншого типу молекул — білка. Гемоглобін, про який ми згадували у минулому розділі, є лише одним прикладом величезного спектра білкових молекул. Закодована в ДНК інформація, написана чотирилітерним нуклеотидним алфавітом, простим механічним способом перекладається іншою абеткою. Це алфавіт амінокислот, яким кодуються молекули білка.

Може здатися, що формування білків дуже далеко від формування організму, але це перший невеличкий крок у потрібному напрямку. Білки не лише складають значну частину фізичної конструкції тіла; вони також здійснюють чутливий контроль усіх хімічних процесів всередині клітини, вибірково вмикаючи та вимикаючи їх у певний час і в певному місці. Щоб пояснити, як саме це, врешті-решт, призводить до розвитку немовляти, ембріологам знадобляться десятки або й сотні років. Але факт лишається фактом. Гени справді опосередковано контролюють побудову організмів, причому вплив є суто однобічним: набуті характеристики не успадковуються. Скільки б знань та мудрості ви не набули за час свого життя, вони аж ніяк не передадуться вашим дітям завдяки генетиці. Кожне нове покоління починається з нуля. Організм використовується генами для збереження їхньої незмінності.

Еволюційна важливість того факту, що гени контролюють ембріональний розвиток, полягає ось у чому: це означає, що гени, принаймні, частково відповідальні за власне виживання в майбутньому, бо цей процес залежить від ефективності організмів, у яких вони живуть та які вони допомогли збудувати. Колись давно природний добір полягав у диференційованому виживанні реплікаторів, що вільно плавали собі у первісному бульйоні. Тепер природний добір віддає перевагу реплікаторам, що добре будують машини для виживання, — генам, що опанували мистецтво контролю ембріонального розвитку. Щодо цього реплікатори є не більш свідомими чи цілеспрямованими, ніж раніше. Ті самі старі процеси автоматичного добору між конкурентними молекулами через їхню довговічність, поширеність, а також точність копіювання все ще тривають всліпу та неухильно, як і у далекому минулому. Гени не мають дару передбачення. Вони не здатні планувати заздалегідь. Гени лише *існують* (деякі краще за інших), от і все. Але властивості, що визначають довговічність та поширеність генів, вже не такі прості. Геть не такі.

Останнім часом — це десь шістьсот мільйонів років — реплікатори досягли значних успіхів у таких технічних рішеннях машин для виживання, як м'язи, серце і очі (виникали кілька разів незалежно одне від одного). А перед тим вони радикально змінили основні особливості свого способу життя як реплікаторів, що слід розуміти, якщо ми збираємося говорити про них далі.

Перш за все, коли мова йде про сучасний реплікатор, мають на увазі його високий колективізм. Машина для виживання — це засіб пересування не для одного, а багато тисяч генів. Створення організму є спільним підприємством, та й ще настільки заплутаним, що розмежувати внесок одного з генів майже неможливо*. Один ген впли-

ває на зовсім різні частини тіла, а на певну частину тіла діють багато генів, і ефект дії будь-якого одного гена залежить від взаємодії з багатьма іншими. Деякі гени грають головну роль, контролюючи дію кластера інших генів. За нашою аналогією, будь-яка конкретна сторінка плану містить посилання на багато різних частин будівлі, і кожна сторінка має сенс лише з огляду на перехресні посилання на численні інші сторінки.

Така заплутана взаємозалежність генів може викликати у вас сумнів, навіщо ми взагалі використовуємо слово «ген». Чому б не скористатись якимось збірним іменником на зразок «генного комплексу»? Відповідь полягає в тому, що для решти цілей це справді непогане рішення. Але якщо ми поглянемо на все під іншим кутом зору, матиме сенс вважати генний комплекс сукупністю дискретних реплікаторів або генів. Це пов'язано з явищем статевого розмноження. Статеве розмноження створює ефект перемішування і перетасування генів. Тобто певний організм є лише тимчасовим засобом пересування нетривалої комбінації генів. До того ж *комбінація* генів, якою є будь-який індивід, може бути короткочасною, та гени, як такі, потенційно напрочуд довговічні. Покоління за поколінням, їхні шляхи увесь час то сходяться, то розходяться. Один ген можна вважати одиницею, що виживає у великій кількості подальших окремих організмів. Саме про це я й говоритиму у цьому розділі. Деякі з моїх найповажніших колег уперто відмовляються погоджуватися із цим аргументом, тому даруйте, що я приділяю йому забагато уваги! Але спершу я маю коротко пояснити факти щодо статевого розмноження.

Трохи вище я казав, що плани будівництва людського тіла викладені в 46-ти томах. Однак це дещо надмірне спрощення. Насправді все значно плутаніше. 46 хромосом складають

23 пари. Отже, в ядрі кожної клітини містяться два альтернативні набори з 23-х томів планів. Назвемо їх томом 1a та 1b, томом 2a та 2b і так до тому 23a і 23b. Певна річ, що ідентифікаційні номери, які я використовую для томів і, пізніше, сторінок, абсолютно довільні.

Кожну хромосому ми цілою й неушкодженою отримуємо від одного з двох наших батьків, в чийх яєчках чи яєчнику вона була сформована. Томи 1a, 2a, 3a тощо хай надходять від батька. Томи ж 1b, 2b, 3b тощо надходять від матері. На практиці це виглядає дуже складно, але в теорії під мікроскопом можна роздивитися 46 хромосом у будь-якій з ваших клітин, розрізавши 23 батьківських та 23 материнських.

Парні хромосоми не перебувають увесь свій вік у фізичному контакті з іншими чи навіть поблизу одна від одної. Тоді які ж вони «парні»? Та кожен том, що дається батьком, можна вважати, сторінку за сторінкою, прямою альтернативою конкретного тому, що дається матір'ю. Наприклад, сторінка 6 тому 13a та сторінка 6 тому 13b обидві можуть «стосуватися» кольору очей; от тільки на одній писатиметься «блакитні», а на іншій — «карі».

Іноді ці дві альтернативні сторінки є ідентичними, але в інших випадках, як у нашому прикладі з кольором очей, вони відрізняються. Якщо вони дають суперечливі «рекомендації», тоді як діє організм? По-різному. Іноді одне формулювання превалує над іншими. У щойно наведеному прикладі з кольором очей людина насправді б отримала карі очі: інструкції щодо блакитних очей при побудові тіла були би проігноровані, хоча б не припинилися передаватися майбутнім поколінням. Ген, що ігнорується, називається *рецесивним*. Його протилежністю є *домінантний* ген. Ген карих очей є доміантним щодо гена блакитних. Людина отримує блакитні очі, лише якщо обидві копії відповідної сторінки одностайно їх рекомендують. Зазвичай, коли два

альтернативні гени не ідентичні, результатом стає певний компроміс — організм будується за якимось проміжним або взагалі зовсім іншим планом.

Коли два гени, на зразок карих і блакитних очей, змагаються за одне і те саме місце на хромосомі, вони називаються *алелями* один одного. Для нас слово «алель» є синонімом суперника. Уявіть собі томи архітектурних планів у вигляді скорозшивачів, сторінки в яких можна вільно виймати та міняти місцями. Кожен том 13 повинен мати сторінку 6, але між сторінками 5 і 7 можуть бути кілька шостих сторінок. В одній версії йтиметься про блакитні очі, в іншій — про карі, а загалом у популяції можуть бути версії, де передбачені інші кольори, наприклад зелений. Існують чи не шість альтернативних алелей, що у популяції загалом можуть розташовуватися на місці сторінки 6 хромосоми 13. Кожна конкретна людина має лише дві хромосоми тому 13. Отже, на сторінці 6 вона може мати максимум два алелі. Наприклад, блакитноока людина маже мати дві копії одного алеля або будь-які два алелі, вибрані з півдюжини альтернатив, можливих у популяції загалом.

Певна річ, не можна аж ніяк піти та вибрати собі гени з генофонду, доступного для всієї популяції. В певний момент всі гени пов'язані всередині своїх машин для виживання. Наші гени надаються нам при зачатті, і цьому ми ніяк не можемо зарадити. Одначе в тривалій перспективі гени популяції загалом можна вважати *генофондом*. Тобто, це технічний термін, до якого вдаються генетики. Генофонд є виправданою абстракцією, бо при статевому розмноженні гени перемішуються, хоча й досить обережно. Зокрема, як ми у цьому незабаром пересвідчимося, відбуватиметься щось на зразок вилучення й заміни сторінок та цілих їхніх стосів у скорозшивачах.

Я вже описував звичайний поділ клітини на дві нові, кожна з яких отримує повну копію усіх 46-ти хромосом. Цей звичайний поділ клітин називається *митозом*. Але існує інший тип поділу клітин, що називається *мейозом*. Він відбувається лише під час вироблення статевих клітин: сперматозоїдів або яйцеклітин. Сперматозоїди та яйцеклітини є унікальними серед наших клітин, бо замість 46-ти хромосом вони мають лише 23. Це, певна річ, рівно половина від 46-ти, що зручно для з'єднання при статевому заплідненні, коли створюється новий організм! Мейоз є особливим різновидом поділу клітини, що відбувається лише в яєчках та яєчниках, де клітина з повним подвійним набором із 46-ти хромосом ділиться, формуючи статеві клітини з одинарним набором із 23-х хромосом (для ілюстрації я весь час використовую потрібну кількість для організму людини).

Сперматозоїд із його 23-ма хромосомами утворюється завдяки мейотичному поділові однієї зі звичайних 46-хромосомних клітин у яєчку. Які саме хромосоми закладаються в кожен конкретний сперматозоїд? Дуже важливо, щоби він отримав не просто якісь 23 старі хромосоми: в ньому не мають опинитися дві копії 13-го тому і жодної 17-го тому. Теоретично, індивід може забезпечити один зі своїх сперматозоїдів хромосомами, що походять, скажімо, цілковито від його матері: томами 1b, 2b, 3b і т. д. аж до 23b. У такому маловірогідному випадку дитина, зачата таким сперматозоїдом, успадкувала б половину своїх генів від бабусі з боку батька і жодного від дідуся з боку батька. Але насправді такого загального цілохромосомного розподілу не відбувається. Реальність значно складніша. Пам'ятайте, що ми уявляємо собі томи (хромосоми) у вигляді скорозшивачів. Відбувається те, що під час формування сперматозоїда певні сторінки або чи не цілі стоси з багатьох сторінок вилучаються і міняються місцями з відповідними стосами альтернативних

томів. Таким чином один конкретний сперматозоїд може скласти свій 1-й том, узявши перші 65 сторінок з тому 1а, а з 66-ї сторінки і до самого кінця — з тому 1б. Інші 22 томи цього сперматозоїда можуть бути організовані подібним чином. Тому кожний сперматозоїд індивіда є унікальним, навіть попри те, що всі інші зібрали свої 23 хромосоми з частинок того самого набору з 46-ти хромосом. Яйцеклітини в яєчниках формуються схожим чином і також усі є унікальними.

Реальна механіка цього змішування цілком зрозуміла. Під час виробництва сперматозоїда (або яйцеклітини) частинки кожної батьківської хромосоми фізично від'єднуються від інших та міняються місцями із суто відповідними їм частинками материнської хромосоми. (Не забувайте, що ми маємо на увазі хромосоми, похідні від батька індивіда, що виробляє сперматозоїди, тобто, від дідуся з боку батька дитини, що її, зрештою, зачинають цим сперматозоїдом). Процес обміну ділянками хромосоми називається *кросинговером* і вельми важливий для цілої теми цієї книги. Він означає, що якби ви вирішили роздивитися під мікроскопом хромосоми свого власного сперматозоїда (чи яйцеклітини, якщо ви — жінка), ви б змарнували час, намагаючись ідентифікувати хромосоми, що походять від вашого батька, і хромосоми, що від вашої матері. Цим вони значно відрізняються від звичайних клітин тіла (див. вище). Будь-яка хромосома у сперматозоїді нагадує ковдру з клаптиків, певну мозаїку з материнських і батьківських генів.

Ось тут метафора сторінки, що її ми використовуємо для опису гена, починає блякнути. В скорозшивач можна вставити, з нього можна вилучити або замінити всю сторінку цілком, але не її частину. Проте генний комплекс є лише довгою низкою нуклеотидів без жодного видимого поділу на окремі сторінки. Звісно, існують особливі символи для

ПОЧАТКУ та ЗАКІНЧЕННЯ повідомлення БІЛКОВОГО ЛАНЦЮГА, записаного тою самою чотирилітерною абеткою, що й білкові повідомлення. Між цими двома пунктуаційними позначками закодовані інструкції для створення одного білка. За бажанням, можна визначити окремий ген як послідовність нуклеотидів, що лежить між символом ПОЧАТКУ і КІНЦЯ та кодує один білковий ланцюг. Визначену таким чином одиницю запропонували називати словом *цистрон*, і дехто використовує його в парі зі словом *ген*. Але кросинговер не визнає кордонів між цистронами. Розриви можуть виникати і в самих цистронах, а не лише між ними. Це виглядає так, наче архітектурні плани були написані не на сторінках, а на 46-ти сувоях. Цистрони не мають сталої довжини. Єдина можливість визначити, де закінчується один цистрон і починається наступний, — це прочитати символи на сувої, знайшовши позначки КІНЦЯ і ПОЧАТКУ ПОВІДОМЛЕННЯ. Кросинговер виявляється в тому, що з відповідних батьківських та материнських сувоїв вирізаються і міняються місцями певні ділянки, не зважаючи на те, що на них написано.

У назві цієї книги слово «ген» означає не певний цистрон, а щось більш витончене. Моє визначення сподобається не всім, але загальновизнаної характеристики гена не існує. Навіть якби й була, жодне визначення не є непогрішним. Ми можемо визначати те чи інше слово на власний розсуд, але за умови, що робитимемо це чітко й однозначно. Визначення, що його хочу навести я, належить Дж. К. Вільямсові*. Ген визначається як будь-яка частина хромосомного матеріалу, що потенційно зберігається достатньою кількістю поколінь, щоби стати одиницею природного добору. В попередньому розділі ген називався реплікатором з високою точністю копіювання. Точність копіювання є синонімом довговічності у формі копій, і я на-

зватиму це просто довговічністю. Така дефініція потребує певного обґрунтування.

Яким би не було визначення, ген має становити собою ділянку хромосоми. Річ лише в тім, наскільки вона велика — скільки сувою займає? Уявіть довільну послідовність сусідніх кодових літер на сувої. Назвімо цю послідовність *генетичною одиницею*. Це може бути послідовність лише з десяти літер всередині одного цистрона, з восьми цистронів, може починатися й закінчуватись у межах цистрона. Вона накладатиметься на інші генетичні одиниці, включатиме менші одиниці, а також формуватиме частину більшої одиниці. Неважливо, яка вона — довга або коротка, для цієї книги вона є тим, що ми називаємо генетичною одиницею. Це лише ділянка хромосоми, жодним чином фізично не відділена від решти хромосоми.

А тепер дещо важливе. Чим коротша генетична одиниця, тим довше — протягом поколінь — вона має шанси прожити. Зокрема, існує менша вірогідність бути розщепленою якимось кросинговером. Вважаймо, що вся хромосома в середньому зазнає одного кросинговеру при кожному утворенні сперматозоїда або яйцеклітини через мейотичний поділ, і цей кросинговер може відбуватися на будь-якій її ділянці. Якщо ми візьмемо дуже велику генетичну одиницю, скажімо, десь як половина довжини хромосоми, то існує 50-відсоткова вірогідність розщеплення цієї одиниці при кожному мейозі. Якщо ж генетична одиниця, що її ми маємо на увазі, складає лише один відсоток від довжини хромосоми, то можна вважати, що вона має лише 1-відсоткову вірогідність розщеплення під час будь-якого мейотичного поділу. Тобто, що очікуватимемо виживання цієї одиниці протягом великої кількості поколінь нащадків індивіда. Один цистрон, швидше за все, складає значно менше за один відсоток довжини хромосоми. Навіть від групи

з кількох сусідніх цистронів варто сподіватися виживання протягом багатьох поколінь, перш ніж вона буде розщеплена кросинговером.

Середню тривалість життя генетичної одиниці зручно подати у поколіннях, що їх, зі свого боку, можна перевести в роки. Якщо ми візьмемо за свою умовну генетичну одиницю всю хромосому, її життя триватиме протягом лише одного покоління. Уявімо, що це ваша хромосома 8a, успадкована від вашого батька. Вона з'явилась усередині одного з його ячок невдовзі перед вашим зачаттям. До того, протягом усієї історії світу, її ніколи не існувало. Вона була створена процесом мейотичного перетасування, злиттям ділянок хромосоми від вашої бабусі з боку батька та вашого дідуся з цього ж боку і розташована всередині певного конкретного сперматозоїда. Тобто, вона унікальна. Цей сперматозоїд — один із кількох мільйонів, частина величезної армії крихітних суден, що усі разом запливли до вашої матері. Цей конкретний сперматозоїд (за умови, що у вас нема двояйцевого близнюка) один з усієї флотилії знайшов гавань в одній з яйцеклітин вашої матері — ось через що ви існуєте. Генетична одиниця, про яку мова, — ваша хромосома 8a, починає реплікуватися разом з усією рештою вашого генетичного матеріалу. Тепер вона існує в дуплікованій формі у всьому вашому організмі. Але, коли ви захочете мати дітей, ця хромосома буде розщеплена при виробництві яйцеклітин (або сперматозоїдів). Її частинки перемішаються з частинками вашої материнської хромосоми 8b. В будь-якій статевій клітині буде створена нова хромосома 8. Можливо, вона стане «кращою» за стару, а, може, й «гіршою», але, якщо не брати до уваги доволі малоїмовірні збіги, очевидно іншою, унікальною. Таким чином, тривалість життя хромосоми складає одне покоління.

А як щодо тривалості життя меншої генетичної одиниці, скажімо, $\frac{1}{100}$ довжини вашої хромосоми 8а? Ця одиниця теж походить від вашого батька, але, вірогідно, була створена не в його організмі. Згідно з нашими попередніми роздумами, є 99-відсоткова вірогідність, що він отримав її саме таку від одного зі своїх батьків. Уявімо, що це була його мати, ваша бабуся з боку батька. Отже, знову є 99-відсоткова вірогідність, що вона успадкувала цю одиницю від одного зі своїх батьків. Якщо простежити за походженням будь-якої малої генетичної одиниці аж до її початків, ми врешті натрапимо на її безпосереднього творця. На якомусь певному етапі вона колись була створена всередині яєчка чи яєчника одного з ваших предків.

Дозвольте зайвий раз нагадати, що я використовую слово «створити» у досить специфічному значенні. Менші субодиниці, що складають генетичну одиницю, про яку йде мова, могли існувати вже давно. Наша ж генетична одиниця була створена в певний час саме в тому сенсі, що конкретної схеми субодиниць, які її визначають, досі не існувало. Саме створення могло статися достатньо нещодавно, скажімо, в одного з ваших дідусів. Але якщо ми говоримо про дуже малу генетичну одиницю, вона могла з'явитися у значно давнішого предка, можливо, мавпоподібного, що навіть ще не став людиною. Щобільше, ця мала генетична одиниця всередині вас здатна так само довго проіснувати ще в майбутньому, пройшовши неуходженою кризь довгий перелік ваших нащадків.

Пам'ятайте також, що нащадки будь-якого індивіда складають не пряму лінію, а розгалужену. Хто б із ваших предків не «створив» конкретну коротку ділянку хромосоми 8а, він чи вона вірогідно мали ще нащадків, окрім вас. Одна з ваших генетичних одиниць може виявитися також у вашого троюрідного брата. Вона може бути у мене, у президента,

у вашого собаки, адже ми всі маємо далеких спільних предків, якщо добраче пошукати. Крім того, така сама одиниця могла випадково скомпонуватись незалежним чином кілька разів: з малими одиницями збіг трапляється часто. Але навіть ваш близький родич навряд чи має цілу хромосому, що цілковито ідентична вашій. Чим менша генетична одиниця, тим імовірніше, що її матиме також інша людина. Отже, чимало шансів на те, що вона виникне у вигляді численних копій.

Випадкове об'єднання вже існуючих субодиноць завдяки кросинговеру є звичним способом формування нової генетичної одиниці. Інший спосіб, хоч і вкрай рідкісний, але вельми важливий для еволюції, називається *точковою мутацією*. По суті, мова йде про помилку, десь так, як неправильно надрукована літера в книзі. Трапляється вона рідко, але, вочевидь, чим довша генетична одиниця, тим більше шансів на те, що вона буде змінена мутацією.

Інший рідкісний вид помилки або мутації, що має важливі довготривалі наслідки, називається *інверсією*. Частинка хромосоми відділяється від неї з обох боків, обертається у протилежному напрямку та знову стає на місце в такому вигляді. Якщо продовжити колишню аналогію, відбувається певна зміна нумерації сторінок у книзі. Іноді частинки не просто інвертують, а знову приєднуються до хромосоми в якомусь іншому місці або навіть до іншої хромосоми. Це наче перенесення певних сторінок тексту з однієї книги до іншої. Важливість такої помилки полягає в тому, що попри свою катастрофічність, іноді вона призводить до щільного зчеплення частинок генетичного матеріалу, що здатні добре працювати разом. Уявіть, що за рахунок інверсії будуть наближені між собою два цистрони, що мають позитивний вплив лише за одночасної присутності, бо певним чином доповнюють або підсилюють один одного. Тоді природний добір може схилитися на користь сформованої таким чи-

ном нової «генетичної одиниці», і вона пошириться в майбутній популяції. Цілком можливо, що комплекси генів роками десь саме так потужно перебудовувались або, за нашою аналогією, «редагувались».

Один із найяскравіших прикладів цього процесу стосується явища, відомого як *мімікрія*. Деякі метелики огидні на смак. Зазвичай вони мають яскраве й добре помітне забарвлення, що його птахи сприймають як попередження і уникають їсти таких метеликів. Цим користуються інші види метеликів, що не мають огидного смаку. Вони *імітують* несмачних, від самого народження нагадуючи їх забарвленням та формою (але не смаком), через що вводять в оману навіть натуралістів, не лише птахів. Птах, що хоч раз скуштував несмачного метелика, схильний уникати всіх комах, що виглядають так само. Це стосується й імітаторів, а тому гени мімікрії легко проходять природний добір. Саме так відбувається еволюція мімікрії.

Існує багато різних видів огидних на смак метеликів, і вони не всі схожі між собою. Імітатор не може нагадувати їх усіх: він має пристосуватися до якогось одного несмачного виду. Загалом будь-який конкретний вид імітатора спеціалізується на вдаванні одного конкретного несмачного виду. Але є й такі види імітаторів, що вдаються до чогось більш дивного: деякі окремі представники певного виду імітують один несмачний вид, а інші — якийсь інший. Якийсь проміжний вид або той, що намагався б імітувати обидва, дуже скоро б з'їли, але такі проміжні види ніколи не народжуються. Так само, як індивіди однозначно визначаються за статтю, метелики імітують якийсь один несмачний вид. Хоча один метелик може імітувати вид *A*, тоді як його рідний брат імітуватиме вид *B*.

Схоже, що те, який саме вид імітуватиметься, визначає один-однісінький ген. Але як він визначає всі різнобічні

аспекти мімікрії — колір, форму, схему плям, ритм польоту? Відповідь полягає в тому, що один ген у розумінні *цистрона*, мабуть, на це не здатен. Але через несвідоме і автоматичне «редагування», що досягається завдяки інверсії та іншим випадковим перетасуванням генетичного матеріалу, великий кластер колись окремих генів збирається разом у хромосомі в пов'язану між собою групу. Весь цей кластер поводить як один ген (по суті, за нашим визначенням, він і є тепер одним геном), до того ж має «алель», що ним насправді є інший кластер. Один кластер містить цистрони, пов'язані з імітацією виду *A*; інший — пов'язані з імітацією виду *B*. Кожен кластер настільки рідко розщеплюється кросинговером, що проміжного метелика ви в природі не побачите, хоча при розведенні великої кількості метеликів в лабораторії він трапляється доволі часто.

Я використовую слово «ген» в розумінні генетичної одиниці, що є достатньо малою для існування протягом великої кількості поколінь та широкого розповсюдження у формі багатьох копій. Це визначення не є застиглим і незмінним. Навпаки, воно доволі непевне, наче слова «великий» чи «старий». Чим більша вірогідність того, що хромосома буде розщеплена кросинговером або змінена певними мутаціями, тим менше вона має підстави називатися геном у тому сенсі, в якому я використовую цей термін. Вочевидь, на це заслуговує цистрон, але й більші одиниці також. Десяток цистронів можуть розташовуватись у хромосомі настільки близько один до одного, що нам вони видаються спільною тривкою генетичною одиницею. Хорошим прикладом є кластер, відповідальний за мімікрію в метеликів. Коли цистрони виходять з одного організму та потрапляють в інший, коли сідають на сперматозоїд чи яйцеклітину для подорожі в наступне покоління, тоді можуть виявити на своєму маленькому човнику своїх близьких сусідів із минулої ман-

дрівки, старих товаришів, з якими вони колись здійснили довгу одісею з організмів далеких предків. Сусідні цистрони у тій самій хромосомі утворюють щільно пов'язане між собою товариство попутників, що вкрай рідко не піднімуться разом на той самий корабель у час мейозу.

Для більшої точності цю книгу слід було б назвати навіть не «Егоїстичний цистрон» чи «Егоїстична хромосома», а «Дещо егоїстична велика ділянка хромосоми та значно егоїстичніша мала ділянка хромосоми». Але така назва не видається вдалою, тому, визначаючи ген як малу ділянку хромосоми, що здатна існувати протягом багатьох поколінь, я й назвав свою книгу «Егоїстичний ген».

Ось ми й опинилися там, де зупинилися у кінці 1-го розділу. Саме там ми пересвідчилися, що егоїзму слід очікувати від будь-якої істоти, що називається основною одиницею природного добору. Ми побачили, що одиницею природного добору вважають або вид, або популяцію чи певну групу всередині виду, або індивід. Я вже казав, що саме ген визнаю фундаментальною одиницею природного добору, а отже, й фундаментальною одиницею егоїзму. До того ж я сформулював таке *визначення* гена, щоби мати цілковиту рацію!

У своєму найбільш загальному розумінні природний добір означає диференційне виживання об'єктів. Одні з них живуть, а інші помирають. Для того, щоби ця вибіркова смерть не була марною, мають бути дотримані додаткові умови. Кожен об'єкт існує у формі багатьох копій, і принаймні деякі з цих об'єктів *потенційно* здатні вижити — як копії — протягом значного періоду еволюційного часу. Дрібні генетичні одиниці мають ці властивості, а індивіди, групи та види — ні. Великим досягненням Грегора Менделя була демонстрація того, що спадкові одиниці можна на практиці розглядати як неподільні та незалежні частинки.

Сьогодні ми знаємо, що все виглядає не так просто. Навіть цистрон вряди-годи зазнає поділу, а будь-які два гени однієї хромосоми не є цілковито незалежними. Я вважаю ген одиницею, що значно *наближається* до ідеалу неподільної частинки. Ген не є неподільним, але ділиться рідко. Він або очевидно присутній, або очевидно відсутній в організмі якогось певного індивіда. Ген неушкодженим подорожує від діда до онука, проходячи крізь проміжні покоління без злиття з іншими генами. Якби гени безперервно поєднувалися між собою, природний добір таким, як він сьогодні є, був би неможливий. До речі, це було доведено ще за Дарвіна і змусило його вкрай непокоїтися, бо тоді вважали, що спадковість становить собою процес змішування. Мендель уже був надрукував своє відкриття, і воно могло б заспокоїти Дарвіна. Але, на жаль, Дарвін про нього не довідався. Виглядає так, що цю роботу прочитали вже через багато років після смерті обох учених. Мендель, можливо, сам не збагнув значення своїх відкриттів, інакше написав би про них Дарвіну.

Інша особливість гена полягає в тому, що він не старіє; у віці кількох мільйонів років ген помирає анітрохи не частіше, ніж у віці кількох сотень. Він переходить від одного смертного організму до іншого протягом поколінь, маніпулюючи ними на власний розсуд і заради власних намірів, і полишаючи їх, доки вони не зістаріли й не померли.

Гени безсмертні, або, що точніше, вони визначаються як генетичні сутності, що майже заслуговують на таку характеристику. Ми, індивідуальні машини для виживання у світі, можемо розраховувати прожити ще кілька десятиліть. А от тривалість життя генів має вимірюватися не десятками, а тисячами й мільйонами років.

У видів, що розмножуються статевим шляхом, індивід є надто великою і тимчасовою генетичною одиницею,

щоби вважати її важливою одиницею природного добору*. Група індивідів є ще більшою одиницею. З погляду генетики, певні організми і групи схожі на хмари в небі або пилові бурі в пустелі. Вони є тимчасовими скупченнями або об'єднаннями і не лишаються стабільними в процесі еволюції. Популяції можуть існувати довго, однак вони постійно змішуються з іншими популяціями, а тому поступово втрачають свою ідентичність і зазнають еволюційної зміни зсередини. Популяція не є достатньо дискретною сутністю, щоби бути одиницею природного добору. Вона неналежно стабільна й унітарна, щоб «добирати» її з інших популяцій.

Певний організм виглядає достатньо дискретним на час свого існування, але, на жаль, чи довго воно триває? Та й ще кожен індивід унікальний. Еволюція за таких умов не відбудеться, бо не можна провести добір між об'єктами, що існують в одному екземплярі! Статеве розмноження — аж ніяк не реплікація. Не лише популяція занечищена іншими популяціями, а й потомство індивіда засмічене його статевим партнером. Ваші діти вами є лише наполовину, ваші онуки є вами лише на чверть. Через кілька поколінь щонайбільше, на що ви можете сподіватися, це велика кількість нащадків, кожен з яких матиме лише крихітну часточку вас (декілька генів), хоч і носитиме ваше прізвище.

Індивіди не є чимось постійним, вони минуці. Хромосоми теж ідуть у забуття, неначе карти після відбою. Але при тасуванні картам нічого не стається. Карти — це гени. Гени не знищуються кросинговером, вони лише змінюють партнерів і рухаються далі. Ще й як рухаються! Бо це їхня робота. Вони — реплікатори, а ми — їхні машини для виживання. Коли ми виконаємо свій обов'язок, нас лишать. Але гени невід'ємні від геологічного часу: вони вічні.

Гени вічні, наче діаманти, але дещо інакше. Окремий кристал діаманта існує як незмінна структура атомів,

а молекули ДНК такими не є. Життя будь-якої фізичної молекули ДНК доволі коротке — десь кілька місяців і аж ніяк не більше за життя людини. Але життя молекули ДНК теоретично може тривати у своїх *копіях* протягом сотень мільйонів років. До того ж, як і давні реплікатори в первісному бульйоні, копії конкретного гена можуть поширюватися по всьому світі. Різниця полягає в тому, що всі сучасні версії охайно запаковані в організми машин для виживання.

Отже, потенційна практично безсмертність гена у формі копій є його визначальною особливістю. Для певних потреб доречно визначати ген як окремих цистрон, але з погляду еволюційної теорії це визначення потрібно поглибити. Це занурення залежить від мети визначення. Ми хочемо знайти практичну одиницю природного добору. Задля цього ми спершу ідентифікуємо властивості, що їх повинна мати успішна одиниця природного добору. У попередньому розділі мова йшла про довговічність, поширеність, а також точність копіювання. Згодом ми лише визначаємо ген як найбільшу сутність, що (принаймні, потенційно) має ці властивості. Ген є довговічним реплікатором, що існує у формі багатьох дуплікованих копій. Він не є безмежно довговічним. Та й діамант не є абсолютно вічним і цистрон може бути розщепленим надвоє кросинговером. Ген визначається як ділянка хромосоми, достатньо коротка, щоби він існував, потенційно, *достатньо довго* для функціонування як важлива одиниця природного добору.

Але скільки це «достатньо довго»? Певної і швидкої відповіді немає. Це залежатиме від сили «тиску» природного добору. Тобто, від того, наскільки більша вірогідність загибелі «поганої» генетичної одиниці, а не її «хорошого» аеля. Це питання кількісної характеристики, що варіюватиметься від прикладу до прикладу. Найбільша практична одиниця природного добору — ген — за-

звичай буде знаходитись десь посередині між цистроном та хромосоною.

Його потенційне безсмертя робить ген придатним кандидатом на провідну одиницю природного добору. Але спершу розгляньмо слово «потенційне». Ген *може* жити мільйони років, але багато нових генів не живуть довше за своє перше покоління. Лише деяким це вдається, почасти через щасливий збіг обставин, але переважно завдяки потрібним умінням, що передбачає створення машин для виживання. Вони впливають на ембріональний розвиток усіх подальших організмів, в яких опиняються, завдяки цьому організм отримує більше шансів на виживання і розмноження, ніж під впливом конкурентного гена (алеля). Наприклад, «хороший» ген може забезпечити своє виживання, наділяючи організми довгими ногами, що дають можливість цим організмам утекти від хижаків. Це конкретний приклад, а не якийсь універсальний. Бо довгі ноги, зрештою, це не завжди добре. Кротові вони б лише заважали. Замість того, щоби грузнути в деталях, чи не краще поміркувати про якісь *універсальні* властивості, що їх можна було б очікувати від усіх хороших (тобто, довговічних) генів? І навпаки, які властивості чітко визначають ген як «поганий», недовговічний? Може існувати декілька таких універсальних властивостей, але є одна, що має особливий стосунок до цієї книги: на генному рівні альтруїзм має бути поганим, а егоїзм — добрим. Це невблаганно впливає з нашого визначення альтруїзму та егоїзму. Гени безпосередньо конкурують за виживання зі своїми алелями, оскільки ті прагнуть посісти в генофонді їхнє місце у хромосомах майбутніх поколінь. Будь-який ген, що поводитьсь таким чином для збільшення власних шансів вижити в генофонді за рахунок своїх алелів, за визначенням (тавтологія) прагнутиме вижити. Ген є провідною одиницею егоїзму.

От ми й з'ясували суть цього розділу. Але лишилося розглянути деякі складні моменти та приховані припущення. Про перший складний момент я вже побіжно згадував. Якими б незалежними і вільними не були гени у своїй мандрівці крізь покоління, вони аж ніяк не є вільними та незалежними агентами контролю ембріонального розвитку. Вони заплутано і вкрай непросто співпрацюють та взаємодіють не лише між собою, але й зі своїм зовнішнім середовищем. Вирази на зразок «ген довгих ніг» або «ген альтруїстичної поведінки» є зручними фігурами мови, але важливо пам'ятати, що вони означають. Не існує такого гена, що сам-один створює ногу, довгу чи коротку. Створення ноги є кооперативним підприємством, де задіяно багато генів. Впливи зовнішнього середовища також необхідні: зрештою, ноги створюються з їжі! Проте цілком може виявитися один такий ген, що за інших однакових умов здатен зробити ноги довшими, ніж вони були би під впливом його алеля.

Для аналогії візьмемо вплив добрива, наприклад, селітри, на ріст пшениці. Всі знають, що завдяки селітрі пшениця росте краще, ніж без неї. Але ніхто не наважиться стверджувати, що селітра самотужки спроможна створити пшеницю. Вочевидь, необхідні також насіння, ґрунт, сонце, вода та різноманітні мінерали. Та навіть якщо всі ці фактори незмінні (хай із варіаціями в певних межах), додавання селітри покращує ріст пшениці. Те саме бачимо, коли розглянемо вплив певних генів на розвиток ембріона. Ембріональний розвиток контролюється настільки складною мережею відносин, що краще не ламати над ним голову. І жоден фактор генетики чи середовища не можна вважати єдиною «причиною» розвитку будь-якої частини тіла немовляти. Всі ці частини мають майже нескінченну кількість першопричин. Але *відмінності* між немовлятами, наприклад, у довжині ніг, можна легко віднести до однієї чи декількох простих попе-

редніх відмінностей в умовах середовища чи в генах. Саме *відмінності* мають значення в конкурентній боротьбі за виживання, а для еволюції мають значення генетично контрольовані відмінності.

Для гена саме алелі є його найзапеклішими конкурентами, а інші гени є лише частиною середовища, що аналогічна до температури, їжі, хижаків або партнерів. Вплив гена залежить від його середовища, а в нього залучені інші гени. Іноді ген виявляє свій певний вплив, бо поруч саме цей ген, і абсолютно інакше реагуватиме, якщо існує інший набір супутніх генів. Весь набір генів в організмі створює певний генетичний клімат або тло, що змінює і впливає на результати дії будь-якого конкретного гена.

Виглядає на те, що перед нами постає парадокс. Якщо створення немовляти є аж таким складним кооперативним підприємством, де кожен ген потребує кілька тисяч супутніх генів для виконання свого завдання, яким чином це узгоджується з моїм уявленням неподільних генів, що, наче безсмертні сарни, перестрибують з організму в організм крізь віки: вільних, непідвладних і користолюбних чинників життя? Невже так уявляти було дурницею? Аж ніяк. Можливо, я й зайшов трохи задалеко, але жодних дурниць не говорив і ніякого парадоксу насправді не існує. Це можна підтвердити за допомогою іншої аналогії.

Один весляр самотужки не здатен виграти змагання з веслування між Оксфордом і Кембриджем. Для цього він потребує вісім колег. Кожен із них має свою спеціалізацію і завжди сидить у конкретній частині човна — на носі, кормі чи посередині. Веслування — справа колективна, але деякі спортсмени можуть бути кращими за інших. Уявімо, що тренер має набрати ідеальну команду з багатьох кандидатів, деякі з яких спеціалізуються на носовій позиції, інші — на кормовій тощо. І він відбиратиме так: кожного дня зводитиме

разом три нові команди, що пробують свої сили, довільно перетасовуючи кандидатів на кожну позицію, та наказувати-ме цим трьом командам змагатися одна з одною. Через кілька тижнів він з'ясує, що до команд-переможців дуже часто потрапляють ті самі спортсмени. Отже, він має справу з чудовими веслярами. Інші кандидати щоразу опинятимуться у повільніших командах, і їм зрештою відмовлять. Але навіть найкращий весляр може виявитися членом повільної команди або через низький рівень інших, або через несприятливі обставини — скажімо, сильний зустрічний вітер. Найкращі спортсмени опиняються в човні-переможці *таки не завжди*.

Веслярі — це гени. Конкуренти за кожну позицію в човні — це алелі, потенційно здатні посісти те саме місце уздовж хромосоми. Веслування легко зіставляється зі створенням організму, здатного вижити. А вітер — це зовнішнє середовище. А от велика кількість альтернативних кандидатів — генофонд. Коли мова йде про виживання певного організму, всі його гени перебувають в одному човні. Багато хороших генів потрапляють до поганого товариства, згодом з'ясувавши, що ділять організм зі смертельним геном, що руйнує цей організм іще в дитинстві. Так хороший ген буде знищений разом із рештою. Але йдеться лише про один організм, а репліки того самого хорошого гена живуть також в інших організмах, де смертельного гена нема. Відтак багато копій хороших генів зникають через дію руйнівних генів, інші гинуть через прикрі несподіванки, наприклад, в організм, де вони перебувають, влучає блискавка. Але несподіванки, щасливі чи нещасливі, стаються випадково, а ген, що *постійно* опиняється на боці переможених, не лише нещасливий — це таки поганий ген.

Однією з властивостей хорошого весляра є талант до командної роботи, здатність пристосуватися до співробітництва з рештою команди. Цей хист може бути не менш важливим за сильні м'язи. Як ми пересвідчилися з метеликами,

природний добір може несвідомо «редагувати» генний комплекс завдяки інверсії та іншим значним рухам ділянок хромосоми, таким чином зводячи гени, що чудово співпрацюють разом, у щільно сполучувані групи. Та існує також інше рішення для того, аби гени, фізично не пов'язані між собою жодним чином, добирати за взаємною сумісністю. Якщо ген добре співпрацює з більшістю генів, що частіше трапляються в подальших організмах, тобто рештою генофонду, він матиме перевагу.

Наприклад, для ефективного хижака бажано мати певні характеристики, до яких належать гострі різці, пристосований для перетравлення м'яса кишківник тощо. А от ефективний травоїдний потребує пласких жувальних зубів і значно довшого кишківника з іншою хімією перетравлення. В генофонді травоїдних будь-який новий ген, що приніс би своїм носіям гострі м'ясоїдні зуби, не був би особливо успішним. І не лише тому, що поїдання м'яса є загалом поганою ідеєю, а через те, що не можна ефективно харчуватися м'ясом, не маючи також належного кишківника та всіх інших властивостей хижаків. Гени гострих м'ясоїдних зубів аж ніяк не є поганими. Вони недоречні лише для генофонду, де домінують гени травоїдного способу життя.

Це напрочуд делікатна і складна ідея. Вона складна тому, що «середовище» гена переважно складається з інших генів, кожен з яких добирається з огляду на здатність до співпраці з його середовищем, що складається з інших генів. Використаємо аналогію, спроможну розтлумачити цей важливий момент, що береться не з повсякденного досвіду. Вона з людської «теорії гри», представлена у 5-му розділі, де йдеться про агресивне суперництво між деякими тваринами. Тому я відсуну розгляд цього моменту аж до потрібного розділу і натомість вертаюся до головної думки саме цього розділу. Вона в тому, що основною одиницею природного добору

краще за все вважати не вид, популяцію чи індивід, а маленьку одиницю генетичного матеріалу, що її зручно називати геном. Наріжним каменем цього аргументу, про що вже йшла мова, було припущення про його потенційне безсмертя, а от індивіди і решта вищих одиниць є минущими. Це припущення спирається на дві підвалини: факт статевого розмноження і кросинговеру, а ще смертності індивідів. Вони є безсумнівними. Однак варто поставити запитання, чому вони безсумнівні. Чому ми й більшість інших машин для виживання практикують статеве розмноження? Чому наші хромосоми підпадають під кросинговер? Зрештою, чому ми не живемо вічно?

З'ясування того, чому ми помираємо від старості, є доволі складним, а його деталі виходять за межі цієї книги. Крім конкретних причин помирання існують декілька більш загальних. Наприклад, згідно з однією теорією, згасання від старості стається через накопичення згубних помилок копіювання, а також інших видів пошкодження генів, що відбуваються протягом життя індивіда. Інша теорія, яка належить серові Пітеру Медавара, є яскравим прикладом еволюційного мислення з допомогою термінів генного добору*. Перш за все, Медавар відмовляється від традиційних аргументів, таких як: «Смерть літніх індивідів є актом альтруїзму стосовно решти виду, бо, якби вони лишалися, уже надто немічні для розмноження, то б захаращували світ без жодної доброї мети». Медавар наголошує, що такі аргументи водять нас за носа, бо змушують перейматися, чи старі тварини не занадто немічні для розмноження. Також це пояснення наївне щодо групового чи видового добору, хоча його й можна сформулювати більш поважно. Власне, теорія Медавара пропонує блискучу аргументацію. Ми можемо підійти до неї таким чином.

Ми вже порушували тему найбільш загальних властивостей «хорошого» гена і вирішили, що однією з них є «егоїзм».

Але іншою властивістю, що нею володіють успішні гени, є тенденція відтермінувати смерть своїх машин для виживання, принаймні поки не відбудеться розмноження. Певна річ, деякі ваші кузени і двоюрідні дідусі померли в дитинстві, але ж ніхто з ваших предків. Предки не помирають дітьми!

Ген, що змушує своїх власників помирати, називається летальним. Напівлетальний ген має певний виснажливий вплив, збільшуючи вірогідність смерті від інших причин. Будь-який ген виявляє свій максимальний вплив на організми на певному етапі життя, тому летальні чи напівлетальні не є винятками. Вплив більшості генів відбувається під час ембріонального розвитку, а інші — в дитинстві, юності, зрілості чи літньому віці. (Зверніть увагу, що гусінь та метелик, на якого вона перетворюється, мають однаковий набір генів.) Очевидно, що летальні гени мають тенденцію видалятися з генофонду. Але не менш очевидно, що летальні гени пізньої дії в генофонді більш стабільні, ніж ранньої дії. Ген, що є летальним у старшому організмі, однак може бути успішним у генофонді за умови, що його летальний вплив не виявлятиметься, доки цей організм хоч якось не розмножиться. Наприклад, ген, завдяки якому в старих організмах розвинеться рак, може бути переданий численним нащадкам, бо індивіди розмножуватимуться до того, як захворіють на рак. А от ген, через який на рак хворіють молоді організми, не передаватиметься великій кількості нащадків; а ген, через який на рак хворіють діти, не передаватиметься взагалі нікому. Отже, згідно з такою теорією, старече згасання є лише побічним продуктом накопичення в генофонді летальних і напівлетальних генів пізньої дії, що їм надається можливість прослизнути крізь тенета природного добору лише тому, що вони починають діяти пізно.

Медавар сам акцентує на тому аспекті, що добір сприяє тим генам, що відтермінують дії летальних генів, а також

тим, що прискорюють дії хороших генів. Цілком можливо, що сама суть еволюції полягає в генетично контрольованих змінах часу початку активності генів.

Важливо зазначити, що ця теорія не потребує попередніх припущень того, що розмноження відбувається лише в певному віці. Беручи за основу твердження, що всі індивіди однаково вірогідно можуть мати дитину в будь-якому віці, теорія Медавара передбачає швидке накопичення в генофонді згубних генів пізньої дії, а тенденція до занепадання розмноження в старшому віці постає з як її вторинний наслідок.

А тепер невеличкий відступ. Однією з чудових властивостей цієї теорії є те, що вона спонукає нас на деякі цікаві роздуми. Наприклад, якби ми захотіли збільшити тривалість людського життя, для цього є два способи. По-перше, можна заборонити мати дітей, наприклад, до сорока років. Через декілька століть цей мінімальний віковий ценз збільшився б до п'ятдесяти років тощо. Тобто, завдяки таким маніпуляціям вдалося б суттєво, аж до кількох століть, продовжити людський вік. От тільки я не уявляю, хто б узявся запровадити таку політику.

По-друге, можна спробувати «обдурити» гени, запевнивши їх, що організм, в якому вони перебувають, молодший, ніж є насправді. На практиці це б означало визначити зміни внутрішнього хімічного середовища організму, що відбуваються під час старіння. Будь-яка з них може виявитись «ключем», що «запускає» летальні гени пізньої дії. Імітуючи загальні хімічні властивості молодого організму, можливо, вдалося б запобігти активізації згубних генів пізньої дії. Хоча самі хімічні сигнали старшого віку не обов'язково мають бути згубними в звичному сенсі. Уявімо, що, наприклад, речовина *S* раптом виявилася більше сконцентрованою в організмах старших індивідів, ніж молодих. Сама вона може бути доволі нешкідливою — якимось компонен-

том їжі, що з часом накопичується в організмі. Але будь-який ген, що виявляє згубний вплив у присутності S , але корисний в інших умовах, автоматично добиратиметься в генофонд і фактично стане геном смерті від старості. Зарадити цьому могло би саме вилучення S з організму.

Революційним у цій ідеї є розуміння, що речовина S є лише «ярлик» старості. Будь-який лікар, зауваживши, що високі концентрації S зазвичай призводять до смерті, сприйняв би S за різновид отрути і узявся б шукати зв'язок між нею і дисфункцією організму. Але в нашому гіпотетичному випадку він даремно змарнував би свій час!

Може також існувати певна речовина Y , «ярлик» молодості в тому сенсі, що більше сконцентрована в молодих організмах, ніж у старих. Тому може відбуватися добір генів, що виявлятимуть позитивний вплив за присутності Y і згубний за її відсутності. Не маючи жодної можливості визначити, що це за S або Y (таких речовин може бути чимало), ми здатні зробити лише загальне передбачення: що краще ми імітуватимемо в старому організмі властивості молодого, навіть дещо загальні на перший погляд, тоді цей літній організм довше житиме.

Нагадаю, що це лише роздуми, базовані на теорії Медавара. Хоча вона, зрештою, не позбавлена логіки, однак це не дає підстави вважати її універсальним поясненням будь-якого конкретного прикладу старечого згасання. Для нас зараз важливо те, що погляд на еволюцію з точки зору генного добору не має проблем із поясненням тенденції індивідів до смерті в старому віці. В межах цієї теорії припущення про смертність індивідів, яке лежить в основі наших роздумів у цьому розділі, є виправданим.

Інше припущення, що його я лише ледь зачепив, про існування статевого розмноження і кросинговеру, пояснити складніше. Кросинговер відбувається не завжди. У самців

дрозофіли його немає. Існує також ген, що пригнічує кросинговер у самиць дрозофіли. Якби ми збиралися вивести популяцію мух, де цей ген був би у всіх, основною неподільною одиницею природного добору стала би *хромосома* в «хромосомному фонді». Тобто, якщо вперто дотримуватися цього пояснення, одним «геном» слід було би вважати всю хромосому.

Зрештою, існують альтернативи і для статевого розмноження. Самиці попелиць можуть без участі самців давати живе потомство жіночої статі, кожен з яких матиме всі гени своєї матері. (До речі, ембріон у «лоні» матері може мати ще менший ембріон у власному лоні. Тому самиця попелиць здатна народити дочку та внучку одночасно, і обидві будуть еквівалентами її власним однойцевим близнюкам.) Багато рослин розмножуються вегетативно, випускаючи бічні пагони. Тоді нам краще говорити радше про *ріст*, а не розмноження; але, зрештою, різниця між ростом та нестатевим розмноженням незначна, позаяк обидва процеси відбуваються завдяки простому мітотичному поділові клітин. Іноді рослини, що виникли завдяки вегетативному розмноженню, від'єднуються від «батьків». В інших випадках, наприклад, береста, бічні пагони не від'єднуються. По суті, весь берестняк можна вважати єдиним індивідом.

Отже, питання постає таким чином: якщо попелиці та берести цього не роблять, чому решта з нас докладає значних зусиль для змішування своїх генів з генами когось іншого, щоби мати дитину? Це виглядає дещо дивним. Навіщо взагалі з'явилось статеве розмноження, це химерне відхилення від прямої реплікації? Що в ньому хорошого?*

Еволюціоністові відповісти на це запитання надзвичайно складно. Найбільш серйозні спроби запропонувати відповідь залучають непрості математичні розрахунки. Щиро кажучи, я хочу уникнути їх, розглянувши лише один момент.

Річ у тім, що науковці, коли беруться пояснювати еволюцію статевого розмноження, дотримуються переконання, що індивід прагне максимізувати кількість своїх генів, здатних виживати. Із такого погляду статеве розмноження видається парадоксальним, бо є «неефективним» способом поширення генів індивіда: кожна дитина має лише 50 % його генів, бо інші 50 % надаються його статевим партнером. Якби сама народжувала дітей як попелиця, вони були б її точними репліками і вона передавала би в організмі кожної дитини наступним поколінням 100 % своїх генів. Цей очевидний парадокс змусив деяких науковців визнати ідею групового добору, бо на груповому рівні переваги статевого розмноження зрозуміти значно легше. Влучно сказав про це В. Ф. Бодмер, що статеве розмноження «сприяє накопиченню в одному індивіді корисних мутацій, що виникають окремо у різних індивідів».

Проте цей парадокс виглядатиме менш неймовірним, якщо дотримуватися запропонованої аргументації книги і вважати індивід машиною для виживання, що її створила недовгочасна конфедерація довготривалих генів. Тоді власне «ефективність» з погляду індивіда видаватиметься несуттєвою. Статеве або нестатеве розмноження розглядатиметься як ознака, що контролюється лише одним геном, так само як блакитні чи карі очі. Ген статевого розмноження маніпулює всіма іншими генами заради своїх власних егоїстичних цілей. Так само робить і ген кросинговеру. Є навіть гени (так звані мутатори), що маніпулюють рівнем помилок копіювання в інших генах. Помилка копіювання, як ми пересвідчилися, несприятлива для самого гена. Але якщо вона йде на користь егоїстичному мутатору, що її спричинює, цей мутатор може поширитись у генофонді. Так само і якщо кросинговер йде на користь гена кросинговеру, це є достатнім поясненням існування кросинговеру.

І якщо статеве (на противагу нестатевому) розмноження іде на користь гена статевого розмноження, це є достатнім поясненням існування статевого розмноження. Чи дає воно користь усім іншим генам цього індивіда чи ні, не так важливо. Зрештою, з позиції егоїстичного гена статеве розмноження не є аж таким дивовижним явищем.

Такі міркування здатні завести до замкненого кола, бо саме існування статевого розмноження є передумовою для чималої кількості роздумів, що підштовхують до сприйняття гена як одиниці добору. На мою думку, у це коло можна не потрапити, але ця книга не є місцем для розгляду подібних питань. Статеве розмноження існує. Це доконаний факт. Саме внаслідок статевого розмноження і кросинговеру мала генетична одиниця (ген) може вважатись найбільш близькою до фундаментального, незалежного фактора еволюції.

Статеве розмноження — не єдиний очевидний парадокс, що виглядатиме дещо зрозумілішим за умови, що ми оберемо позицію егоїстичного гена. Наприклад, виявляється, що кількість ДНК в організмах є більшою, ніж їм потрібно: значна частина ДНК ніколи не перетворюється на білок. З позиції певного організму це виглядає дивовижним. Якщо «метою» ДНК є нагляд за створенням організмів, то дивною видаватиметься велика кількість ДНК, що цим не займається. Біологи сушать голови, намагаючись збагнути, яку корисну мету має ця буцімто зайва ДНК. Але з позиції самих егоїстичних генів жодного парадоксу не існує. Справжньою «метою» ДНК є саме лише виживання. Найпростіший спосіб пояснити зайву ДНК — це припустити, що вона є певним паразитом або, у найкращому разі, нешкідливим, хоч і непотрібним пасажиром, що їде автостопом у машині для виживання, створеній іншою ДНК*.

Дехто проти такого надмірно геноцентричного, на їхню думку, погляду на еволюцію. Бо ж організми або живуть,

або помирають з усіма своїми генами. Сподіваюся, у цьому розділі я достатньо виклав аргументів, щоби довести, що насправді між ними не виникає жодних протиріч. Бо так само, як змагання виграють чи програють човни, а не веслярі, живуть і помирають справді індивіди, тому природний добір майже завжди виявляється *безпосередньо* на рівні індивідів. Але довготривалі наслідки невіпадкової смерті і репродуктивного успіху індивіда виявляються у формі зміни частот генів у генофонді. З деякими застереженнями можна сказати, що генофонд має для сучасних реплікаторів ту саму роль, що й колись первісний бульйон для перших реплікаторів. Статеве розмноження і хромосомний кросинговер мають ефект збереження рідкого стану сучасного еквіваленту цього бульйону. Завдяки їм генофонд постійно добре перемішується, а гени частково перетасовуються. Еволюція — це процес, завдяки якому одних генів у генофонді стає більше, а інших менше. Добре було навчитися кожного разу, намагаючись пояснити еволюцію певних характеристик, таких як альтруїстична поведінка, питати самих себе: «А який вплив ця характеристика має на частоти генів у генофонді?» Часом мова генів виглядає дещо нудною, тому для стислого і виразного викладу доводиться вживати метафори. Але до них завжди слід ставитися дещо скептично, щоби за потреби знову перекласти їх мовою генів.

З огляду на ген, генофонд є лише новим різновидом бульйону, де минає його життя. Змінилося те, що нині життя гена триває у співпраці з послідовними групами товаришів, що беруться з генофонду для створення щоразу іншої смертної машини для виживання. Саме про ці машини виживання та сенс, що вкладається в слова про те, що гени контролюють їхню поведінку, йтиме мова у наступному розділі.

4

ГЕННА МАШИНА

Машини для виживання спершу були пасивними сховищами генів, надаючи їм прихисток від хімічних атак їхніх конкурентів і руйнувань від випадкових молекулярних бомбардувань. У ті давні часи вони «харчувались» органічними молекулами, поширеними в первісному бульйоні. Але коли в ньому органічна їжа, що століттями повільно створювалася під впливом енергії сонячного світла, закінчилася, цьому безтурботному життю настав край. Тоді один з головних різновидів машин для виживання, що його тепер називають рослинами, почав сам безпосередньо використовувати сонячне світло для створення складних молекул з простих, реактивуючи процеси синтезу первісного бульйону зі значно вищою швидкістю. Інший різновид, тепер відомий як тварини, «відкрив», що можна експлуатувати хімічну працю рослин, поїдаючи їх або ж інших тварин. У ході еволюції обидва головні різновиди машин для виживання вдавалися до дедалі вигадливіших способів збільшити свою ефективність у різноманітних умовах життя, безперервно знаходячи нові можливості. Поступово виникали дедалі менші різновиди, кожен з яких пристосовувався до конкретного середовища існування: в морі, на землі, в повітрі, під землею, на деревах, всередині інших живих організмів. Таке розгалуження призвело до появи величезного різноманіття тварин і рослин, що так вражає нас сьогодні.

Тварини і рослини еволюціонували в багатоклітинні організми, де кожна клітина отримала повні копії усіх генів свого виду. Ми не знаємо, коли, чому, скільки разів та наскільки незалежно це сталося. Дехто використовує метафору колонії, описуючи організм як колонію клітин. Мені ж більше до вподоби вважати організм колонією *генів*, а клітину — зручною робочою одиницею їхньої хімічної активності.

Проте, хоча організми і є колоніями генів, у своїй поведінці вони, безумовно, набули власної індивідуальності. Тварина рухається як скоординоване єдине ціле, як одиниця. Суб'єктивно я відчуваю себе одиницею, а не колонією. Цього й слід було очікувати. Адже добір віддавав перевагу генам, що кооперуються з іншими. В шаленій конкуренції за дефіцитні ресурси, в безжальному намаганні з'їсти інші машини для виживання та не дати з'їсти себе, перевага, мабуть, була на боці центральної координації, а не анархії всередині комунального організму. В наші дні заплутана взаємна коеволюція генів досягла такого ступеня, що комунальну природу окремої машини виживання практично неможливо розрізнити. По суті, багато біологів і не розрізняють її, а тому не погодяться зі мною.

На щастя для того, що журналісти могли б назвати «достовірністю» решти матеріалу цієї книги, незгода ця є, переважно, академічною. Так само, як недоречно говорити про кванти та елементарні частинки, коли ми обговорюємо роботу автівки, часто не варто постійно згадувати гени, обговорюючи поведінку машин для виживання. На практиці зазвичай зручно розглядати окремих організм як агента, що «намагається» збільшити кількість усіх своїх генів у майбутніх поколіннях. Я використовуватиму зручну мову. Якщо не пропонується щось інше, терміни «альтруїстична і егоїстична поведінка» означатимуть поведінку певного тваринного організму стосовно іншого.

Цей розділ присвячений *повегінці* — вмінню швидко рухатися, що її активно використовує тваринний різновид машин для виживання. З часом тварини стали активними запозятливими носіями генів — генними машинами. Основною характеристикою поведінки для біологів є швидкість її руху. Рослини теж рухаються, але дуже повільно. Швидкість витких рослин нагадує темп тварин лише на пришвидшеному перегляді відео. Та й здебільшого рух рослин — це насправді незворотний ріст. Тварини ж за час еволюції виробили у сотні тисяч разів швидші способи рухатись. Окрім цього їхні рухи є зворотними і можуть повторюватись безліч разів.

Пристроєм, що розробили тварини для досягнення швидких рухів, був м'яз. М'язи, наче паровий двигун чи двигун внутрішнього згоряння, використовують енергію хімічного палива для створення механічного руху. Різниця полягає в тому, що безпосередня механічна сила м'яза має форму натягу, а не газового тиску. А ще м'язи схожі на двигуни тим, що часто докладають свою силу до різноманітних тросиків і важелів із шарнірами. В наших тілах важелі називаються кістками, тросики — сухожиллями, а шарніри — суглобами. Про те, які саме молекулярні процеси відбуваються під час роботи м'язів, відомо доволі багато, але мене більше цікавить *синхронізація* м'язових скорочень.

Чи доводилося вам колись бачити, як працює складний автомат: в'язальна чи швацька машина, ткацький верстат, автомат для наливання напоїв, сінов'язалка? Рушійна сила надходить від якогось одного джерела — електродвигуна чи, скажімо, трактора. Але більше вражає складна синхронізація операцій. Клапани відкриваються і закриваються у певній послідовності, сталеві пальці вправно перев'язують брикет сіна вузлом, а потім у чітко визначений момент вискакує ніж, що перерізає мотузку. В багатьох штучно створених машинах синхронізація досягається завдяки блискучому

винаходів — розподільчому кулачку. За допомогою ексцентрика або коліщатка особливої форми він перетворює простий обертальний рух на складну ритмічну схему операцій. Подібний принцип використовується й у музичній скриньці. Інші машини, такі як паровий орган чи піаноло, використовують паперові валики або перфокарти з отворами, пробитими у певному порядку. Нещодавно з'явилася тенденція замінити такі прості механічні синхронізатори електронними. Цифрові комп'ютери є прикладом великих і багатоцільових електронних пристроїв, що їх можна використовувати для генерування складно синхронізованих схем рухів. Основним компонентом сучасної електронної машини, такої як комп'ютер, є напівпровідник, добре відомий нам у формі транзистора.

Скидається на те, що машини для виживання взагалі обходяться без розподільчого кулачка і перфокарт. Апарат, що його вони використовують для синхронізації своїх рухів, має більше спільного з електронним комп'ютером, хоча головний принцип його дії зовсім інший. Основна одиниця біологічних комп'ютерів (нервова клітина, або нейрон) насправді нічим не нагадує транзистор своєю внутрішньою роботою. Звичайно, код, яким нейрони спілкуються між собою, дещо схожий на імпульсні коди цифрових комп'ютерів, але окремий нейрон є значно складнішою одиницею обробки даних, ніж транзистор. Замість лише трьох з'єднань з іншими компонентами, один нейрон може мати їх десятки тисяч. Нейрон є повільнішим за транзистор, але пішов значно далі в напрямку мініатюризації — тенденції, що панує в галузі електроніки протягом останніх двох десятиліть. Доказом цього є той факт, що людський мозок містить кілька десятків тисяч мільйонів нейронів, тоді як до черепної коробки ввійшло б лише кілька сотень транзисторів.

Рослини не мають потреби в нейронах, бо живуть не рухаючись з місця, але у переважній більшості тварин вони присутні. Можливо, нейрони були «відкриті» на початку еволюції тварин та успадковані усіма групами або заново відкривалися кілька разів незалежним чином.

У своїй основі нейрони є просто клітинами, з ядром та хромосомами, як і решта клітин. Але стінки їхніх клітин мають довгі, тонкі вирости, схожі на дротинки. Дуже часто нейрон має одну особливо довгу «дротинку», що називається *аксоном*. Хоча ширина аксону мікроскопічна, його довжина може сягати кількох метрів: існують деякі аксони, що тягнуться уздовж усієї шиї жирафа. Зазвичай аксони збираються разом у товсті переплетені кабелі, що називаються нервами. Нерви тягнуться з однієї частини тіла до іншої, передаючи інформацію подібно до магістральних телефонних кабелів. Інші нейрони мають короткі аксони, обмежені тісними скупченнями нервової тканини, що називаються *гангліями* або, коли вони дуже великі, мозком. За його функцією мозок можна вважати аналогом комп'ютерів*. Вони аналогічні в тому, що обидва типи машин генерують складну схему реакції після аналізу вхідної інформації та звіряння зі збереженими даними.

По суті, головним способом сприяння мозку успіхові машин для виживання є контроль і координація м'язових скорочень. Для цього потрібні кабелі, що ведуть до м'язів і називаються руховими нервами. Але синхронізація м'язових скорочень призводить до ефективного збереження генів, лише якщо вона має якесь відношення до синхронізації подій у навколишньому світі. Важливо, щоби щелепні м'язи скорочувалися лише тоді, коли щелепам є що кусати, а м'язи ніг скорочувалися для бігу лише тоді, коли треба бігти за кимось чи від когось. Із цієї причини природний добір віддавав перевагу тваринам, що виробили в себе органи чуттів — пристрої,

що перекладають інформацію про фізичні події у навколишньому світі на імпульсний код нейронів. Мозок під'єднаний до цих органів чуттів — очей, вух, смакових рецепторів тощо — за допомогою кабелів, що називаються чутливими нервами. Робота сенсорних систем особливо незбагненна, бо вони здатні досягати значно більшої майстерності в розпізнаванні образів, ніж найкращі та найдорожчі машини, штучно створені людиною. Якби це було не так, усі друкарки були б звільнені та замінені машинами для розпізнавання усної мови або машинами для читання рукописного тексту. Але без друкарок не обійтися ще багато десятиліть.

Можливо, були часи, коли органи чуттів з'єднувалися з м'язами більш-менш безпосередньо. По суті, актинії сьогодні недалеко зайшли від такого стану, оскільки для їхнього способу життя він є цілком ефективним. Але, щоби досягти більш складних та непрямих зв'язків між синхронізацією подій у навколишньому світі і синхронізацією м'язових скорочень, був потрібен якийсь проміжний мозок. Помітним досягненням став «винахід» у ході еволюції пам'яті. Завдяки цьому пристосуванню на синхронізацію м'язових скорочень можуть впливати не лише нещодавні події, але й події далекого минулого. Пам'ять, або накопичувач інформації, є також важливою частиною цифрового комп'ютера. Комп'ютерна пам'ять надійніша за людську, але вона має меншу місткість та значно менш витончена в своїх техніках пошуку і відновлення інформації.

Однією з найбільш вражаючих властивостей поведінки машини для виживання є її очевидна цілеспрямованість. Під цим я розумію не лише те, що вона існує на те, щоб допомогти виживанню генів тварин, хоча, звичайно, так і є. Я маю на увазі ближчу аналогію з цілеспрямованою поведінкою людини. Спостерігаючи за твариною у пошуках їжі, статевого партнера або загубленого дитинчати, ми навряд

чи можемо втриматися, щоб не приписати їй суб'єктивні відчуття, що їх самі зазнаємо під час таких пошуків. Сюди може належати «бажання» якогось об'єкта, «ментальний образ» бажаного об'єкта, «мета» чи «остаточна ціль». Кожен із нас знає з досвіду власної інтроспекції, що, принаймні, в одній сучасній машині для виживання ця цілеспрямованість еволюціонувала у властивість, що її ми називаємо «свідомістю». Я недостатньо знаюся на філософії, щоб розмірковувати про її значення, але, на щастя, це не важливо для наших нинішніх потреб, бо можна собі говорити про машини, що поводяться, *неначе* мотивовані якоюсь метою, відсунувши набік проблему, чи дійсно вони є свідомими. По суті, ці машини дуже прості, а принципи несвідомої цілеспрямованої поведінки досить поширені у технічних науках. Класичним прикладом є відцентровий регулятор Джеймса Ватта.

Задіяний в його основі принцип називається негативним зворотнім зв'язком, що може мати багато різних форм. Загалом відбувається таке. «Цілеспрямована машина» — машина або річ, що поводить, *неначе* має перед собою певну свідому мету, — споряджається тим чи іншим вимірвальним пристроєм, що вимірює невідповідність між поточним станом речей та «бажаним». Він створений так, що чим більшою є ця невідповідність, тим важче працює машина. Таким чином машина автоматично прагнучиме зменшити цю невідповідність (ось чому це називається *негативний* зворотній зв'язок), а досягаючи «бажаного» стану, може заспокоюватися. Регулятор Ватта складається з двох кульок, що обертаються паровим двигуном. Кожна кулька розташована на кінці шарнірного важеля. Чим швидше обертання кульок, тим більше відцентрова сила змушує важелі перебувати в горизонтальному положенні, а цій тенденції протидіє сила тяжіння. Важелі під'єднані до парового клапана живлення двигуна таким чином, що, коли важелі наближа-

ються до горизонтального положення, пара починає пере-криватися. Тому, якщо двигун працює надто швидко, пара буде частково перекриватись, і він поступово сповільнюватиметься. Якщо ж він сповільнюватиметься надто сильно, клапан автоматично пропускатиме до нього більше пари і він пришвидшуватиметься знову. Через різкі прискорення та часові затримки в таких цільових машинах часто виникають коливання, і інженери намагаються вбудувати в них допоміжні пристрої, щоби зменшити ці коливання.

«Бажаним» станом регулятора Ватта є задана швидкість обертів. Очевидно, що це не свідоме його бажання. «Ціль» машини визначається як стан, до якого вона має тенденцію повертатися. В сучасних цілеспрямованих машинах використовується розвиток таких базових принципів, як негативний зворотній зв'язок, щоби досягти значно більш складної поведінки, «схожої на життя». Керовані ракети, наприклад, ведуть активний пошук цілі, а коли захоплять, здається, що переслідують її, враховуючи всі відхилення та повороти, а іноді навіть «випереджаючи» або «передбачаючи» їх. У деталі того, як це робиться, вдаватися не варто. До цього залучається негативний зворотній зв'язок різних типів, прямий зв'язок, а також інші принципи, добре відомі інженерам та, як тепер стало відомо, поширені в роботі живих організмів. Не треба добачати тут чогось схожого на свідомість, навіть якщо нефаківцеві, що спостерігає за вочевидь виваженою і зосередженою поведінкою ракети, й важко повірити, що вона не перебуває під прямим контролем людини-пілота.

Загальною помилкою є вважати, що машина, наприклад, керована ракета, хоч була з самого початку розроблена і створена свідомою людиною, має обов'язково перебувати під безпосереднім контролем такої людини. Інший варіант цієї помилки — стверджувати, що «комп'ютери насправді не грають у шахи, бо можуть робити лише те, що наказує

їм оператор». Дуже важливо збагнути, чому такі твердження помилкові, бо вони впливають на наше розуміння сенсу того, що гени «контролюють» поведінку. Комп'ютерні шахи є достатньо хорошим прикладом, щоби вловити суть, тому я принагідно його розгляну.

Комп'ютери поки не грають у шахи з майстерністю гросмейстерів, але вже досягли непоганого любительського рівня. Щоправда, непоганого любительського рівня досягли *програми*, бо програмі для гри в шахи все одно, на якому саме комп'ютері демонструвати свої можливості. Тоді в чому полягає роль програміста? Перш за все, він аж ніяк не керує комп'ютером хід за ходом, немов смикаючи за мотузки ляльку. Адаже це виглядало би шахрайством. Він пише програму, закладає її в комп'ютер, після чого комп'ютер вже діє сам: подальше людське втручання не потрібне, крім того, що суперник вводить свої ходи. Можливо, програміст передбачає всі можливі в шахах комбінації та забезпечує комп'ютер довгим переліком вдалих ходів, по одному на кожну можливу ситуацію? Мабуть, що ні, бо кількість можливих позицій у шахах аж така велика, що повний перелік не був би готовим і до кінця світу. З тієї самої причини комп'ютер неможливо запрограмувати на перебирання «в голові» усіх можливих ходів та їх наслідків, поки він не знайде переможну стратегію. Можливих варіантів шахових партій більше, ніж атомів у галактиці. Тому годі про тривіальні рішення проблеми програмування комп'ютера для гри в шахи. Безперечно, що це надзвичайно складна проблема, а тому досі навіть найкращі програми все ще не можуть досягти майстерності гросмейстерів.

Отож, програміст більше нагадує батька, що навчає свого сина грати в шахи. Він розповідає комп'ютеру про основні ходи цієї гри, і не окремо для кожної можливої стартової позиції, а з огляду на більш лаконічні правила. Він не каже лише

щось на кшталт: «слони ходять по діагоналі», а використовує короткий математичний еквівалент, що в перекладі виглядає приблизно так: «Нові координати слона отримуються зі старих додаванням однакової константи, хоча й не обов'язково з тим самим знаком, як до старої координати x , так і до старої координати y ». Потім він може запрограмувати якусь «пораду», написану тією самою математичною, або логічною, мовою, що зводиться до підказки, наприклад «не залишай короля без захисту», або корисних прийомів, таких як «виделки» конем. Усі ці деталі напрочуд цікаві, але вони можуть завести нас не туди, куди слід. Сама суть тут проста: безпосередньо під час гри комп'ютер діє самостійно і не може розраховувати на допомогу свого власника. Все, що може зробити програміст, так це *зазгалерігь* налаштувати комп'ютер щонайкраще, з досконалим балансом між переліком спеціальних знань і підказками щодо стратегій та технік.

Гени також контролюють поведінку своїх машин виживання не безпосередньо, немов мотузками ляльководи, а опосередковано, подібно до комп'ютерного програміста. Все, що вони можуть зробити, так це налаштувати їх заздалегідь, після чого машина для виживання діє самостійно, а гени лише пасивно сидять собі всередині. Чому вони так поведуться? Чому не хапаються за віжки і не контролюють кожен рух? Відповідь полягає в тому, що вони не можуть цього зробити через проблеми відставання в часі. Найкраще це демонструє інша аналогія, взята з наукової фантастики. Я маю на увазі чудову книгу Фреда Гойла та Джона Елліота «Андромеда», що, подібно до всієї якісної наукової фантастики, базується на кількох цікавих наукових проблемах. Як не дивно, схоже, що найважливіша з цих проблем у книзі детально не розглядається. Роздуми про неї залишені уяві читача. Сподіваюсь, автори не заперечуватимуть, якщо я візьмуся про неї поговорити.

Отже, сюжет такий: на відстані 200 світлових років від нас, у сузір'ї Андромеди, існує цивілізація*. Її представники прагнуть поширити свою культуру на далекі світи. Як це зробити найкращим чином? Про безпосереднє відвідання цих світів і мови бути не може. Теоретично, найбільша швидкість, з якою можна переміщуватися з однієї точки Всесвіту до іншої, обмежена швидкістю світла, але на практиці різні технічні обмеження роблять її ще меншою. Крім того, у всесвіті може виявитися не так вже багато планет, що їх варто було б відвідати, та й як довідатися, куди саме треба летіти? Радіо є найкращим способом спілкування з рештою Всесвіту, оскільки, маючи достатньо енергії для передачі сигналів в усіх напрямках, замість однієї може охопити велику кількість планет (ця кількість зростає пропорційно квадрату відстані, що її долає сигнал). Радіохвилі поширюються зі швидкістю світла, а це означає, що для досягнення Землі сигналові з Андромеди знадобиться 200 років. Проблема в тому, що на таких відстанях неможливо підтримувати нормальний діалог. Навіть якщо облишити той факт, що кожне наступне повідомлення з Землі передавалось би людьми, що їх розділятиме дванадцять поколінь, спілкування на таких відстанях було би простим марнуванням зусиль.

Ця проблема скоро серйозно нас непокоїтиме, адже відстань від Землі до Марса радіохвилі долають приблизно за чотири хвилини. Не може бути й сумнівів, що космонавтам доведеться відмовитися від звички спілкуватися короткими реченнями по черзі та перейти на довгі монологи, більше схожі на звукові листи, ніж на розмову. Як наголосив у іншому прикладі американський біолог Роджер Пейн, акустика моря має певні специфічні властивості, завдяки яким надзвичайно голосну «пісню» деяких китів теоретично можна було б почути усюди, але за умови, що вони пливтимуть на певній глибині. Невідомо, чи саме так кити спілкуються один

з одним на дуже великих відстанях, але якщо це правда, вони мають долати ту саму проблему, що й астронавт на Марсі. Швидкість поширення звуку в воді є такою, що їхня пісня долатиме Атлантичний океан разом із отримуваною відповіддю приблизно дві години. Гадаю, саме цим і пояснюється той факт, що деякі кити виголошують безперервні монологи, не повторюючись протягом восьми хвилин. Вони знову і знову співають свою пісню від початку і до кінця, і кожен повний цикл так само триває приблизно вісім хвилин.

Мешканці Андромеди у романі повелися так само. Їм не було сенсу чекати на відповідь, тому вони зібрали все, що хотіли сказати, в одне величезне неперервне повідомлення і передавали його в космос знову і знову, з циклічністю в кілька місяців. Проте їхнє повідомлення було іншим, ніж у китів. Воно містило закодовані інструкції для створення і програмування гігантського комп'ютера. Певна річ, ці інструкції викладені були не людською мовою, але вправний криптограф може розшифрувати практично будь-який код, особливо якщо розробники коду хочуть, щоби це було легко зробити. Прийняте радіотелескопом Джодрелла Бенка повідомлення було зрештою розшифровано, комп'ютер створено, а програму запущено. Результати ледве не стали катастрофою для людства, бо наміри інопланетян виявились аж ніяк не альтруїстичними, і цей комп'ютер впритул наблизився до диктатури над світом, поки головний герой роману врешті не розтрощив його сокирою.

Для нас цікаво з'ясувати, в якому сенсі можна вважати, що мешканці Андромеди маніпулювали подіями на Землі. Адже вони не мали прямого контролю над роботою комп'ютера взагалі. Зрештою, вони навіть не мали жодної можливості довідатися про створення комп'ютера, бо інформація про це досягла їх лише через 200 років. Рішення та дії комп'ютера були суто самостійними. Він не міг звернутися

до своїх господарів навіть за загальними інструкціями. Через нездоланий 200-річний бар'єр усі його інструкції мали бути вбудовані заздалегідь. Отже, він мав бути запрограмований надзвичайно подібно до шахового комп'ютера, але з більшою гнучкістю і здатністю сприймати місцеву інформацію. Це було зроблено для того, щоби програма мала змогу працювати не лише на Землі, але й на будь-якій планеті з розвиненими технологіями, в будь-якому Всесвіті, про подробиці умов життя яких мешканці Андромеди не мали жодної гадки.

Так само, як їм потрібно було мати на Землі комп'ютер, що день-у-день приймав за них рішення, нашим генам потрібно було створити мозок. Але гени — це не вже не інопланетяни, що надсилають закодовані інструкції; вони самі є такими інструкціями. Причина, через яку вони не смикають нас за шворки наче ляльок, та сама — відставання в часі. Робота генів полягає в контролі білкового синтезу. Це потужний спосіб маніпулювання світом, але вкрай повільний. Для того, щоб створити ембріон, потрібні місяці терплячого смикання за білкові ниточки. Головною ж особливістю поведінки є швидкість. Вона працює за часовою шкалою не місяців, а секунд і часток секунд. Щось трапилось: над головою промайнула сова, шерех високої трави зрадив хижака, і нервова система за мілісекунди починає діяти — стрибок, і чиєсь життя врятовано (або втрачено). Гени не вдаються до такої реакції. Як і мешканці Андромеди, гени можуть лише добре попрацювати *заздалегідь*, створивши для себе швидкий комп'ютер і завчасу запрограмувавши його на правила й «поради» для подолання всіх проблем, що їх вони здатні «передбачити». Але життя, як і гра в шахи, пропонує надто багато різних випадковостей, аби всі їх передбачити. Подібно до програміста шахової гри, гени мають «інструкувати» свої машини для виживання не щодо окремих моментів, а пропонувати їм загальні стратегії і маневри*.

Відомий зоолог і нейропсихолог Дж. З. Янг запевняв, що гени мають виконувати завдання, подібні до передбачення. На етапі створення ембріона машини для виживання небезпеки і проблеми її подальшого життя перебувають у майбутньому. Хто скаже, який хижак підстерігатиме її в куцах або яка прудконога здобич трапиться їй на шляху? Нема такого ані пророка, ані гена. Але деякі загальні передбачення зробити вже можна. Гени полярного ведмеда можуть впевнено передбачити, що майбутнє їхньої ще ненародженої машини для виживання буде холодним. Вони не розмірковують про це як про пророцтво, вони взагалі не розмірковують. Вони беруться створювати густе хутро, бо саме це завжди робили для попередніх організмів, через що вони досі існують у генфонді. Вони також передбачають, що земля буде вкрита снігом, і їхнє передбачення набуває вигляду хутра білого кольору, яке менше впадатиме у вічі. Якби клімат Арктики раптово змінився і ведмежа народилося б у тропічній пустелі, передбачення генів виявилось би хибним, за що вони були б покарані. Ведмежа загинуло б, і вони разом з ним.

Передбачення в нашому складному світі — справа ризиківана. Кожне рішення, що його приймає машина для виживання, є азартною грою, і гени мають заздалегідь запрограмувати мозок так, щоби він продукував ефективні рішення. Валютою, що цінується у казино еволюції, є виживання (зокрема генів, хоча для багатьох потреб потрібне виживання індивіда). Якщо підійти до води, з'являється загроза стати здобиччю хижаків, що часто полюють у таких місцях. Якщо ж оминати воду, доведеться померти від спраги. Ризик є завжди і будь-коли, тому слід приймати такі рішення, щоби збільшити шанси на тривале життя генів. Мабуть, найкращим варіантом для нашого прикладу буде якомога довше терпіти спрагу, а тоді добряче напиться води про запас. Так можна зменшити саму кількість небезпечних

походів, але коли ви нарешті почнете пити, доведеться надовго опустити додолу очі. Іншим непоганим варіантом може бути пити потроху і часто, швидко ковтаючи воду й одразу тікаючи. Яка стратегія азартної гри є найкращою, залежить від різних складних факторів, серед них — мисливські звички хижаків, що теж еволюціонували до максимально потрібної їм ефективності. Тому треба зважити всі можливості. Однак не варто думати, що тварини роблять ці розрахунки свідомо. Достатньо пам'ятати, що індивіди, гени яких створюють мозок саме так, щоб він робив правильний вибір, одразу отримують більші шанси на виживання і поширення цих самих генів.

Побавимось ще трохи метафорою азартної гри. Гравець повинен зважати на три головні речі: ставку, шанси і виграш. Якщо виграш є дуже великим, гравець готовий ризикнути великою ставкою. Гравцеві, що ризикне поставити все на один розіграш, може добряче поталанити. Він може й чимало програти, але в середньому гравці з високими ставками виграють десь так само, як ті, що грають на малий виграш з низькими ставками. Подібним є порівняння між спекулятивним і обачним інвестором на фондовому ринку. До того ж фондовий ринок є кращою аналогією за казино, бо казино не працює у збиток (що, зокрема, означає, що гравці з високими ставками загалом стають біднішими, ніж гравці з низькими ставками, а гравці з низькими ставками — біднішими за тих, хто взагалі не грає. Але це не стосується нашої теми). Розумними виглядають обидві стратегії гри. А чи є тварини, що грають за високими ставками, а також дещо консервативніші? У 9-му розділі ми переконаємось, що досить часто схильними до ризику можна вважати самців, а от більш обачними — самиць, надто це стосується полігамних видів, де самці змагаються за самиць. Натуралісти, що читають цю книгу, можуть згадати ті види, що близькі до опису ризико-

ваних гравців з високими ставками або більш консервативних. Я ж вертаюся до більш загальної теми механізму «передбачень» генами майбутнього.

Передбачувати у доволі непередбачуваних умовах середовища сприяє здатність до навчання. Її програма може набувати вигляду таких інструкцій для виживання: «Ось перелік речей, що визнаються приємними: солодкий смак у роті, оргазм, комфортна температура, дитяча усмішка. А ось перелік неприємних речей: різні види болю, нудота, порожній шлунок, дитячий плач. Якщо ви зробите щось, що викличе одну з цих неприємностей, запам'ятайте і уникайте цього. А от те, що робить приємність, повторюйте». Перевага такого програмування у тому, що воно значно скорочує кількість детальних правил, що їх потрібно включити до первинної програми. Крім того, воно навчає реагувати на зміни умов середовища, що їх не вдалося передбачити. Зрештою, певні передбачення все ж необхідні. В нашому прикладі гени передбачають, що солодкий смак у роті, а також оргазм будуть «хорошими» тому, що споживання цукру і спаровування сприятимуть виживанню генів. Варіанти сахарину та мастурбації не передбачаються, як і небезпека надмірного споживання цукру в наших умовах існування, де його неприродно багато.

Здатність навчатися використовується і в деяких шахових комп'ютерних програмах. Ці програми удосконалюються через те, що грають проти людей або інших комп'ютерів. Хоча вони й мають свій арсенал правил і тактик, у їхньому процесі прийняття рішень передбачена незначна тенденція до випадковості. Вони записують попередні рішення, і щоразу, коли виграють, дещо підвищують рівень тактик, що призвели до перемоги, аби наступного разу з дещо більшою вірогідністю обирати ті самі тактики знову.

Одним із найцікавіших методів передбачення майбутнього є моделювання ситуації. Якщо генерал захоче дізнатися, чи буде саме цей план військової операції кращим за альтернативний, то зіштовхнеться із проблемою. Адже ще існують невідомі фактори: погода, бойовий дух його власних військ, а також можливі контрзаходи супротивника. Одним зі способів з'ясувати, чи вдалий цей план, є вдатися до нього і побачити наслідки. Та не варто вдаватися до цього зі всіма задуманими спокусливими планами, бо кількість чоловіків, охочих померти «за свою країну» обмежена, а от кількість самих планів досить велика. Краще випробовувати різноманітні плани під час навчань, ніж у справжньому бою. Це можуть бути повномасштабні навчання, де «північні» воюють із «південними» холостими боєприпасами, але навіть це вимагає часу і матеріальних витрат. Менш витратними будуть військові ігри з пересуванням по великій мапі солдатиків і маленьких іграшкових танків.

В останні роки велику частину функції моделювання взяли на себе комп'ютери, і не лише у військовій стратегії, але й в усіх сферах, де необхідно передбачати майбутнє: економіці, екології, соціології та ін. Це відбувається так. У комп'ютер закладається модель певного аспекту зовнішнього світу. Це не означає, що, знявши кришку, ви побачите всередині мініатюрний макет однакової форми з об'єктом моделювання. В шаховому комп'ютері немає «образної картини» всередині банку пам'яті, де вгадується шахова дошка з кіньми і пішаками. Шахова дошка та поточне положення фігур на ній буде представлена стовпчиками цифр комп'ютерного коду. Для нас мапа є мініатюрною моделлю частини світу, втиснутою у два виміри. В комп'ютері ж мапа цілком може бути представлена переліком міст та інших координат, кожна з двома числами — широтою і довготою. Але в якому б вигляді комп'ютер не тримав модель світу

в своїй «голові», головне, щоби він міг керувати нею, маніпулювати, експериментувати і повідомляти про результати операторам зрозумілими для них термінами. З такою технікою моделювання можна вигравати чи програвати битви, пілотувати чи розбивати літаки, доводити економіку до процвітання чи кризи. Кожного разу весь процес відбувається всередині комп'ютера протягом крихітної частки часу, який би він забрав у реальному житті. Певна річ, моделі світу бувають вдалі та погані, і навіть вдалі є такими лише приблизно. Жодне моделювання нездатне точно передбачити, що станеться в реальності, але вдале моделювання значно краще за метод необачних спроб і помилок. Моделювання можна назвати *вікарними* спробами і помилками — терміном, що його, на жаль, давно вже привласнили знавці щурячої психології.

Якщо моделювання є аж такою чудовою ідеєю, слід було б очікувати, що машини для виживання використають його першими. Зрештою, вони винайшли багато інших технік людського проектування задовго до того, як ми вийшли на сцену: лінзу, що фокусується, і параболічний рефлектор, частотний аналіз звукових хвиль, сервоуправління, сонар, буферний накопичувач вхідної інформації, а також безліч інших з довгими назвами, деталі яких не важливі. А як щодо моделювання? Що ж, коли ви самі маєте наважитися на складне рішення, що передбачає невідомі фактори у майбутньому, то вдається до певної форми моделювання. Ви *уявляєте*, що може статися, якщо обрати кожен із доступних вам варіантів. Ви створюєте у своїй голові модель не всього на світі, а обмеженого набору факторів, що, на вашу думку, можуть мати значення. Ви начебто виразно бачите їх подумки або бачите і маніпулюєте їхніми стилізованими абстракціями. Але малоімовірно, що десь у вашому мозку виникне справжня просторова

модель подій, що їх ви собі уявляєте. Але, так само, як у комп'ютері, деталі того, як ваш мозок представляє свою модель світу, менш важливі за факт, що він здатен використовувати її для передбачення можливих подій. Машини для виживання, що здатні моделювати майбутнє, перебувають на один крок попереду тих, що лише вчаться на спробах і помилках. Та спроби потребують багато часу і енергії, а помилки стають часто фатальними. Моделювання безпечніше і швидше за них.

Виглядає так, що еволюція здатності до моделювання досягла своєї кульмінації в суб'єктивній свідомості. Чому так сталося, мені видається найскладнішою загадкою, що її має вирішити сучасна біологія. Немає жодних підстав припускати, що електронні комп'ютери, коли моделюють, мають свідомість, хоча слід визнати, що в майбутньому вони такими можуть стати. Можливо, свідомість виникає, коли модельований мозком світ стає настільки повним, що має створити модель самого себе*. Вочевидь, кінцівки і тіло машини для виживання мають складати важливу частину змодельованого нею світу; мабуть, із тих самих причин моделювання саме можна вважати частиною світу, що його треба змоделювати. Тобто, іншим словом на означення цього може бути «самосвідомість», але я не вважаю його вдалим поясненням еволюції свідомості. Скоріше, воно лише частково це робить, бо містить в собі безкінечний регрес — якщо є модель моделі, то чому б не бути моделі моделі моделі...?

Які б філософські проблеми не порушувала свідомість, у межах цієї книги її можна вважати кульмінацією еволюційної тенденції до звільнення машин для виживання, що здатні приймати поточні рішення, від їхніх кінцевих господарів — генів. Розум не лише відповідальний за повсякденний перебіг справ машин для виживання, він також набув здатності передбачати майбутнє і діяти щодо цього. Розум

навіть може повстати проти диктату генів, наприклад, не бажаючи мати стільки дітей, на скільки здатен організм. Але, як ми ще побачимо, в цьому відношенні людина є дуже особливим випадком.

Як усе це стосується альтруїзму і егоїзму? Я хочу сказати, що поведінка тварин, альтруїстична чи егоїстична, хоч і контролюється генами не безпосередньо, однак дуже потужно. Диктуючи сам спосіб створення машин для виживання та їхніх нервових систем, гени тримають верховну владу над поведінкою. Але за кожної конкретної нагоди рішення про те, що робити далі, приймається нервовою системою. Гени є свого роду законодавцями, а мозок — виконавцем. Але в міру свого розвитку мозок зазіхає на дедалі більш актуальні стратегічні рішення, вдаючися до таких прийомів, як навчання і моделювання. Логічним результатом цієї тенденції, що її досі не досягнув жоден інший вид, могло би стати повідомлення генів машинам виживання однієї загальної стратегічної інструкції: «Робіть усе, що ви вважаєте найкращим для збереження нашого життя».

Аналогії між комп'ютерами і прийняттям рішень у людей — це, авжеж, чудово. Але зараз нам час отямитися і згадати, що еволюція насправді відбувається крок за кроком, завдяки диференційному виживанню генів у генофонді. Тому, якщо метою є еволюція схеми поведінки — альтруїстичної чи егоїстичної — необхідно, щоби ген такої поведінки мав змогу вижити у генофонді успішніше за конкурентний ген (алель) якоїсь іншої поведінки. «Ген альтруїстичної поведінки» означає будь-який ген, що впливає на розвиток нервових систем таким чином, що робить імовірним їхнє альтруїстичне поводження*. Чи існують якісь експериментальні докази генетичної спадковості альтруїстичної поведінки? Ні, але це навряд чи дивно, позаяк генетика будь-якої поведінки вивчена ще недостатньо. Натомість, я краще

розповім вам про одне дослідження схеми поведінки, що не засвідчила свій очевидний альтруїзм, але виявилася досить складною, щоб зацікавити. Вона здатна бути моделлю того, як може успадковуватись альтруїстична поведінка.

Медоносні бджоли страждають від інфекційного захворювання під назвою гнилець. Воно вражає личинок в їхніх чарунках. Серед порід, що використовуються бджолярами, одні мають більший за інших ризик захворіти, до того ж виявилось, що різниця між породами (принаймні, іноді) є поведінковою. Існують так звані гігієнічні різновиди бджіл, що швидко придушують епідемію, локалізуючи уражених личинок, витягуючи їх із чарунок і викидаючи з вулика. Інші ж різновиди є чутливими до захворювання, бо не практикують таке гігієнічне дітовбивство. Насправді, поведінка заради гігієни доволі складна. Робочі бджоли мають виявити всі чарунки з хворими личинками, прибрати з них воскові кришечки, витягти личинок, пропхати їх крізь отвір вулика і викинути геть.

Проведення генетичних експериментів із бджолами — доволі складний процес через різні причини. Робочі бджоли не розмножуються звичайним способом, тому доводиться схрещувати матку одного різновиду з трутнем (самцем) іншого, а потім спостерігати за виведеними робочими бджолами. Саме так зробив професор Ротенбюлер. Він виявив, що у вуликах гібридів першого покоління всі бджоли не були гігієнічними: звички їхніх батьків виглядали втраченими, хоча, як виявилось, належні гени не зникли, однак стали рецесивними, як гени блакитних очей у людини. Коли ж Ротенбюлер вдався до зворотного схрещування гібридів першого покоління з чистим гігієнічним різновидом (зновтаки використовуючи маток і трутнів), то отримав вельми цікавий результат. Вулики потомства поділилися на три групи. Одна група демонструвала ідеальну очищувальну пове-

дінку, друга її не виявила, а у третій групі вона була неповною. Ця остання група відкривала чарунки з хворими личинками, але не позбувалася їх. Ротенбюлер висунув припущення, що у цієї групи могли бути два окремих гени: один відповідав за відкривання чарунок, а другий — за викидання личинок. Звичайні гігієнічні різновиди мали обидва гени, натомість вразливі породи мали алелі (конкурентів) обох генів. Гібриди ж, що демонстрували двоїсту поведінку, мабуть, мали ген відкривання чарунок (в подвійній кількості), але не викидання личинок. На думку Ротенбюлера, його експериментальна група чи не цілком негігієнічних бджіл може приховувати підгрупу, що має ген викидання личинок, але нездатна продемонструвати це, бо позбавлена гена відкривання чарунок. Він довів це дуже просто, познімавши кришечки чарунок. Тоді половина начебто негігієнічних бджіл повикідала хворі личинки*.

Ця історія ілюструє низку важливих моментів, про які йшла мова у попередньому розділі. Вона переконала, що можна абсолютно впевнено говорити про «ген такої-то поведінки», навіть якщо ми не маємо жодної гадки про хімічний ланцюг ембріональних причин, що ведуть від гена до поведінки. Може навіть виявитися, що цей ланцюг причин передбачає навчання. Наприклад, може бути, що ген відкривання чарунок здійснює свій вплив, змушуючи бджіл розсмакувати заражений віск. Тобто, поїдання воскових кришечок, що затуляють інфікованих личинок, видаватиметься їм приємним, а тому їм це хотітиметься. Навіть якщо цей ген діє саме так, він однак є геном «відкривання», бо за інших однакових умов бджоли, що його мають, урешті-решт відкривають чарунки, а ті, що не мають, не відкривають.

Крім того, ця історія ілюструє, що гени «кооперуються» у своїх впливах на дії комунальної машини для виживання. Ген викидання личинок ні до чого, якщо з ним у парі не йде

ген відкриття чарунок, і навпаки. Зрештою, генетичні експерименти однаково безсумнівно доводять, що ці два гени загалом є цілком окремими у своїй мандрівці крізь покоління. Поки мова йде про їхню корисну дію, можна вважати їх єдиною кооперативною одиницею, але як реплікуючі гени вони є двома вільними і незалежними агентами.

Простуючи далі, розгляньмо гени виконання різних неймовірних речей. Якщо я маю на увазі, наприклад, певний гіпотетичний ген «порятунку товаришів, що тонуть», а ви не ймете мені віри, згадайте гігієнічних бджіл-санітарів. Пам'ятайте, що ген не є єдиною першопричиною усіх складних м'язових скорочень, об'єднання чуттів чи свідомих дій задля порятунку потопельника. Ми нічого навмисно не зазначаємо про те, чи впливає на поведінку навчання досвід або зовнішні чинники. Достатньо пам'ятати, що за інших рівних умов та присутності багатьох інших важливих генів і зовнішніх факторів один ген може більше прагнути порятунку того, хто потопас, ніж його аель. Отже, різниця між двома генами може виявитися невеликою в якійсь простій кількісній перемінній. Деталі процесу ембріонального розвитку, якими б цікавими вони не були, щодо еволюції неважливі. Про це сказав ще Конрад Лоренц.

Гени є вправними програмістами, бо вони самі програмують своє життя. Їх оцінюють за успіхом їхніх програм з нейтралізації всіх загроз, що ними життя випробовує їхні машини для виживання, а безжальним суддею є саме виживання. Згодом ми розглянемо способи, завдяки яким виживанню генів сприяє альтруїстична поведінка. Але очевидними найважливішими пріоритетами машини для виживання, а також мозку, що приймає для неї рішення, є виживання і розмноження індивіда. Всі гени в «колонії» визнали би ці пріоритети. Тому тварини витрачають чималих зусиль, аби знайти чи вполювати собі їжу; стере-

жуться, щоби їх самих не впіймали і з'їли; беруться, аби не захворіти і не потрапити в халепу; шукають захисту від несприятливих кліматичних умов; зайняті пошуком представників протилежної статі і схильють їх до спаровування; а ще передають своїм дітям переваги, подібні до тих, якими насолоджуються самі. Я не буду навмисно наводити приклади — достатньо уважно придивитися до першої ж дикої тварини, що вам трапиться. Однак хочу згадати конкретний тип поведінки, що нам знадобиться, коли говоритимемо про альтруїзм і егоїзм. Цю поведінку в широкому сенсі можна назвати *комунікацією**

Комунікація однієї машини для виживання з іншою стається тоді, коли відбувається вплив на поведінку або стан її нервової системи. Мені б не хотілося наполягати на такому визначенні, але в нашому випадку воно цілком придатне. Під впливом я розумію безпосередній причинний вплив. Прикладів комунікації можна навести багато: пташиний спів та спів жаб і цвіркунів; метиляння хвостом і наїжачування шерсті на загривку в собак; «усмішки» у шимпанзе; жести і мова у людей. Велика кількість дій машин для виживання опосередковано сприяє добробуту їхніх генів, впливаючи на поведінку інших машин для виживання. Щоби комунікація була ефективною, тварини витрачають багато зусиль. Спів птахів зачаровує і вражає нові й нові покоління людей. Я вже наводив приклад про ще складніший і загадковіший спів горбатого кита, його дивовижний діапазон частот, що виходить за межі сприйняття людським слухом, від інфразвукового гуркоту до ультразвукового писку. Вовчки надають своєму співові неочікуваної гучності, сидячи в нірках, що їх акуратно риють у формі подвійного рупора або мегафона. Бджоли танцюють у темряві, передаючи іншим бджолам точну інформацію про напрямок і відстань до їжі, що переконує не гірше за людську мову.

Етологи традиційно вважають, що комунікаційні сигнали виникли в процесі еволюції для взаємної користі й того, хто їх надсилає, і того, хто їх отримує. Наприклад, курча впливає на поведінку своєї матері, видаючи високий пронизливий писк, коли заблукало або змерзло. Зазвичай це спонукає курку до негайної дії і вона відводить курча назад до виводка. Можна запевнити, що така поведінка виникла для взаємної користі, бо природний добір посприяв дітям, що пищать, коли заблукали, а також матерям, що належно реагують на цей писк.

На всяк випадок (бо необхідності в цьому насправді немає), ми можемо вважати, що сигнали, такі як пищання, мають певне значення або передають якусь інформацію — тут: «Я заблукав». Сигнал тривоги дрібних птахів, про що йшлося в 1-му розділі, може означати: «Обережно, яструб!». Тварини, отримуючи інформацію і реагуючи на неї, мають із цього зиск. Тому можна сказати, що вони щирі. Але чи повідомляють тварини неправду; чи брешуть вони хоч колись?

Думка про брехню серед тварин може викликати непорозуміння, яким я спробую запобігти. Пам'ятаю, як відвідав лекцію Беатрис та Аллена Гарднерів про їхню знамениту шимпанзе Вошо, «що говорить» (вона використовує американську мову жестів, і її досягнення становлять значний потенційний інтерес для студентів-лінгвістів). Серед слухачів були кілька філософів, і під час обговорення лекції їх дуже хвилювало, чи здатна Вошо брехати. Маю підозру, що Гарднери воліли б поговорити про більш цікаві речі, і я був з ними згоден. У цій книзі я використовую слова на зразок «обманювати» і «брехати» у дещо більш прямому сенсі, ніж ті філософи. Їх цікавив насамперед свідомий намір обманювати. А мені йдеться лише про вплив, функціонально еквівалентний обману. Якби птах

використав сигнал «Обережно, яструб!», коли поблизу не було жодного яструба, тим самим налякавши своїх родичів, що лишили б йому всю свою їжу, отоді він би збрехав. Однак ми не мали б на увазі, що він навмисно й свідомо прагнув обманути. Йдеться лише про те, що брехун заробив здобич інших птахів, а їхня втеча була реакцією на крик, що має лунаати на появу яструба.

Багато істівних комах, таких як метелики з попереднього розділу, імітують зовнішній вигляд несмачних або жалких комах. Ми самі часто помиляємося, сприймаючи мух-дзюрчалок з їхніми чорними й жовтими смужками за ос. Ще більшої вправності досягли деякі мухи, що маскуються під бджіл. Хижаки теж вдаються до неправди. Морський чорт, або вудильник, терпляче чекає на дні моря, цілком там непомітний. Єдиною частиною тіла, що впадає в око, є звивистий, схожий на хробака, нарід на кінці довгої «вудки», що виступає зверху на голові. Коли близько підпливає дрібна рибка, морський чорт трясє перед нею своєю «наживкою», приваблюючи здобич якнайближче до прихованого рота. Раптом він роззявляє щелепи і заковтує рибку. Морський чорт використовує цікавість дрібної рибки до схожих на хробака об'єктів. Він наче запевняє: «Ось хробак», і будь-яка рибка, що поведеться на цю брехню, буде швидко з'їдена.

Деякі машини для виживання експлуатують статеві бажання інших. Орхідея офрис бджолоносний схиляє бджіл спаровуватися із її квітками, бо ті дуже схожі на бджолиних самиць. Завдяки цьому обманові орхідея отримує запилення, адже обдурена двома квітками бджола мимохіть переносить пилок з однієї на іншу. Світляки (вогняні мухи, що насправді є жуками) приваблюють своїх статевих партнерів, блимаючи світлом. Кожен вид має свою власну схему спалахів «крапка-тире», що запобігає плутанині між ними і подальшій шкідливій гібридизації. Так само, як моряки

виглядають спалахів певних маяків, світляки шукають закодовані світлові сигнали свого виду. Самиці роду *Photuris* «зробили відкриття», що можуть заманювати самців роду *Photinus*, якщо імітуватимуть світловий код самиць цього роду. Саме це вони й роблять, а коли наближається обдурений самець *Photinus*, його негайно з'їдають. На думку приходять аналогії з сиренами та лорелеями, але корнуельцеві звичніше думати про мародерів старих часів, що світлом ліхтарів заманювали кораблі на скелі, а потім розкрадали вантажі з уламків суден.

Виникнення системи комунікації завжди становить небезпеку, що хтось скористається нею задля власного зиску. Схильні вважати еволюцію «щастям для всього виду», ми звикли сприймати брехунів і облудників, насамперед, як представників інших видів: хижаків, здобич, паразитів тощо. Проте виникнення брехні і крутіства, а також експлуатації спілкування з егоїстичною метою слід очікувати щоразу, як розходяться інтереси генів різних індивідів. Це стосується також індивідів одного виду. Як ми згодом пере-свідчимося, слід очікувати, що діти дуритимуть своїх батьків, чоловіки — дружин, а брат брехатиме братові.

Віра в те, що комунікаційні сигнали тварин виникли заради взаємної користі, а вже потім експлуатуватися недо-брозичливцями, є надто примітивною. Бо може бути так, що тварини відразу використовували комунікацію, щоб обманути, бо всі їхні взаємні дії передбачають хоча б незначний конфлікт інтересів. Наступний розділ познайо-мить вас із дуже корисним уявленням про конфлікти інте-ресів з точки зору еволюції.

5

АГРЕСІЯ. СТАБІЛЬНІСТЬ І ЕГОЇСТИЧНА МАШИНА

Цей розділ присвячений переважно агресії. Ця тема викликає багато непорозумінь. Ми і далі розглядатимемо індивіда як егоїстичну машину, запрограмовану робити все можливе задля загальної користі її генів. Так нам буде зручніше. Наприкінці розділу ми повернемося до розгляду інтересів окремих генів.

Для будь-якої машини для виживання інша така машина (якщо це не її власна дитина або інший близький родич) є частиною середовища існування, наче скелі, річки чи пожива. Це щось, що стоїть на її шляху, або щось, чим можна скористатися. Від скелі чи річки вона відрізняється однією важливою рисою: вона здатна захищатись. Бо теж є машиною, що має перенести свої безсмертні гени в майбутнє, і їй ніщо не стане на заваді їх зберегти. Природний добір сприяє генам, що контролюють свої машини для виживання таким чином, щоб використовувати своє середовище на повну силу. Це передбачає максимально ефективне використання інших машин для виживання одного з ними виду, а також й інших.

У деяких випадках машини для виживання не надто втручаються в життя інших. Наприклад, кроти і чорні дрозди не їдять одне одного, а також між собою не спаровуються

і не конкурують за життєвий простір. Та однак не слід вважати їх щодо себе абсолютно ізольованими. Вони можуть конкурувати, наприклад, за земляних хробаків. Це не означає, що ви колись побачите, як кріт із дроздом запекло змагаються за здобич, бо ж може так трапитися, що дрізд за ціле життя жодного разу не погляне на крота. Але якщо знищити популяцію кротів, наслідки від цього для чорних дроздів можуть бути значними, хоча я не ризикну уявити подробиці чи звивисті шляхи цього впливу.

Машини для виживання різних видів впливають одна на одну по-різному. Вони можуть бути хижаками чи здобиччю, паразитами чи господарями, конкурентами за якісь обмежені ресурси. Їх можуть також експлуатувати особливим чином, коли, наприклад, квіти використовують бджіл для перенесення свого пилку.

Натомість машини для виживання якогось одного виду мають тенденцію втручатись у життя одна одної більш безпосередньо. Це відбувається з багатьох причин. Одна з них полягає в тому, що половина популяції власного виду індивіда потенційно є його партнерами або батьками, що тяжко працюють задля дітей. Іншою причиною є те, що представники одного виду, маючи різочу подібність як машини для збереження генів в однакових умовах середовища, є прямими конкурентами за всі необхідні для їхнього життя ресурси. Кріт може бути конкурентом дрозда, але не таким важливим, як інший дрізд. Кроти можуть конкурувати з дроздами за хробаків, але дрозди з дроздами конкурують між собою і за хробаків, і за все інше. Якщо вони однієї статі, то можуть конкурувати за партнерів для спаровування. З певних причин, про які ми говоритимемо згодом, конкурують, як правило, самці за самиць. А це означає, що самець принесе користь своїм власним генам, якщо зробить щось на шкоду іншому самцеві, з яким конкурує.

Таким чином, логічною поведінкою для будь-якої машини для виживання, схоже, є знищити своїх конкурентів, а потім ще й з'їсти їх. Однак, хоча вбивство і канібалізм дійсно трапляються в природі, вони не аж так поширені, як може уявити собі наївна інтерпретація теорії егоїстичного гена. По суті, Конрад Лоренц у своїй праці «Про агресію» наголошує саме на стриманій і джентльменській природі боротьби тварин. На його думку, характерною особливістю сутичок між тваринами є те, що вони відбуваються наче офіційні турніри, за певними правилами, як у боксі чи фехтуванні. Тварини б'ються «в рукавичках» і «з тупими наконечниками». Замість готовності перемогти або загинути вони демонструють гучні погрози та блеф. Переможці цілком задовольняються зовнішніми проявами капітуляції суперника, стримуючись від останнього удару чи укусу, що їх може намалювати наша наївна уява.

Щоправда, така інтерпретація агресії тварин як стриманої і формальної може викликати заперечення. Зокрема, геть несправедливо було б ганьбити бідолашного старого *Homo sapiens* як єдиний вид, що убиває собі подібних (єдиного нащадка каїнової печатки), та закидати йому інші схожі мелодраматичні звинувачення. Що саме має на увазі натураліст — жорстокість чи стримування тваринної агресії — залежить почасти від видів тварин, що їх він використовує для спостережень, а почасти від його еволюційних упереджень. Лоренц, зрештою, є прихильником ідеї «користі для всього виду». Хоч уявлення про бійки тварин «у рукавичках» дещо перебільшене, в ньому, однак, є частка правди. На перший погляд, це схоже на певну форму альтруїзму. Теорія егоїстичного гена має бути готова пояснити це складне завдання. Чому тварини не вбивають конкурентних представників свого виду за кожної нагоди?

Загальна відповідь на це може бути такою: нестримувана агресія має свої переваги і хиби, і це не тільки очевидні витрати часу та енергії. Наприклад, уявімо, що моїми конкурентами одночасно є якісь *B* та *C*, і раптом я стрічаю *B*. Мені, егоїстичному індивідові, може здатися розумною думка вбити його. Але, стривайте, *C* — також мій конкурент, і *C* — також конкурент *B*. Убивши *B*, я можу зробити послугу *C*, усунувши одного з його конкурентів. Можливо, я зроблю краще, дозволивши *B* жити, бо він тоді зможе конкурувати або битися із *C*, опосередковано приносячи мені користь. Висновок із цього невибагливого гіпотетичного прикладу такий, що в нерозсудливому намаганні вбити конкурентів немає безсумнівної користі. У великій і складній системі конкурентних відносин усунення одного конкурента зі сцени не обов'язково є досягненням, бо його смерть може бути більше на руку іншим конкурентам, ніж убивці. Цей важливий урок добре засвоїли ті, кому доводилось боротися зі шкідниками сільськогосподарських культур. Лише уявіть собі на хвилинку, що вам серйозно дошкуляє певний шкідником. Ви натрапляєте на ефективний спосіб його знищити і радо це робите, але виявляєте, що це знищення пішло на користь не лише вашій культурі, а й іншому шкідникові. І ситуація, натомість, стає ще гіршою, ніж була.

З іншого боку, вбивство або, принаймні, безкомпромісна боротьба з конкретними суперниками може виглядати чудовим планом. Якщо *B* — морський слон, що має великий гарем, повний самиць, а я — інший морський слон — можу заволодіти його гаремом, убивши суперника, мені варто спробувати зробити це. Але навіть у вибірковій агресії існують певні збитки і ризики. В інтересах *B* ув'язатися в бій, аби захистити цінну власність. Якщо я почну сутичку, то маю такі самі шанси загинути в ній, як і він. Або навіть більші. Він володіє цінним ресурсом, і саме тому я хочу

з ним битися. Але чому він ним володіє? Можливо, він здобув його в бою. Чи переміг інших претендентів до мене. Він, мабуть, вправний борець. Навіть якщо я виграю сутичку і здобуду гарем, то можу отримати такі поранення, що буду не здатний насолодитись здобутими перевагами. До того ж, сутичка вимагає багато часу та енергії. А їх, можливо, краще приберегти на потім. Якщо певний час добре харчуватися й уникати халеп, я стану більшим і сильнішим. Врешті-решт, я таки битимуся із B за гарем, але тоді, коли матиму кращі шанси на перемогу. Тому варто зачекати, а не гарячкувати.

Цей уявний монолог потрібен на те, щоби довести, що перед тим, як вирішити, чи варто битися, краще добре зважити на можливі втрати і виграші. Сутичка не завжди потенційно вигідна, хоча, безумовно, іноді це саме так. Так само й під час бійки, кожне тактичне рішення щодо ескалації чи зменшення напруги має свої плюси й мінуси, які можна, врешті, проаналізувати. Певним чином це вже давно визнавалось етологами, але лише Дж. Мейнард Сміт, що його, зазвичай, етологом не вважають, висловив цю ідею переконливо та чітко. В співпраці з Дж. Р. Прайсом та Дж. А. Паркером він використовує галузь математики, відому як теорія ігор. Їхні прості ідеї цілком можна висловити словами, не вдаючися до математичних символів, хоча й дещо втративши на точності.

Головною концепцією, що її пропонує Мейнард Сміт, є ідея *еволюційно стабільної стратегії*, яку він прослідковує ще в роботах В. Д. Гамільтона та Р. Г. МакАртура. «Стратегія» — це заздалегідь запрограмована лінія поведінки. Прикладом стратегії є такий принцип дій: «Атакуй суперника, якщо він тікає — переслідуй, а якщо нападає — тікай». Важливо розуміти, що ми не вважаємо стратегію свідомо розробленою індивідом. Пам'ятайте, що ми уявляємо

собі тварин як певних роботів — машини для виживання із заздалегідь запрограмованим комп'ютером, що контролює м'язи. Зобразити стратегію у вигляді низки простих інструкцій зрозумілою мовою — це лише спосіб, яким ми можемо спростити уявлення про неї. За допомогою якогось невстановленого механізму тварина поводить себе так, неначе вона дотримується цих інструкцій.

Стратегія визначається як еволюційно стабільна (ЕСС), якщо, за умови прийняття більшістю членів популяції, її не зможе перевершити жодна альтернативна стратегія*. Це доволі цікава та важлива ідея. Іншими словами, найкраща стратегія для індивіда залежить від того, як поводить себе більшість популяції. Оскільки решта популяції складається з індивідів, кожен із яких намагається максимізувати свій *власний* успіх, єдиною стратегією, що залишиться, буде та, яку після її появи не зможе перевершити жоден індивід із відхиленнями від норми. Після суттєвої зміни умов середовища може настати короткий період еволюційної нестабільності, можливо, навіть коливання в популяції. Але одразу після того, як ЕСС буде досягнуто, вона залишатиметься незмінною: відхилення від неї каратиметься добром.

Аби застосувати цю ідею до агресії, розглянемо один із найпростіших гіпотетичних випадків, запропонованих Мейнардом Смітом. Уявімо, що в популяції окремого виду є лише два типи стратегії боротьби: «яструба» та «голуба». (Ці назви походять із загально визнаного людського сприйняття і ніяк не пов'язані зі звичками однойменних птахів: голуби насправді є доволі агресивними.) Будь-який індивід з нашої гіпотетичної популяції класифікується як «яструб» або «голуб». «Яструби» завжди б'ються якомога запекліше й завзятіше, відступаючи лише при серйозному пораненні. «Голуби» ж лише погрожують, із гідністю, але шаблон-

но, ніколи й нікому не завдаючи справжніх поранень. Якщо «яструб» вступає в сутичку з «голубом», той швидко тікає, а тому не отримує поранень. Якщо «яструб» б'ється з «яструбом», бійка триватиме, допоки один із них не буде серйозно або смертельно поранений. Якщо ж «голуб» має справу з «голубом», то обидва лишаються неушкодженими, довго позуючи один перед одним, аж поки хтось із них не втомиться і захоче припинити, тому відступить першим. Досі ми вважали, що не існує жодного способу, яким індивід міг би заздалегідь визначити, хто перед ним: «яструб» чи «голуб». Він виявляє це, лише ув'язавшись в сутичку зі своїм супротивником, водночас не беручи до уваги досвід попередніх бійок, що міг би йому придатися.

Тепер суто довільним чином розподілимо між суперниками «очки». Скажімо, 50 очок надаватиметься за перемогу, 0 — за поразку, — 100 — за серйозне поранення та — 10 — за змарнований тривалим суперництвом час. Ці очки можуть вважатися вільно конвертованими у валюту виживання генів. Той індивід, який отримує найбільше очок (має найбільший середній результат), лишає в генофонді багато своїх генів. Отже, точні цифри не мають аж такого значення, але вони допоможуть з'ясувати суть проблеми.

Важливо зазначити, що нас не цікавить, чи матимуть «яструби» тенденцію перемагати «голубів» у сутичці. Ми вже знаємо відповідь: «яструби» завжди перемагатимуть. Ми хочемо дізнатися, чи є стратегія «яструба» або «голуба» еволюційно стабільною. Якщо одна з них є ЕСС, а інша ні, слід очікувати, що розвиватиметься саме та, що є еволюційно стабільною. Теоретично можливе існування двох ЕСС. За умови, якщо найкраща стратегія для будь-якого конкретного індивіда використовуватиметься ним незалежно від стратегії більшості членів популяції, чи то «яструбів», чи то «голубів». Ось тоді популяція має обирати з двох

стабільних станів той, який досягла першим. Проте, як ми згодом пересвідчимось, жодна з цих двох стратегій («яструба» чи «голуба»), зрештою, не буде еволюційно стабільною сама по собі, і не варто плекати надію, що якась із них еволюціонуватиме. Це продемонструє підрахунок середнього результату обох стратегій.

Уявімо, що ми маємо популяцію, яка цілком складається з «голубів». Хоч вони і б'ються між собою, поранень ніхто не отримує. Їхнє суперництво набуває вигляду тривалих ритуальних турнірів, таких, як боротьба поглядами, що завершується, коли один із суперників відступає. Тоді переможець отримує 50 очок за здобуття спірних ресурсів, але сплачує певний штраф — десь — 10 очок за змарнований час на довгі «витрішки», тому загалом отримує 40. У того, хто програв, також забиратиметься 10 очок за «витрішки». В середньому, будь-який «голуб» виграє десь половину зі своїх сутичок, а половину програє. Отже, його винагорода за результатами кожної сутички становить середнє значення між +40 та —10, тобто, +15. Тобто, кожному «голубові» зі своєї популяції, здається, ведеться доволі непогано.

А тепер уявімо, що в популяції з'являється мутантний «яструб». Оскільки він є самотнім «яструбом», він нападає на «голубів». «Яструби» завжди їх долають, тому він отримує 50 очок за кожен двобій, і це його середній результат. Він насолоджується величезною перевагою над «голубами», кожен з яких спромігся досягти лише +15 очок. Завдяки цьому в усій популяції гени «яструба» швидко поширюватимуться. Але тоді «яструб» не зможе вважати свого суперника за «голуба». В остаточному підсумку (коли гени «яструба» поширяться аж так успішно, що вся популяція складатиметься з «яструбів»), всі сутички відбуватимуться між «яструбами». Отже, результат двобою моделюватиметься інакше. Адже тоді, коли «яструб» битиметься

з «яструбом», хтось із них буде поранений, а це — 100 очок, тоді як переможець отримає + 50. Кожен «яструб» у своїй популяції може виграти десь половину зі своїх двобоїв, а половину програти. Тому передбачається, що його середня винагорода за результатами кожної сутички складатиме середнє арифметичне між + 50 та — 100, що становитиме — 25. Тепер уявімо собі одного-єдиного «голуба» в популяції «яструбів». Безумовно, він програватиме всі свої двобої, але також ніколи не отримуватиме поранень. Його середній результат у популяції яструбів складатиме 0, а от «яструба» у власній популяції становитиме — 25. Таким чином, саме гени «голуба» швидко поширюватимуться в оцій популяції.

Я розповів про це так, неначе в популяції постійно відбуваються певні коливання. Поступово починають домінувати гени «яструба», після чого (внаслідок «яструбиної» більшості) перевагу отримують гени «голуба», які збільшують свою чисельність, поки перевагу знову беруть гени «яструба» і т. д. Однак у таких коливаннях немає жодної потреби. Адже існує стабільне співвідношення «яструбів» до «голубів». Згідно з довільною системою очок, до якої ми вдалися, стабільне співвідношення становить десь $\frac{5}{12}$ «голубів» проти $\frac{7}{12}$ «яструбів». Коли воно досягається, середні результати «яструбів» і «голубів» абсолютно однакові. Тому добір не віддає перевагу жодній стратегії. Якби кількість «яструбів» у популяції почала поступово зростати, перевищивши співвідношення $\frac{7}{12}$, «голуби» почали б отримувати додаткову перевагу, і співвідношення хитнулося б назад до стабільного стану. Так само, як стабільним чисельним співвідношенням статей є 50:50, стабільне співвідношення «яструбів» до «голубів» у цьому гіпотетичному прикладі складає 7:5. Тобто, якщо існують коливання навколо стабільної точки, вони не обов'язково мають бути дуже великими.

На перший погляд це трохи нагадує груповий добір, але насправді виглядає інакше. Схоже на груповий добір, бо дає нам можливість вважати, що популяція має стабільну рівновагу, яку схильна досягати при збуреннях. Але ЕСС є значно більш тонкою концепцією, ніж груповий добір. Вона не має нічого спільного з тим, що одні групи успішніші за інші. Це можна чудово довести, використавши систему довільних очок з нашого гіпотетичного прикладу. Середній результат індивіда в стабільній популяції, що складається з $\frac{5}{12}$ «яструбів» і $\frac{7}{12}$ «голубів», становитиме $6\frac{1}{4}$. Це справедливо незалежно від того, є індивід «яструбом» чи «голубом». Але ж $6\frac{1}{4}$ — це значно менше за середній результат «голуба» у власній популяції (15). Тільки якщо всі погодяться стати «голубами», виграє кожен індивід. За рахунок простого групового добору будь-яка група, де всі індивіди разом погодяться стати «голубами», могла би стати значно успішнішою за конкурентну групу, що дотримується співвідношення ЕСС. (Власне кажучи, спільне рішення, щоб усім стати «голубами», не створить найуспішнішої групи з усіх можливих. У групі, що нараховує $\frac{1}{6}$ «яструбів» та $\frac{5}{6}$ «голубів», середній результат усіх сутичок складатиме $16\frac{2}{3}$. Це найуспішніша з усіх змов, але для наших намірів не варта уваги. Значно кращою за ЕСС для кожного індивіда може бути намовляння усім стати «голубами», з її середнім результатом для кожного індивіда в 15 очок.) Таким чином, теорія групового добору передбачала б еволюційну тенденцію щодо рішення усім стати «голубами», оскільки група, що містить $\frac{7}{12}$ «яструбів», була би менш успішною. Але для змов, навіть тих, що в тривалій перспективі вигідні для всіх, характерні зловживання. Це щира правда, що всім буде краще жити саме в групі, де всі — «голуби», ніж у групі ЕСС. Однак єдиний «яструб» у змовах серед «голубів» почуватиметься аж так добре, що еволюцію «яструбів» годі

буде спинити. Тому будь-які змови приречені руйнуватися із середини зрадою. Еволюційно стабільна стратегія є стабільною не через те, що вона особливо комфортна для індивідів, що беруть у ній участь, а лише тому, що має імунитет до зради зсередини.

Люди можуть домовлятися чи плекати змови задля переваги кожного індивіда, навіть якщо ті не стабільні в сенсі ЕСС. Але це можливо лише тому, що кожний індивід використовує своє *свігоме* передбачення і здатен побачити, що дотримання правил домовленості відповідає його власним довгостроковим інтересам. Навіть у людських домовленостях існує постійна небезпека, що, порушивши їх, індивіди побачать можливість отримати *в найближчий термін* стільки, що спокуса зробити це стане непереборною. Мабуть, найкращим є приклад фіксування цін. Далекосяжними намірами усіх власників АЗС є стандартизувати ціну на бензин за якоюсь штучно завищеною вартістю. Об'єднання підприємців, що базується на свідомому оцінюванні своїх інтересів, можуть підтримувати своє існування досить довго. Проте іноді окремих ділків приваблює бажання отримати швидкий спекулятивний прибуток, знизивши ціни. Конкуренти роблять те саме, і хвилі зниження цін накочуються на країну. На жаль для решти з нас, в цьому разі свідомі передбачення власників АЗС підтверджуються, і вони укладають нову домовленість із фіксації цін. Таким чином, навіть у людини (виду з даром свідомого передбачення) домовленості або змови, що тримаються на довгострокових найкращих інтересах, постійно коливаються на краю прирви через підступ зсередини. У диких же тварин, контрольованих конкурентними генами, побачити можливі шляхи еволюції стратегій групової користі або змови ще складніше. Доводиться визнати, що еволюційно стабільні стратегії поширені скрізь.

У наведеному прикладі, який ми розглянули, ми припустили, що будь-який індивід є або «яструбом», або «голубом». Закінчили ж ми еволюційно стабільним співвідношенням «яструбів» до «голубів». На практиці це означає, що в генфонді можна досягти стабільного співвідношення генів «яструба» і «голуба». В генетиці для такого явища існує технічний термін «стабільний поліморфізм». Якщо говорити про цифри, то саме такої ЕСС можна досягти іншим чином, без поліморфізму. Якщо *кожен indivig* здатен поводитись як «яструб» або «голуб» у конкретній сутичці, то можна досягти ЕСС, де всі індивіди матимуть однакову *ймовірність* поводитися наче «яструб», що у нашому прикладі становить $\frac{7}{12}$. Це означає, що індивід приймає випадкове рішення, як саме йому поводитися, але з перевагою 7 до 5 на користь «яструба». Дуже важливо, що рішення, хоч і буде з перевагою на користь «яструба», має бути випадковими, щоби конкурент не міг здогадатись, як поводитиметься його суперник. Неправильно, наприклад, діяти як «яструб» сім сутичок поспіль, а потім як «голуб» п'ять сутичок поспіль і т. д. Якби хтось дотримувався такої простої послідовності, його конкуренти швидко вирахували б її та отримали перевагу. Бо, знаючи напевне, що матимуть справу з «голубом», вони б поводитися як «яструби».

Приклад з «яструбом» та «голубом», звісно, дещо наївний. Це «модель» — тобто щось, чого насправді в природі нема, але водночас допомагає збагнути справжні природні процеси. Такі моделі, хоч і прості, однак корисні для розуміння певної суті або ідеї. Прості моделі можна удосконалити і поступово ускладнити. Якщо це робити, вони досягатимуть більшої схожості із реальним світом. Одним зі способів, з якого ми можемо почати поглиблення моделі «яструба» і «голуба», є введення кількох додаткових стратегій. «Яструб» та «голуб» є не єдиними можливими варі-

антами поведінки. Більш складна стратегія, яку запропонували Мейнард Сміт та Прайс, називається «месник».

На початку кожної сутички «месник» діє як «голуб». Це означає, що він не наступає відчайдушно по всьому фронту, подібно до «яструба», а лише використовує загальні погрози. Проте, якщо суперник його атакує, він поводитьься так само. Тобто, коли «месника» атакує «яструб», той поводитиметься як «яструб», а коли має справу з «голубом», тоді діє як «голуб». Коли ж він стикається з іншим «месником», то діє як «голуб». Бо «месник» є так званим умовним стратегом. Його поведінка цілком залежить від поведінки суперника.

Інший умовний стратег називається «задиракою». «Задирака» зазвичай поводитьься як «яструб», поки хтось не дасть йому здачі. Тоді він одразу тікає. Ще одним прихильником умовної стратегії є «месник-випробувальник». Він нагадує «месника», але часом вдається до ескалації сутички. Якщо його суперник не дає одкоша, він наполегливо поводитьься як «яструб». Але коли отримує належну відповідь, він вдається до поширених погроз як «голуб». Якщо ж його атакують, він поводитьься як звичайний «месник».

Коли змодельювати на комп'ютері, що всі п'ять стратегій, про які була мова, змагаються між собою, еволюційно стабільною виявиться лише одна з них — «месник»*. Стратегія «месник-випробувальник» близька до стабільної. «Голуб» — не є стабільною стратегією, бо в популяції «голубів» поширились би «яструби» і «задираки». «Яструб» — також не стабільна стратегія, бо в популяції «яструбів» поширились би «голуби» і «задираки». «Задирака» — не стабільна стратегія тому, що в цій популяції поширились би «яструби». В популяції ж «месників» не поширилась би жодна інша стратегія, бо не існує ефективнішої за неї. Проте «голуб» у популяції «месників» так само ефективний. Це означає, що

за інших однакових умов кількість «голубів» могла б збільшуватися. Але якби вона зросла до певного значного рівня, перевагу одразу б отримали «месники-випробувальники» (і, до речі, «яструби» й «задираки»), оскільки вони ефективніші проти «голубів», ніж «месники». Зрештою стратегія «месник-випробувальник», на відміну від «яструба» та «задираки», є майже ЕСС, бо в її популяції ефективнішою може бути лише стратегія «месника», та й то не завжди. Можна розраховувати, що домінувати здатне поєднання «месників» і «месників-випробувальників» (можливо, навіть з незначними змінами у співвідношенні між ними) з невеликою і нестабільною кількістю «голубів». Отже, не варто розмірковувати з позиції поліморфізму, згідно з якою кожен індивід завжди застосовує лише одну якусь стратегію. Бо він може маніпулювати складним поєднанням «месника», «месника-випробувальника» і «голуба».

Ці теоретичні розрахунки близькі до того, що насправді відбувається з дикими тваринами. Ми вже певним чином пояснили такий аспект тваринної агресії, як «кулак у рукавичці». Звісно, деталі залежать від точної кількості «очок», що присуджуються за перемогу, поранення, марнування часу тощо. У морського слона призом для переможця можуть бути майже монопольні права на великий гарем самиць. Тому перемога цінується дуже високо. Не дивно, що сутички між суперниками жорстокі, тому також імовірні серйозні поранення. Змарнований час важить менше за поранення чи перемогу. Хоча для дрібної пташки в холодному кліматі першорядне значення може мати вартість часу. Годуючи пташенят, синиці доводиться ловити в середньому по одній комасі кожні тридцять секунд. Для неї важлива кожна секунда денного світла. Навіть порівняно короткий час, змарнований на сутичку «яструба» з «яструбом», мабуть, буде для такої пташки серйознішою втратою, ніж

ризик поранення. На жаль, сьогодні ми знаємо надто мало, щоби визначити реалістичні цифри втрат і здобутків від різноманітних подій у природі*. Ми повинні бути уважними і не квапитися робити висновки, що походять лише з нашої власної довільної думки. Отже, загальні важливі підсумки полягають у тому, що ЕСС має тенденцію еволюціонувати, що вона відрізняється від оптимальної стратегії, якої можна досягти за рахунок групової змови, а також, що здоровий глузд може збити з пантелику.

Іншим різновидом військової гри, розглянутим Мейнардом Смітом, є «війна на виснаження». Можна вважати, що вона характерна для виду, який уникає небезпечних біжок — цілком можливо, добре захищеного виду, де поранення є малоймовірними. Всі суперечки у цього виду вирішуються визнаними позами. Будь-яка сутичка завжди завершується відступом одного з конкурентів. Для перемоги достатньо непорушно стояти й неухильно дивитися на суперника, допоки він, урешті-решт, не повернеться задки. Вочевидь, жодна тварина не може витрачати час на погрози, адже має важливі справи, що їх потрібно зробити. Ресурси, за які вона конкурує, можуть бути цінними, але їхня вартість не безмежна. Ці ресурси варті лише певного часу, і, неначе на аукціоні, кожен індивід готовий витратити на них не більше за певний ліміт. Час є валютою цього своєрідного аукціону на двох.

Уявімо, що такі індивіди заздалегідь визначили для себе, якої саме кількості часу вартий конкретний ресурс, наприклад, самиця. Отже, мутантний індивід, готовий витратити трохи більше часу, завжди перемагатиме. Тобто, стратегія, що підтримує фіксовану межу витрачених зусиль, є нестабільною. Навіть якщо вартість ресурсу можна точно оцінити, і всі індивіди роблять правильні ставки, така стратегія однак є нестабільною. Будь-які два індивіди, що поведуться

відповідно до цієї максимальної стратегії, відступатимуть в один і той самий момент, і жоден з них не отримуватиме ресурсу! Тоді індивідові варто поступатися відразу, а не марнувати час на суперництво. Зрештою, важлива різниця між виснаженням і справжнім аукціоном полягає в тому, що у першій ситуації *обидва* учасники кожен складає свою ціну, але лише один із них отримує винагороду. В популяції тих, хто докладає більших зусиль, таким чином, стратегія відступу з самого початку могла би бути успішною та поширитись в усій популяції. Внаслідок цього певну вигоду почали б отримувати індивіди, що не відступають одразу, а вичікують декілька секунд. Ця стратегія має переваги щодо тих, хто швидше припиняє змагатися і поки домінує у популяції. Тоді добір сприяв би поступовому збільшенню часу до відступу, аж доки той би знову не наблизився до максимуму, доцільного з огляду на справжню вартість ресурсу, за який відбувається конкуренція.

Знову виникло враження певних коливань у популяції. Але математичний аналіз засвідчує, що це враження помилкове. Існує еволюційно стабільна стратегія, яку можна представити у вигляді математичної формули, але словами вона передається так: кожен індивід продовжує боротьбу протягом *непередбачуваного* часу. Тобто, *непередбачуваного* для будь-якої конкретної ситуації, але, на загал, такому, що ґрунтується на справжній вартості ресурсу. Наприклад, уявімо, що ресурс насправді вартий п'яти хвилин демонстративного позування. При ЕСС будь-який конкретний індивід може позувати більше чи менше, або навіть рівно п'ять хвилин. Важливо те, що його суперник ніяк не може передбачити, як довго воно щоразу триватиме.

Очевидно, що у виснаженні сил суперника життєво важливо, щоб індивіди не засвідчили бажання поступитися. Той, хто хоча б найменшим тремтінням вусиків видав,

що він замислив про відступ, одразу потрапляє в гірше становище. Коли, скажімо, тремтіння вусиків означатиме очевидне бажання поступитися десь за хвилину, переможну стратегію було б нескладно вирахувати: «Якщо у твого суперника тремтять вусики, вичекай ще хвилинку, хоч що би ти планував раніше. Якщо ж вусики твого суперника ще не тремтять, а ти однаково збирався відступити десь за хвилину, роби це відразу й не марнуй часу. Ніколи не видавай себе тремтінням власних вусиків». Таким чином, природний добір швидко реагуватиме на тремтіння вусиків чи будь-які аналогічні зрадливі ознаки власних планів. В перебігу еволюції має виникнути безпристрасний вираз на обличчі чи морді.

Чому саме безпристрасний вираз, а не відчайдушна брехня? Через те, що брехня не стабільна. Уявімо, що більшість індивідів наїжачують шерсть на загривку лише тоді, коли дійсно мають намір протистояти до виснаження. На це мала би виникнути прогнозована реакція: суперник змушений відступати. Але тоді можуть з'являтися маніпулятори: ті, що насправді не мають наміру боротися, наїжачуватимуть шерсть задля того, щоб хитрощами здобути легку і швидку перемогу. Отже, гени таких шахраїв поширюватимуться. Коли кількість їхніх носіїв переважатиме, добір хитнеться на користь одурених індивідів. Маніпуляторів знову стане менше. У виснажуванні брехня є не більш еволюційно стабільною за правду. Еволюційно стабільним є насамперед безпристрасне обличчя чи морда. Бо коли виникне бажання відступати, воно виглядатиме раптовим і непередбачуваним.

Досі ми розглядали лише те, що Мейнард Сміт називає «симетричним» суперництвом. Це означає, що ми припускаємо ідентичність суперників у всьому, окрім їхньої стратегії боротьби. Мають на увазі, що «яструби» та «голуби»

однаково сильні, добре озброєні й захищені, а також мають отримати від перемоги однакову винагороду. Це зручне припущення для моделювання, але не вельми реалістичне. Паркер та Мейнард Сміт пішли далі, розглянувши також асиметричне суперництво. Наприклад, якщо індивіди мають різний розмір та засоби боротьби, до того ж здатні порівняти свої розміри, чи впливає це на ЕСС, що виникає? Напевно, що впливає.

Схоже на те, що існують три головні різновиди асиметрії. Перший ми щойно розглянули: суперники можуть відрізнятись своїми розмірами або бойовим спорядженням. По-друге, індивіди можуть отримувати різні переваги від перемоги. Наприклад, старий самець, якому лишилося і так недовго, менше втрачає від поранення, ніж молодий, якому ще жити й плодитися.

По-третє, дивним наслідком теорії є те, що суто довільна і, вочевидь, незначна асиметрія може вплинути на появу ЕСС, оскільки її можна використати для швидкого вгамування суперництва. Наприклад, часто на території, за яку вестиметься боротьба, один суперник з'являється раніше за іншого. Назвемо їх згідно із цим «резидентом» і «загарбником». Також я припускаю, що загалом переваги ніхто з них не має. Як ми згодом побачимо, існують практичні причини, чому це припущення може бути помилковим, але це не так важливо. Річ у тім, що навіть якби не було жодних загальних підстав припускати, що «резиденти» мають перевагу над «загарбниками», може виникнути ЕСС, залежна саме від асиметрії. Виникає проста аналогія з підкиданням монети, яким люди швидко і спокійно вирішують суперечки.

Еволюційно стабільною могла би бути умовна стратегія: «Якщо ти "резидент" — нападай, якщо "загарбник" — відступай». Оскільки припускається, що асиметрія довільна, стабільною може також бути протилежна стратегія: «Якщо

ти "резидент" — відступай, якщо "загарбник" — нападай». Яка з цих двох ЕСС обирається певною популяцією, залежало б від їхньої популярності. Коли більшість індивідів починає використовувати одну з цих двох умовних стратегій, за відхилення від неї чекатиме покарання. Отже, відтоді вона стає еволюційно стабільною стратегією.

Наприклад, уявімо, що всі індивіди дотримуються стратегії, за якої «резидент» перемагає, а «загарбник» тікає». Це означає, що половину своїх сутичок вони виграватимуть, а половину програватимуть. Вони ніколи не отримуватимуть поранень і не марнуватимуть часу, оскільки всі суперечки негайно вирішуватимуться згідно з домовленостями. Тепер уявіть, що з'являється новий мутантний бунтівник і він беззастережно дотримуватиметься стратегії «яструба», завжди атакуючи та ніколи не відступаючи. «Загарбника» він перемагатиме. Коли ж його суперником буде «резидент», він ризикуватиме отримати від нього смертельне поранення. Загалом, його винагорода буде нижчою, ніж в індивіда, що діє згідно з довільними правилами ЕСС. Бунтівник, який обере протилежну стратегію («Якщо ти "резидент" — тікай, а якщо "загарбник" — нападай»), матиме ще гірший результат. Він не лише часто отримуватиме поранення, але й рідко виграватиме сутички. Однак уявімо, що завдяки якомусь випадковому збігові обставин таким індивідам вдається стати більшістю. Тоді їхня стратегія стала би стабільною нормою, а за відхилення чекало б покарання. Є вірогідність, що спостереження за популяцією протягом багатьох поколінь надало б нам можливість зауважити низку випадкових переходів з одного стабільного стану на інший.

Однак у реальному житті насправді довільної асиметрії, мабуть, не існує. Наприклад, «резиденти», можливо, мають практичну перевагу над «загарбниками», адже вони краще знають місцевість. «Загарбник» докладає більших зусиль,

бо йому треба ще подолати шлях до того місця, де резидент уже перебуває. Існує більш абстрактна причина, чому з двох стабільних станів у природі найбільш вірогідний саме такий: «резидент» перемагає, «загарбник» відступає. Це відбувається, бо зворотна стратегія, коли «загарбник» перемагає, а «резидент» відступає має спадкову тенденцію до самознищення, яку Мейнард Сміт назвав би парадоксальною стратегією. В будь-якій популяції, що дотримується цієї парадоксальної ЕСС, індивіди завжди уникатимуть, щоб їх спіймали як «резидентів», а в будь-якій сутичці намагалися б стати «загарбниками». Досягти цього вони можуть завдяки безупинним і безглуздим пересуванням! Окрім витрат часу та енергії, ця еволюційна тенденція до того ж припиняє існування категорії «резидент». В популяції, що дотримується іншої стабільної стратегії, де перемагає «резидент», а поступається «загарбник», природний добір сприятиме тим, хто хоче стати «резидентом». Для кожного індивіда це означатиме вростання в конкретний шматок землі. Він залишатиме його якомога рідше, а також створюватиме подобу його «захисту». Така поведінка часто спостерігається в природі і має назву «захист території».

Найкращий приклад цієї форми поведінкової асиметрії, що я знаю, був продемонстрований видатним етологом Ніко Тінбергеном в експерименті, простому як усе геніальне*. Він узяв акваріум, де жили два самці дрібної рибки колючки. Кожен із них збудував собі гніздо на протилежному боці акваріуму і «захищав» територію навколо свого власного гнізда. Тінберген помістив кожного з цих двох самців у велику скляну реторту, поставив реторти поруч та спостерігав, як самці намагаються битись один з одним через скло. А тепер про вельми цікавий результат. Коли він підсував обидві реторти до гнізда самця А, цей самець став у атакуючу позу, а самець В відступав. Та коли він під-

сував обидві реторти до території самця *B*, ролі мінялися. Лише пересуваючи реторти з одного кінця акваріума до іншого, Тінберген отримав можливість вирішувати, який самець нападатиме, а який відступатиме. Обидва самці очевидно дотримувалися простої умовної стратегії: «Якщо ти "резидент" — нападай, якщо "загарбник" — відступай».

Біологів часто цікавить тема біологічних «переваг» територіальної поведінки. З цього приводу було зроблено чимало припущень, про деякі з них я розповім згодом. Але зараз стало зрозумілим, що інтерес до порушеного питання взагалі-то зайвий. «Захист» території може бути просто ЕСС, що виникає через асиметрію в часі прибуття на місце і зазвичай характеризує взаємини між двома індивідами і шматком землі.

Вочевидь, найважливіший різновид невинуватої асиметрії стосується розміру і загальної здатності до боротьби. Великий розмір не обов'язково гарантує перемоги у сутичці, але, мабуть, є одним із найважливіших їх чинників. Якщо більший із двох бійців завжди перемагатиме, а кожен індивід напевно знає, більший він чи менший за свого суперника, перевагу має лише одна поведінкова стратегія: «Якщо твій суперник більший за тебе — тікай від нього. Вступай у сутички з меншими за себе». Та чи аж така очевидна перевага великого розміру? Якщо він забезпечує лише незначну перевагу, щойно наведена стратегія є стабільною. Але коли виникає серйозний ризик поранення, можлива також друга, дещо «парадоксальна» стратегія: «Вступай у сутички з більшими за тебе і тікай від менших за тебе!» Очевидно, що у цій стратегії є парадоксальним. На перший погляд, вона абсолютно суперечить здоровому глузду. Але стабільною вона може стати завдяки тому, що в популяції, яка цілком складається з «парадоксальних» стратегів, ніхто й ніколи не отримує поранень. Це стається, бо в кожній сутичці один із суперників (більший) завжди

тікає. Мутант середнього розміру, що дотримується «розумної» стратегії сутичок з меншими суперниками, стає на прою з половиною суперників, яких перестриває. Коли він зустрічає когось меншого за себе, то атакує, а менший індивід люто обороняється, бо діє парадоксально. Хоча прихильник «розумної» стратегії має більше шансів перемогти, ніж прихильник «парадоксальної», все ж таки, він надзвичайно ризикує програти та отримати серйозні поранення. Оскільки більшість популяції дотримується парадоксальної стратегії, «розумний» стратег має більше шансів отримати поранення, ніж будь-хто з «парадоксальних».

Навіть попри те, що «парадоксальна» стратегія може бути стабільною, вона становить чи не суто академічний інтерес. «Парадоксальні» суперники матимуть вищу середню винагороду, лише коли їх буде значно більше за «розумних». Це виглядає неймовірним. Навіть якби так сталося, найменшої переваги у співвідношенні «розумних» і «парадоксальних» в популяції у бік «розумних» було б достатньо, щоби потрапити до «зони тяжіння» іншої ЕСС — «розумної». Зона тяжіння — це набір співвідношень популяції, у якому (в цьому випадку) «розумні» стратеги мають перевагу: як тільки популяція досягає цієї зони, її неминуче тягтиме до «розумного» стабільного стану. Дивовижно було б натрапити у природі на приклад парадоксальної ЕСС, але не варто розраховувати на це. (Я дещо поквпивився. Варто було написати останнє речення, як професор Мейнард Сміт зацікавив мене описом поведінки мексиканського соціального павука *Oecobius civitas*, що його зробив Дж. В. Берджес: «Якщо павука потурбували і вигнали з його прихистку, він мчить по скелі й, не натрапивши на вільну щілину, де можна було б сховатися, шукає порятунку в домівці іншого павука того самого виду. Якщо той удома, він не нападає на непроханого гостя, а так само подається

шукати для себе нової домівки. Таким чином, з часу, як потурбували першого павука, процес послідовного переміщення з павутини на павутину може тривати декілька секунд, часто спричиняючи переселення більшості павуків з їхніх домівок до чужих» («Соціальні павуки», «Сайнтифік Америкен», березень 1976 р.).) З огляду на описане раніше, це виглядає парадоксальним*.

А що як індивіди зберігають певні спогади про результат минулих сутичок? Це залежить від того, чи конкретні ці спогади, чи загальні. Цвіркун, наприклад, мають загальні спогади про те, що сталося в попередніх сутичках. Цвіркун, який нещодавно переміг у більшості двобоїв, схилиться до «яструба». А той цвіркун же, що зазнав не одну поразку, тяжітиме до «голуба». Це чудово продемонстрував Р. Д. Александер. Він використовував точний макет цвіркуна для перемоги над справжніми цвіркунами. Після цього справжні цвіркун частіше програвали іншим справжнім цвіркунам. Можна припустити, що кожен цвіркун постійно оновлює власну оцінку своєї здатності до боротьби проти пересічної особини в його популяції. Якщо тварин, наприклад, цвіркунів, що пам'ятають свої минулі сутички, певний час тримати разом вузькою групою, у них, мабуть таки, розвинеться певний різновид ієрархії домінування.* Тоді спостерігач зможе визначити місце кожного в цій ієрархії, розставивши їх за рангом. Індивіди нижчого рангу зазвичай відступатимуть перед індивідами вищого. Певна річ, що самі індивіди добре розпізнають один одного. Змінюється лише те, що ті, хто звикли перемагати, перемагатимуть більше, а от ті, що зазвичай програвали, поступово програватимуть ще більше. Хоч колись це вдавалося їм абсолютно випадково, вони однак мало-помалу розбиватимуться на ранги. Це, до речі, впливає на поступове зменшення кількості серйозних сутичок у групі.

Мені довелося скористатися фразою «певний різновид ієрархії домінування», бо багато людей вдаються до терміна «ієрархія домінування», коли йдеться про розпізнавання індивідів. За таких обставин спогади про минулі сутички є радше конкретними, ніж загальними. Цвіркуни не розпізнають один одного як індивіди, на відміну від курей і мавп. Якщо ви — мавпа, то інша мавпа, що колись вас побила, напевно знову це зробить. Найкращою стратегією для індивіда, що був подоланий у сутичці, діяти щодо переможця як «голуб». Якщо кури вперше зберуться разом, можна чекати, що станеться бійка. З часом кількість сутичок між ними зменшуватиметься. Але не з тієї самої причини, що у цвіркунів. Бо кури «знають своє місце» поміж собою. Це, до речі, добре для цілої групи. За спостереженнями, у сформованій групі, де гостра боротьба трапляється рідко, кури несуть більше яєць, ніж у тій групі, склад якої непостійний, через що часто виникають сутички. Біологи часто говорять про біологічну перевагу або «функцію» ієрархій домінування у зниженні неприхованої агресії в групі. Проте таке формулювання неправильне. Бо ієрархія домінування, *як така*, не має певної «функції» в еволюційному сенсі, оскільки це властивість групи, а не індивіда. Можна говорити, що функції мають схеми індивідуальної поведінки, які виявляються в формі ієрархій домінування на груповому рівні. Проте найкраще відмовитися від слова «функція» і замислитися про значення термінів ЕСС в асиметричному суперництві, де існують розпізнавання індивідів та пам'ять.

Досі ми говорили про суперництво між представниками одного й того ж виду. А як щодо міжвидового суперництва? Як ми вже пересвідчилися, представники різних видів не так очевидно конкурують, як представники певного виду. Саме через це між ними відбувається менше суперечок за ресурси. Наприклад, вільшанки захищають

свою територію від інших вільшанок, але не від синиць. Можна скласти мапу територій вільшанок у лісі та нанести на неї межі територій синиць. Території обох видів перетинатимуться абсолютно безладно. Це виглядає так, наче вони мешкають на різних планетах.

Але існують інші ділянки, де інтереси індивідів різних видів конфліктують напрочуд гостро. Наприклад, лев хоче з'їсти антилопу, але в антилопи щодо цього інша думка. Зазвичай, це не вважається конкуренцією за ресурс, але логічно буде вважати інакше. Ресурсом тут є м'ясо. Гени лева «хочуть» м'яса як їжі для своєї машини для виживання. Гени ж антилопи «хочуть» м'яса як працездатних м'язів і органів для власної машини для виживання. Ці два варіанти використання м'яса взаємно несумісні, тому виникає конфлікт інтересів.

Представники власного виду індивіда теж складаються з м'яса. Чому ж канібалізм у природі трапляється украй рідко? Як ми пересвідчилися на прикладі мартинів звичайних, дорослі особини іноді поїдають маленьких представників свого власного виду. Тим не менш, дорослі хижакі не намагаються вполювати інших дорослих свого власного виду, аби з'їсти їх. Чому так? Ми настільки звикли мислити еволюційними термінами «користі для всього виду», що часто забуваємо ставити абсолютно обґрунтовані запитання на зразок такого: «Чому леви не полюють на інших левів?» Іншим непоганим запитанням, що його рідко ставлять, є: «Чому антилопи тікають від левів, а не дають їм відсіч?»

Якби леви полювали б на левів, це не було би для них еволюційно стабільною стратегією. Стратегія «канібал» була б нестабільною з тієї самої причини, що й стратегія «яструб» у раніше наведеному прикладі. Існує надто велика небезпека відплати. В суперництві між представниками різних видів вона менш імовірна, і саме тому багато

тварин-жертв тікають, а не дають відсіч. Це, мабуть, походить з того, що у взаємодії між двома тваринами різних видів є внутрішня асиметрія, більша, ніж між представниками одного виду. Кожного разу, коли в сутичку втручається значна асиметрія, еволюційно стабільними стратегіями можуть стати умовні стратегії, залежні від асиметрії. Дуже ймовірно, що стратегії зразка «якщо ти менший — тікай, якщо більший — нападай» виникають у суперництві між представниками різних видів тому, що існує стільки доступних асиметрій. Леви й антилопи досягли різновиду стабільності завдяки еволюційній дивергенції, яка акцентувала похідну асиметрію сутички дедалі більше. Вони стали надзвичайно вправними переслідувачами (це про левів) і втікачами (це про антилоп). Мутантна антилопа, що не втікала, а билася б із левами, була б менш успішною за конкурентних антилоп, які одразу зникають за горизонтом.

Я маю передчуття, що прийде час, коли винахід концепції ЕСС буде одним із найважливіших досягнень еволюційної теорії з часів Дарвіна*. Адже вона застосовується усюди, де ми виявляємо конфлікт інтересів, тобто, це означає, майже скрізь. Ті, хто вивчає поведінку тварин, мають звичку говорити про так звану «соціальну організацію». Надто часто соціальна організація виду розглядається як окрема реальність з її власною біологічною «перевагою». Прикладом, що я вже наводив, є «ієрархія домінування». Гадаю, що за великою кількістю тверджень біологів про соціальну організацію можна помітити приховані припущення прихильників групового добору. Концепція ЕСС Мейнарда Сміта засвідчує, як сукупність незалежних егоїстичних сутностей може стати схожою на єдине організоване ціле. Я вважаю, це буде справедливо не лише для соціальних організацій у межах виду, але й для «екосистем» та «ценозів», що складаються з багатьох

видів. Я сподіваюся, що згодом концепція ЕСС призведе до революції в екологічній науці.

Її також можна застосувати до теми, порушеної в 3-му розділі, де розглядалась аналогія між генами в організмі та веслярами у човні, яким потрібен незламний командний дух. Гени добираються не тому, що вони «хороші» самі по собі, а тому, що добре працюють порівняно з іншими генами у генофонді. Такий ген має бути сумісним та неконкурентним з іншими генами, з якими йому доводиться ділити тривалу послідовність організмів. Ген кутніх зубів потрібний у генофонді травоядних видів, але не потрібний у генофонді м'ясоїдних.

Уявімо, що сумісна комбінація генів добирається разом як *певна одилиця*. Що стосується мімікрії метеликів з 3-го розділу, то саме так вона й відбувається. Але важливість концепції ЕСС полягає у тому, що нам тепер зрозуміло, як того самого результату можна досягти добором суто на рівні незалежного гена. Гени не обов'язково мають належати до однієї хромосоми.

Насправді аналогія з веслуванням ні на крок не посуває нас до пояснення цієї ідеї. Дійти ми можемо лише до такого: уявімо, що для справді успішної команди важливо, щоб веслярі координували свої дії за допомоги усного спілкування. Уявімо також, що деякі з них говорять суто англійською, а інші — лише німецькою. «Англійці» загалом не кращі й не гірші за «німців». Але не маючи можливості порозумітися між собою, змішана команда виграватиме меншу кількість перегонів, ніж суто англомовна або німецькомовна.

Але тренер ще цього не збагнув. Він лише перетасовує своїх хлопців туди-сюди, ставлячи високі оцінки веслярам човнів-переможців та низькі оцінки веслярам човнів-невдах. Якщо до його команди, де більше «англійців», потрапить

«німець», він ускладнить спілкування і стане причиною програшу. Так само станеться, коли до «німців» потрапить «англієць». Отже, найкраща команда має складатися з представників якогось одного з цих двох стабільних станів — або суто «англійська», або суто «німецька», але не змішана. На перший погляд, скидається, що тренер добирає всі групи як *одиниці*. Та це не так. Його цікавить, чи здатен конкретний весляр виграти перегони. Але його майстерність залежить також від того, хто опиниться поруч з ним. Представники меншої групи автоматично потрапляють в гірше становищі не тому, що погані веслярі, а лише через те, що їх меншість. Так само факт, що гени добираються за взаємною сумісністю, не має означати, що ми *мусимо* думати, що групи генів добираються як одиниці, як це було у випадку з метеликами. Адже добір на найнижчому рівні одного гена може справляти враження добору на якомусь вищому рівні.

У цьому прикладі добір сприяє простому конформізму. Ще цікавіше, що гени можуть добиратись, бо вони доповнюють один одного. Розгортаючи аналогію, уявімо, що ідеально збалансована команда має складатися з чотирьох праворуких і чотирьох ліворуких. Але тренер цього не знає і набирає команду за персональними «позитивними якостями». Коли з'ясується, що більшість складають праворукі веслярі, навіть один шульга стане перевагою: він принесе перемогу, а тому вважатиметься чудовим спортсменом. І навпаки, якщо більшість шульг, перевагу мають праворукі. Це нагадує ситуацію, коли «яструб» добре проявляє себе в популяції «голубів», а «голуб» — в популяції «яструбів». Різниця лише в тому, що мова йшла про взаємодію між окремими організмами — егоїстичними машинами, а зараз про взаємодію між генами всередині організмів.

Зрештою, те, що тренер навпомацки добирає «хороших» веслярів, колись призведе до формування ідеальної коман-

ди, що складатиметься з чотирьох ліворуких і чотирьох праворуких спортсменів. Складається враження, що він відібрав їх усіх разом як цільну збалансовану одиницю. Як на мене, насправді добір відбувся на найнижчому рівні незалежних кандидатів. Еволюційно стабільний стан (слово «стратегія» в цьому контексті не доречне) чотирьох ліворуких і чотирьох праворуких веслярів виникне в результаті добору на найнижчому рівні на підставі очевидної переваги.

Генофонд є середовищем тривалого перебування гена. «Хороші» гени добираються навпомацки як ті, що виживають у цьому генофонді. Це не теорія і навіть не очевидний факт — це суто тавтологія. Цікаве запитання: а що робить ген хорошим? Колись я зазначив, що хорошим ген стає через здатність створювати ефективні машини для виживання — організми. Тепер ми маємо удосконалити це твердження. Генофонд постане *еволюційно стабільним набором* генів, до якого не може потрапити будь-який новий ген. Більшість нових генів, що виникають як результат мутації, пересортування або імміграції, швидко бракуються природним добором, поновлюючи еволюційно стабільний набір. Вряди-годи якомусь новому гену вдасться потрапити до цього набору, тобто стати поширеним у генофонді. Існує перехідний період нестабільності, який завершується новим еволюційно стабільним набором — так відбувається маленька ланка еволюції. За аналогією зі стратегіями агресії, популяції можуть мати більше за одну альтернативну стабільну точку і мають змогу вряди-годи перемикатися між ними. Прогресивна еволюція може мати вигляд не так рівномірного шляху нагору, як вервечки окремих кроків від одного стабільного плато до іншого*. Може виникнути враження, що популяція загалом поводить себе як єдина саморегульована одиниця. Але це ілюзія, яку створив добір, що відбувається на рівні одного-єдиного гена. Гени добираються

за своїми «позитивними якостями». Але позитивні якості оцінюються з огляду на ефективність на тлі еволюційно стабільного набору, яким є нинішній генофонд.

Зосередившись на агресивних взаємодіях між індивідами загалом, Мейнард Сміт зумів зрозуміло все пояснити. Легко уявляти собі стабільні співвідношення організмів, що використовують стратегію «яструбів» і «голубів», бо організми — це великі об'єкти, які ми можемо побачити. Але такі взаємодії між генами, що перебувають у *різних* організмах, є лише верхівкою айсберга. Переважна більшість суттєвих взаємодій між генами в еволюційно стабільному наборі (генофонді) відбуваються *всередині* окремих організмів. Ці взаємодії складно побачити, бо вони стаються всередині клітин, насамперед клітин ембріонів, що розвиваються. Добре інтегровані організми існують тому, що вони є продуктом еволюційно стабільного набору егоїстичних генів.

Але я мушу повернутися знову до рівня взаємодій між організмами тварин загалом, що є головною темою цієї книги. Для розуміння механізмів агресії було зручно вважати певних тварин незалежними егоїстичними машинами. Але ця модель не тримається купи, коли йдеться про індивідів, які є близькими родичами — братами і сестрами, кузенами, батьками та дітьми. Це тому, що родичі мають велику кількість спільних генів. Тому кожному егоїстичному гену доводиться ділити свою вірність між різними організмами. Детальніше цю думку розглянемо в наступному розділі.

6

БРАТЕРСТВО ГЕНІВ

Що таке егоїстичний ген? Це не лише одна-єдина фізична частинка ДНК. Так само, як у первісному бульйоні, це *всі репліки* конкретної частинки ДНК, поширені по цілому світі. Якщо ми наважимося говорити про гени так, неначе вони мають свідомі наміри (заспокоюючи себе, що за потреби можна буде знову перекласти нашу неоковирну мову належними термінами), то зможемо поставити запитання: а що ж намагається зробити кожний егоїстичний ген? Він намагається стати більш чисельним у генофонді. По суті, він досягає цього, допомагаючи програмувати організми, в яких опиняється, на виживання і розмноження. Однак тепер варто підкреслити, що «він» є певним чином розсосередженим агентством, що існує в декількох різних індивідах одночасно. Важливим моментом цього розділу є те, що ген, можливо, здатен допомагати *реплікам* самого себе, що містяться в інших організмах. Якщо так, це виглядатиме як індивідуальний альтруїзм, що його спричинив генний егоїзм.

Візьмемо ген альбінізму в людини. Фактично, існує кілька генів, здатних викликати альбінізм, але я маю на увазі лише один із них. Він є рецесивним, тобто для того, щоби зробити людину альбіносом, має бути присутнім у подвійній дозі. Він трапляється приблизно в кожного двадцяти-тисячного з нас. Але в одинарній дозі він наявний майже

в кожного сімдесятого з нас, і вони не є альбіносами. Оскільки він поширений у багатьох індивідів, такий ген теоретично може сприяти своєму власному виживанню в генофонді, програмуючи свої організми на альтруїстичну поведінку щодо інших альбіносів, бо відомо, що вони мають той самий ген. Ген альбінізму має бути цілком задоволений, якщо гинуть якісь організми, де він мешкає, за умови, що цим вони допомагають вижити іншим організмам, що мають той самий ген. Якщо ген альбінізму може змусити один зі своїх організмів зберегти життя десяти альбіносів, смерть цього альтруїста компенсується достатнім збільшенням кількості генів альбінізму в генофонді.

Чи слід нам при цьому очікувати, що альбіноси поводитимуться особливо чемно один з одним? По суті, відповідь, мабуть, буде негативною. Щоби пересвідчитися у цьому, ми маємо на деякий час облишити нашу метафору про ген як певний свідомий чинник, бо у цьому контексті вона збиватиме нас з пантелику. Ми змушені вдатися до більш доречних, хоча й дещо нудних, термінів. Гени альбінізму насправді не «хочуть» вижити або допомогти іншим генам альбінізму. Але якщо генові альбінізму таки випаде нагода продемонструвати альтруїстичну поведінку своїх організмів щодо інших альбіносів, тоді врешті він автоматично, неохоче, поступово може досягти більшої чисельності у генофонді. Проте, щоби це сталося, ген мав би справити на організм два незалежні впливи. Мова не лише про ефект дуже блідого кольору обличчя. А й про тенденцію до вибіркового альтруїзму стосовно індивідів з дуже блідим кольором обличчя. Ген із таким подвійним ефектом, якби він існував, міг би стати в популяції дуже успішним.

Ось і виникло підтвердження, про що я наголошував у 3-му розділі, що гени такі мають множинні ефекти. Теоретично, міг виникнути ген, який спричинює помітну ззов-

ні характерну ознаку, скажімо, бліду шкіру чи зелену бороду або ще щось, що впадатиме в очі, а також тенденцію бути особливо чемним із носіями цієї характерної ознаки. Це можливо, але не надто ймовірно. Зелена борода може бути так само пов'язана з тенденцією до розвитку врослих нігтів на ногах або будь-якою іншою ознакою, а любов до зелених борід так само може йти поруч із неспроможністю відчувати аромат фрезій. Не надто ймовірно, щоб той самий ген виробляв і правильну ознаку, і правильний різновид альтруїзму. Однак те, що можна назвати «ефектом альтруїзму щодо зелених борід», є теоретично можливим.

Наявність гіпотетичної зовнішньої ознаки, такої як зелена борода, є лише одним способом, яким ген може «розпізнавати» копії самого себе в інших індивідах. Чи існують якісь інші способи? Так, існують. Зокрема, власника альтруїстичного гена можна розпізнавати завдяки тому, що він здійснює альтруїстичні дії. Ген міг би процвітати в генфонді, якби «казав» щось на кшталт: «Організме, якщо А потопає, бо намагався врятувати когось іншого, стрибай у воду та рятуй А». Причина процвітання цього гена полягає в тому, що є більші за середні шанси, що А має той самий альтруїстичний ген порятунку життя. Той факт, що А намагається врятувати ще когось, є ознакою, еквівалентною зеленій бороді. Вона менш гіпотетична, ніж зелена борода, але однак видається доволі неймовірною. А чи існують якісь імовірні способи, завдяки яким гени можуть «розпізнавати» свої копії в інших індивідах?

Таки існують. Зокрема, нескладно продемонструвати, що більші за середні шанси на спільні гени мають *близькі родичі*. Науковці давно зрозуміли, що саме через це настільки поширений альтруїзм батьків до їхніх дітей. Р. А. Фішер, Дж. Б. С. Холдейн, а особливо В. Д. Гамільтон впевнилися, що це явище характерне і для інших близьких родичів —

братів та сестер, племінників та племінниць, двоюрідних братів. Якщо якийсь індивід іде на смерть, щоби врятувати десять близьких родичів, одна копія гена родинного альтруїзму може бути втрачена, але більша кількість копій того самого гена буде врятована.

«Більша кількість» звучить дещо невизначено. Так само, як і «близькі родичі». Гамільтон пояснив, що ми можемо зробити краще. Дві його публікації 1964 року стали одними з найважливіших для соціальної етології, будь-коли написаних, і я так і не зміг зрозуміти, чому етологи досі ними нехтують (його ім'я навіть не з'явилося в алфавітному покажчику двох основних посібників з етології, що побачили світ 1970 року)*. На щастя, останнім часом можна помітити ознаки інтересу до його ідей. Роботи Гамільтона є доволі математичними, але основні принципи легко вловити інтуїтивно, без складної математики, хоча й за рахунок певного надмірного спрощення. Насамперед нас цікавить розрахунок імовірності (або можливості) того, що два індивіди, скажімо дві сестри, мають спільний конкретний ген.

Для простоти я припускати, що ми говоримо про гени, які рідко загалом трапляються в генофонді*. Більшість людей мають спільний «ген відсутності альбінізму», родичі вони, чи ні. Причиною поширення цього гена є те, що в природі альбіноси мають менші шанси вижити, ніж не альбіноси, бо, наприклад, їх сліпить сонце, заважаючи помітити хижаків. Нам не цікаво, чому в генофонді превалюють такі безсумнівно «хороші» гени, як ген відсутності альбінізму. Нас цікавить пояснення успіху генів, особливо як результат їхнього альтруїзму. Тому ми можемо припустити, що, принаймні на ранніх етапах процесу еволюції ці гени трапляються зрідка. Важливо зазначити, що навіть ген, на який ми мало коли натрапляємо у популяції, всередині родини доволі поширений. Я маю кілька генів, які не часто виникають у популяції

загалом, і ви також маєте гени, які зрідка трапляються у популяції загалом. По суті, імовірність того, що ми разом маємо ті самі рідкісні гени, є дуже незначною. Але є велика імовірність, що моя сестра має конкретний рідкісний ген, який маю я, та не менша імовірність, що ваша сестра має рідкісний ген, спільний із вами. Така імовірність у цьому складає рівно 50 %, і причину цього легко пояснити.

Уявімо, що ви маєте одну копію гена *G*. Ви, мабуть, отримали її від вашого батька або матері (для зручності можна знехтувати різними випадковими можливостями — що *G* є певною новою мутацією і його отримали обидва ваші батьки, або що хтось із них мав дві його копії). Нехай цей ген передав вам ваш батько. Тоді кожна зі звичайних клітин його організму мала одну копію *G*. Тепер згадайте, що при виробленні сперматозоїда йому передається половина генів чоловіка. Таким чином, існує 50-відсоткова вірогідність, що сперматозоїд, що спричинився до появи вашої сестри, отримав ген *G*. Якщо ж ви отримали *G* від вашої матері, це означатиме, що *G* потрапила до її яйцеклітин (та сама 50-відсоткова імовірність, що ваша сестра має *G*). Отже, якби у вас було 100 братів і сестер, приблизно 50 із них мали б той самий рідкісний ген, що його маєте ви. Це також означає, що, якщо ви маєте 100 рідкісних генів, деє приблизно 50 із них присутні в організмі будь-якого з ваших братів чи сестер.

Аналогічні розрахунки можна провести для будь-якого ступеня родинних зв'язків, який ви захочете. Показовою є спорідненість між батьками й дітьми. Якщо ви маєте одну копію гена *H*, вірогідність того, що її отримає хтось із ваших дітей, становить 50 %, бо *H* містить половина ваших статевих клітин, а будь-яка ваша дитина походить із однієї з цих статевих клітин. Якщо ви маєте одну копію гена *J*, імовірність, що ваш батько також мав *J*, складає 50 %, бо ви отримали половину ваших генів від нього, а половину від матері.

Для зручності ми використовуємо коефіцієнт *спорідненості*, який демонструє імовірність наявності спільного гена у двох родичів. Спорідненість між двома братами складає $\frac{1}{2}$, оскільки половина генів, що їх має один брат, буде в іншого. Це середня цифра: внаслідок мейотичного дрейфу певні пари братів можуть мати або більше спільних генів, або менше. А от спорідненість між батьками та дітьми завжди становить точно $\frac{1}{2}$.

Продиратися крізь розрахунки з самого початку щоразу доволі нудно, тому скористайтеся правилом швидких приблизних розрахунків спорідненості між будь-якими двома індивідами *A* та *B*. Воно може виявитися корисним для складання заповіту або інтерпретації очевидної подібності у вашій власній родині. Ним можна скористатися у всіх простих випадках, але не там, де сталося кровозмішування. Також воно не стосується деяких видів комах, про що ми пересвідчимося згодом.

Спершу ідентифікуємо всіх *спільних предків A та B*. Наприклад, спільними предками пари двоюрідних братів чи сестер є їхні спільні дідусь і бабуса. Після того, як ви знайшли спільного предка, цілком логічно було би уявити, що усі його предки є спільними для *A* та *B* також. Проте ми ігноруємо всіх найвіддаленіших за часом загальних родичів. Тому двоюрідні брати чи сестри мають лише двох спільних предків. Якщо ж *B* є прямим нащадком *A*, наприклад, його правнуком, тоді *A* і є саме тим «спільним предком», що його ми враховуємо.

Встановивши загального родича (або родичів) *A* та *B*, розрахуймо *генераційну відстань* таким чином. Почавши з *A*, піднімемося вгору генеалогічним деревом, щоби врахувати спільного предка, а потім знову спустимося до *B*. Оця загальна кількість кроків, що їх ми зробили родоводом спершу вгору, а потім донизу, і складатиме генераційну

відстань. Наприклад, якщо A є дядьком B , то генераційна відстань між ними становить 3. Спільним предком тут є батько A (хай це буде батько) і дід B . Щоби досягти спільного предка, нам треба, почавши з A , піднятися вгору на одне покоління. Після цього, щоби спуститися до B , доведеться пройти два покоління в інший бік. Тобто, генераційна відстань складає $1 + 2 = 3$.

Знайшовши генераційну відстань між A та B через конкретного спільного предка, розрахуємо частку їхньої спорідненості, за яку відповідає цей предок. Щоби це зробити, помножимо $\frac{1}{2}$ на саму себе для кожного кроку генераційної відстані. Якщо генераційна відстань дорівнює 3, це означає такий розрахунок: $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ або $(\frac{1}{2})^3$. Якщо ж генераційна відстань через конкретного предка складає g кроків, то ступінь спорідненості за цим предком буде $(\frac{1}{2})^g$.

Але це лише частка спорідненості між A та B . Якщо вони мають більше, ніж одного загального родича, ми додаємо відповідні цифри для кожного з них. Зазвичай генераційна відстань буває однаковою для всіх спільних предків пари індивідів. Тому, вирахувавши коефіцієнт спорідненості між A та B за одним предком, на вам потрібно буде лише помножити його на кількість предків. Двоюрідні брати чи сестри, наприклад, мають двох спільних предків, а генераційна відстань через кожного з них складає 4. Тому коефіцієнт їхньої спорідненості становить $2 \times (\frac{1}{2})^4 = \frac{1}{8}$. Якщо A є правнуком B , то генераційна відстань дорівнює 3, а кількість спільних «предків» — 1 (сам B), тому коефіцієнт їхньої спорідненості складе $1 \times (\frac{1}{2})^3 = \frac{1}{8}$. З позиції генетики ваш двоюрідний брат чи сестра еквівалентні правнукові. Так само й ви маєте однакові шанси «вдатися» у вашого дядька (спорідненість = $2 \times (\frac{1}{2})^3 = \frac{1}{4}$) та у вашого діда (спорідненість = $1 \times (\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4}$).

Що стосується таких далеких родинних зв'язків, як чотириюрідні брати чи сестри ($2 \times (\frac{1}{2})^8 = 1/128$), ми отримуємо

ледь не базову вірогідність того, що якийсь конкретний ген, який матиме А, буде також у будь-якого індивіда, випадково взятого з популяції. Втім, що стосується альтруїстичного гена, чотириюрідні брати чи сестри цілком можуть бути еквівалентними будь-якому старому Томові, Дікові чи Гаррі. Троюрідні брати чи сестри (спорідненість = $1/32$) відрізняються від них лише на трохи більше; двоюрідні ще більше ($1/8$). Рідні брати і сестри, батьки та діти дуже відрізняються ($1/2$), а однайцеві близнюки (спорідненість = 1) такі ж особливі, як і сам індивід. Дядьки і тітки, племінники й племінниці, дідусі й онуки, а також зведені наполовину брати та сестри є проміжною ланкою зі спорідненістю на рівні $1/4$.

Тепер ми можемо говорити про гени родинного альтруїзму значно більш предметно. Ген самогубчого порятунку п'ятьох кузенів не стане більш чисельним у популяції, але ген порятунку п'ятьох братів або десятих двоюрідних братів чи сестер міг би. Мінімальна вимога для успіху самогубчого альтруїстичного гена полягає в тому, що він має рятувати більше двох рідних братів чи сестер (дітей, батьків), або більше чотирьох рідних наполовину (дядьків, тіток, племінників, племінниць, дідусів чи бабусь, онуків чи онучок), або більше восьми двоюрідних братів чи сестер тощо. Такий ген, в середньому, зазвичай живе в організмах достатньої кількості індивідів, урятованих альтруїстом, аби компенсувати загибель самого альтруїста.

Якби індивід міг бути впевненим, що ця людина є його однайцевим близнюком, то мав би дбати про його добробут не менше, ніж про свій власний. Будь-який ген альтруїзму близнюків має бути наявним в обох близнюків і тоді, коли один героїчно загине, щоби врятувати іншого, цей ген житиме. Дев'ятипоясні броненосці народжують виводки ідентичних четвернят. Я не натрапив на жодну фіксацію героїчної самопожертви маленьких броненосців, але є свід-

чення, що вони здатні на щирий альтруїзм, і за цим варто було би поспостерігати тим, хто збирається до Південної Америки*.

Ми пересвідчилися, що батьківська турбота є лише особливим прикладом родинного альтруїзму. З позиції генетики дорослий індивід має присвячувати своєму осиротілому новонародженому братові таку ж турботу й увагу, як своїй власній дитині. Його спорідненість з обома малюками абсолютно однакова — $\frac{1}{2}$. Оперуючи термінами генного добору, ген альтруїстичної поведінки старшої сестри має десь такі ж шанси на поширення в популяції, як і ген батьківського альтруїзму. Та на практиці це виглядає надмірним спрощенням (через різні причин, що їх ми розглянемо згодом), тому братерська чи сестринська турбота трапляються в природі не так часто, як батьківська. Та мені йдеться про те, що з позиції *генетики* зв'язки між батьками і дітьми нічим не відрізняються від зв'язків між братами та сестрами. Те, що батьки передають своїм дітям гени у спадок, а сестри — ні, не має великого значення, позаяк обидві сестри отримують ідентичні репліки певних генів від тих самих батьків.

Дехто використовує термін *родинний добір*, щоби мати змогу відрізнити цей різновид природного добору від групового (диференційного виживання групи) та індивідуального добору (диференційного виживання індивідів). Родинний добір відповідальний за альтруїзм всередині родини — чим ближчі зв'язки, тим сильніший добір. Цей термін не гірший за інші, однак, на жаль, його доведеться уникати через помилкове використання, асоціації з яким можуть заплутати біологів. В своїй загалом чудовій праці «Соціобіологія: Новий синтез» Е. О. Вілсон називає родинний добір особливим зразком групового добору. Він наводить схему, виразно зазначаючи, що вважає цей добір проміжною ланкою між «індивідуальним» і «груповим»

доборами в загальновизнаному сенсі — саме цей сенс я використовував у 1-му розділі. Тобто, груповий добір (навіть за власним визначенням Вілсона) означає диференційне виживання *груп* індивідів. Певна річ, родина є особливим різновидом групи. Але вся суть аргументу Гамільтона полягає в тому, що відмінність між родиною і не родиною визначається не жорстким правилом, а завдяки теоретичній вірогідності. Теорія Гамільтона не передбачає, що тварини мають поводитись альтруїстично щодо всіх «членів родини» та егоїстично щодо інших. Нема жодних чітких меж, що пролягають між родиною і не родиною. Нам не треба вирішувати, наприклад, чи належать троюрідні брати і сестри до членів родини: ми розраховуємо, що їм належить $\frac{1}{16}$ того альтруїзму, що належить дітям або рідним братам чи сестрам. Родинний добір — аж ніяк не є особливим прикладом групового добору*. Бо це особливий наслідок генного добору.

Вілсонівське визначення родинного добору має ще серйозніший недолік. З нього навмисно вилучаються діти, бо ж вони не вважаються родичами!* Певна річ, Вілсон чудово знає, що діти є родичами власних батьків, але не має бажання вдаватися до теорії родинного добору, аби пояснити альтруїстичну турботу батьків про власних дітей. Він, зрештою, має право розуміти будь-яке слово, як схоче, але його визначення ошелешує, тому я маю надію, що Вілсон змінить його у майбутніх виданнях своєї безумовно значної книги. З позиції генетики батьківська турбота і братерсько-сестринський альтруїзм виникають із тої самої причини: в обох випадках є велика ймовірність наявності альтруїстичного гена в організмі того, хто ним скористається.

У читача-нефахівця я перепрошую за цей невеличкий викривальний відступ і хутчіш вертаюсь до головної теми. Досі я надто спрощував деякі моменти, і тепер настав час певних обмовок. Я принагідно згадав про суїцидальні гени

порятунку життя конкретної кількості родичів із точно відомою спорідненістю. Вочевидь, нам не варто сподіватися від тварин підрахунку, скількох родичів вони рятують, або обчислень Гамільтона, навіть за умови певного знання, хто є їхніми братами та кузенами. В реальному світі місце правдивого самогубства і абсолютного «порятунку» життя мають посідати *статистичні ризики* загибелі, своєї власної та інших людей. Навіть чотириюрідні брати чи сестри будуть вартими порятунку, якщо ризик для вас самих незначний. Та, зрештою, і ви, і той родич, порятунком якого ви переймаєтеся, однак помрете. Кожен індивід має «сподівану тривалість життя», що її страхова статистика може вирахувати лише з певною вірогідністю. Порятунком родича, що скоро помре від старості, впливає на генофонд майбутнього менше за життя так само близького родича, який має попереду довший вік.

Наші чіткі симетричні розрахунки спорідненості доведеться відкоригувати доволі заплутаними статистичними міркуваннями та зважуваннями. З позиції генетики дідусі та онуки мають однакову причину поводитись альтруїстично щодо себе, оскільки $\frac{1}{4}$ генів у них спільна. Але очікувана тривалість життя онуків більша, а тому гени альтруїзму дідусів щодо онуків при доборі мають перевагу над генами альтруїзму онуків щодо дідусів. Безсумнівна користь від допомоги молодому далекому родичеві цілком може бути вищою за безсумнівну вигоду від допомоги літньому близькому родичу. (До речі, очікувана тривалість життя дідусів не завжди має бути коротшою, ніж в онуків. У видів з високим рівнем дитячої смертності ситуація виглядає інакше.)

Продовжуючи аналогію зі страховою статистикою, уявімо собі, що індивіди застрахували своє життя. Можна очікувати, що індивід вкладатиме (ризикуватиме) певну частину

власних активів у життя іншого індивіда. Він враховує свій кривий зв'язок із цим індивідом, а також те, чи є він «потрібним ризиком» щодо очікуваної тривалості життя порівняно з його власною. Зрештою, ми мали б казати «очікувана тривалість розмноження», а не «очікувана тривалість життя», або, ще точніше, «загальна здатність сприяти власним генам в сподіваному майбутньому». Отже, для альтруїстичної поведінки безсумнівний ризик для альтруїста повинен бути меншим за безсумнівну користь для отримувача, помножену на спорідненість. Ризики та вигоди мають розраховуватись складним статистичним способом, описаним раніше.

Але чи можна очікувати на складні розрахунки від бідолашної машини для виживання, особливо коли йдеться про поспіх?!* Навіть видатний математичний біолог Дж. Б. С. Холдейн (у статті 1955 року, де він випередив Гамільтона, коли оголосив про поширення гена порятунку близьких родичів, що тонуть) зауважив: «...двічі, коли я порятував з води людей, що могли потонути (з безкінечно малим ризиком для себе), в мене не було часу на такі розрахунки». Однак, як про це добре знав Холдейн, на щастя, немає жодної необхідності припускати, що машини для виживання свідомо здійснюють ці розрахунки в своїх головах. Так само, як ми можемо використовувати логарифмічну лінійку, не усвідомлюючи, що, насправді, маємо справу з логарифмами, так і тварина може бути задалегідь запрограмована таким чином, що поводитиметься, немов провела складний розрахунок.

Як саме це відбувається, уявити не складно. Коли людина підкидає м'яч високо в повітря та ловить його, то поводить ся, немов розв'язала низку диференціальних рівнянь, обчисливши траєкторію м'яча. Вона може не знати й не перематися тим, що це диференціальні рівняння, але це аж ніяк не впливає на її вправність із м'ячем. На якомусь підсвідо-

тому рівні відбувається щось функціонально еквівалентне до математичних розрахунків. Так само людина, що приймає певне складне рішення, зваживши на всі плюси та мінуси, а також на можливі наслідки цього рішення, виконує функціональний еквівалент великого розрахунку «зваженої суми», на зразок комп'ютерних обчислень.

Якби ми програмували комп'ютер для створення моделі прийняття машинами для виживання необхідних рішень, чи слід їм поводитись альтруїстично, то мали б, мабуть, діяти приблизно так. Нам потрібно було б скласти перелік усіх альтернативних дій тварин. Потім для кожної з цих альтернативних схем поведінки ми би запрограмували розрахунок зваженої суми. Всі можливі переваги матимуть знак «плюс», а всі ризики — знак «мінус». Перед додаванням всі вигоди та ризики будуть *зважені* завдяки помноженню на відповідний коефіцієнт спорідненості. Для спрощення ми можемо спочатку не зважати, наприклад, на вік і стан здоров'я. Оскільки «спорідненість» індивіда із самим собою дорівнює одиниці (тобто, він безсумнівно має 100 % своїх власних генів), ризики та вигоди для нього не знецінюватимуться і ввійдуть до розрахунку у повному об'ємі. Вся сума для будь-якої схеми альтернативної поведінки виглядатиме десь так: чиста вигода схеми поведінки = вигода для себе — ризик для себе + $\frac{1}{2}$ вигоди для брата — $\frac{1}{2}$ ризику для брата + $\frac{1}{2}$ вигоди для іншого брата — $\frac{1}{2}$ ризику для іншого брата + $\frac{1}{8}$ вигоди для двоюрідного брата чи сестри — $\frac{1}{8}$ ризику для двоюрідного брата чи сестри + $\frac{1}{2}$ вигоди для дитини — $\frac{1}{2}$ ризику для дитини тощо.

Результатом такого додавання стане число із назвою «показник чистої вигоди» цієї схеми поведінки. Далі уявний комп'ютер розраховує еквівалентну суму для кожної альтернативної схеми поведінки в репертуарі тварини. Врешті-решт, тварина обирає ту, що пропонує найбільш безсумнівну

користь. Навіть якщо всі показники негативні, вона все одно має обрати найменше зло. Пам'ятайте, що будь-яка позитивна дія передбачає споживання енергії та часу, які можна було б витратити на інше. Якщо «поведінкою» з найвищим показником чистої вигоди буде не робити нічого, тваринна модель не робитиме нічого.

Ось ще один спрощений приклад, цього разу представлений у формі радше суб'єктивного монологу, ніж комп'ютерного моделювання. Уявімо, що я — тварина, що натрапила на місце, де росте вісім грибів. Врахувавши їхню поживну цінність і зваживши на ризик, що вони можуть бути отруйними, я оцінюю, що вони варті +6 одиниць кожен (одиниці — це довільні винагорода, як у попередньому розділі). Гриби такі великі, що я можу з'їсти лише три з них. Чи маю я повідомити комусь про мою знахідку, надавши «сигнал про їжу»? Хто перебуває у межах чутності? Брат *B* (його спорідненість зі мною становить $\frac{1}{2}$), двоюрідний брат *C* ($\frac{1}{8}$ спорідненості зі мною), а також сторонній мені *D* (жодного кривого зв'язку: його спорідненість зі мною становить таке мале число, що її можна вважати нульовою). Якщо я промовчу про свою знахідку, показник чистої користі для мене складе +6 для кожного з трьох грибів, які я з'їм, що в сумі дасть +18. Показник же моєї чистої вигоди, якщо я подам сигнал про їжу, доведеться трохи поррахувати. Вісім грибів будуть порівну розділені між нами чотирма. Винагорода для мене від тих двох грибів, що я з'їм сам, складе цілих +6 одиниць за кожний, що в сумі дасть +12. Але я також отримаю якусь винагороду, коли мій брат та кузен з'їдять кожен по два свої гриби, бо ми маємо спільні гени. Тому насправді показник чистої вигоди для мене складе $(1 \times 12) + (\frac{1}{2} \times 12) + (\frac{1}{8} \times 12) + (0 \times 12) = +19\frac{1}{2}$. Відповідна безпосередня користь від егоїстичної поведінки становитиме +18: цифри ті самі, але рішення зрозуміле.

Я маю подати сигнал про їжу; альтруїзм з мого боку насамперед пішов би на користь моїм егоїстичним генам.

Згідно з моїм спрощеним припущенням, певна тварина вираховує найкращий варіант для її генів. Насправді ж генотип наповнюється генами, які впливають на тварин таким чином, що ті поводяться, немов виконали такі розрахунки.

Зрештою, цей розрахунок є надто далеким від ідеального. Він не бере до уваги багато важливих моментів, таких як вік індивідів, що про них мова. Крім того, якби я перед тим добре попоїв, тому подужав з'їсти лише одного гриба, безсумнівна користь від мого сигналу про їжу була би більшою, ніж якби я був голодним. Нема межі прогресивним покращенням розрахунку, якого можна було б досягти у найкращому з усіх можливих світів. Але реальне життя триває не у ньому. Ми не можемо очікувати, що тварини насправді враховуватимуть кожну деталь у пошуках оптимального рішення. Завдяки спостереженням та експериментам над дикою природою ми маємо виявити, наскільки насправді близько тварини від досягнення ідеального аналізу витрат і вигод.

Для того, щоб переконатися, що ми не надто відбігли від суб'єктивних прикладів, на певний час вдамося до мови генів. Живі організми — це машини, запрограмовані генами, яким вдалося вижити. Гени, що вижили, зробили це в умовах, що в *середньому* були характерними для середовища існування цього виду в минулому. Тому «зважування» витрат і вигод базується на минулому «досвіді», так само, як це роблять люди, приймаючи рішення. Проте досвід у цьому випадку має особливе значення досвіду генів або, що краще, умов виживання генів у минулому. (Оскільки гени також наділяють машини для виживання здатністю навчатися, можемо сказати, що деякі зважання на ризик і вигоду робилися ще й на підставі індивідуального досвіду.) Допоки умови раптово не зміняться, розрахунки будуть

точними, а машини для виживання загалом прийматимуть правильні рішення. Якщо ж відбудуться радикальні зміни, машини для виживання почнуть робити помилки, за що поплатяться їхні гени. Зрештою, і рішення людей, базовані на застарілій інформації, зазвичай бувають неправильними.

Оцінювання спорідненості також є об'єктом помилок та сумнівів. Досі в наших спрощених розрахунках ми вважали, наче машини для виживання *знають*, хто є їхнім родичем та наскільки близьким. У реальному житті таке точне знання теж іноді можливе, але значно частіше спорідненість вдається оцінити лише приблизно. Наприклад, уявімо, що *A* і *B* мають однакові шанси бути зведеними або рідними братами. Їхня спорідненість складає $\frac{1}{4}$ або $\frac{1}{2}$, але, оскільки ми не знаємо, наполовину вони брати чи рідні, ефективно можна використовувати лише середнє значення $\frac{3}{8}$. Якщо точно відомо, що у них одна мати, а от імовірність того, що батько спільний, складає лише 1 до 10, тоді є 90 % упевненості, що вони зведені брати і 10 % упевненості, що вони рідні брати, а дійсна спорідненість складає $\frac{1}{10} \times \frac{1}{2} + \frac{9}{10} \times \frac{1}{4} = 0,275$.

Але коли ми говоримо про 90 % упевненості, кого маємо на увазі? Натураліста після тривалих польових досліджень чи тварин? Насправді, різниці між ними, мабуть таки, не буде. Щоби переконатися в цьому, варто довідатися, як тварини насправді розпізнають своїх близьких родичів*.

Ми знаємо своїх родичів, бо нам про це сказали, ми якось їх називаємо, маємо офіційні шлюби, письмові записи та добру пам'ять. Багато соціальних антропологів займаються саме «родинними зв'язками» у суспільствах, які вивчають. До того ж вони мають на увазі не реальні генетичні родинні зв'язки, а суб'єктивні й культурні уявлення про родинні зв'язки. Людські звичаї та племінні ритуали зазвичай надають велику вагу родинним стосункам — надзвичайно поширене поклоніння предкам, у дуже багатьох сферах життя

домінують родинні обов'язки та вірність. Кривну помсту і міжкланову ворожнечу легко пояснити завдяки генетичній теорії Гамільтона. Табу на кровозмішування свідчать про розвинену родинну свідомість людей, хоча генетична перевага цієї заборони немає нічого спільного з альтруїзмом; вона, мабуть, пов'язана зі шкідливим впливом рецесивних генів унаслідок спаровувань між близькими родичами. (Багатьом антропологам таке пояснення чомусь не до вподоби.)*

Але як можуть дикі тварини «знати» своїх родичів або, інакше кажучи, яких правил поведінки вони можуть дотримуватись, аби виникало враження родинних зв'язків між ними? Практичне вирішення цієї проблеми пропонує припис добре поводитися із родичами. Треба, щоби тварини отримували від своїх генів просте правило дій, що не передбачає премудрого пізнання кінцевої мети цих дій, однак працює, принаймні, за звичайних умов. Ми, люди, дотримуємося правил, і вони настільки впливові, що навіть не дуже тямущі коряться їм навіть тоді, коли добре знають, що вони не принесуть нікому жодної користі. Наприклад, деякі ортодоксальні іудеї та мусульмани скоріш помруть з голоду, ніж порушать заборону вживання свинини. Яких же простих практичних правил можуть дотримуватися тварини, які за нормальних умов справляли би ефект сприяння своїм близьким родичам?

Якби тварини мали тенденцію поводитись альтруїстично з індивідами, схожими на них, тоді опосередковано приносили би користь своїм родичам. Значним чином це залежить від особливостей виду, про який ідеться. Таке правило в будь-якому випадку лише привело б до «правильних» рішень у статистичному сенсі. Якби змінилися умови, наприклад, певний вид почав жити значно більшими групами, це могло б привести до неправильних рішень. Можливо, расові упередження можна трактувати як ірраціональне узагальнення тенденції родинного добору ідентифікувати

себе з фізично схожими індивідами та вороже ставитися до тих, що мають іншу зовнішність.

Для представника виду, що мало пересувається або пересувається невеличкими групами, існує велика ймовірність, що той індивід, який випадково йому трапився, виявиться його доволі близьким родичем. За таких обставин позитивний вплив на виживання може справити правило добре поводитися з будь-яким представником виду, що його зустрінеш, бо ген, схилиючи своїх власників дотримуватися цього, може стати більш чисельним у генофонді. Це може бути причиною, чому альтруїстична поведінка поширена в групах мавп і китів. Якщо не дати китам та дельфінам дихати повітрям, вони потонуть. Часто дитинчат китів і поранених особин, що не можуть самі підплисти до поверхні води, рятують і підтримують інші члени групи. Невідомо, чи мають кити якісь способи розпізнавання своїх близьких родичів, однак, це не так і важливо. Можливо, загальна вірогідність того, що випадковий член групи виявиться родичем, настільки висока, що альтруїзм вартий зусиль. До речі, відоме мінімум одне свідчення порятунку диким дельфіном людини, що тонула. Його можна трактувати хибним застосуванням правила про порятунок інших представників групи. «Визначення» члена групи, що тоне, у цьому правилі може виглядати приблизно так: «Довгий предмет, що борсається та задихається біля поверхні води».

Засвідчено, що дорослі самці бабуїнів ризикують життям, захищаючи стадо від таких хижаків як леопард. Цілком може виявитися, що самець матиме, в середньому, доволі велику кількість генів, спільних із іншими представниками стада. Тому ген, що «наказуватиме» дорослому самцеві захищати стадо від леопардів, може поширитися у генофонді. Перш ніж полишити цей часто згадуваний приклад, варто додати, що принаймні один поважний автор повідомив

цілком інші факти. За його словами, за появи леопарда саме дорослі самці першими тікають світ за очі.

Виводок курчат ходить за куркою, шукаючи собі поживу. Вони вдаються до двох головних сигналів. Крім гучного пронизливого писку, про який я вже згадував, вони видають короткий мелодійний щебет, коли харчуються. Писк, що кличе матір на допомогу, решта курчат ігнорує. А от щебет їх приваблює. Це означає, що коли курча знаходить поживу, його щебет заохочує інших курчат: з огляду на використаний попередньо приклад, щебет є «сигналом про їжу». Як і раніше, очевидний альтруїзм курчат можна легко пояснити родинним добром. Оскільки в природі всі курчата з одного виводка були б рідними братами і сестрами, ген щебетання про їжу міг би поширитися за умови, що ризики для того, хто щебече, є меншими, ніж половина безсумнівної користі для інших курчат. У процесі того, як вигода поширюється на весь виводок, що зазвичай нараховує більше двох курчат, дотримання цієї умови не складно уявити. В домашніх або фермерських господарствах курку змушують сидіти не лише на її власних яйцях, а навіть індички чи качки. Але ні курка, ні її курчата цього не розуміють. Їхня поведінка формується в умовах, що зазвичай превалюють у природі, а в природі чужинців не часто знайдеш у своєму гнізді.

Проте такі помилки можуть траплятися в природі. У видів, що живуть стадами чи зграями, осиротілий молодняк може всиновити чужа самиця, яка, скоріш за все, втратила своє власне дитинча. Дослідники, що спостерігають за мавпами, іноді називають таку прийомну матір «тіткою». Зазвичай немає жодних доказів, що вона справді є тіткою або хоч якоюсь родичкою: якби вони краще знали на генах, то не використовували б легковажно таке значуще слово. Тому ми маємо, мабуть, розцінювати всиновлення, яким би зворушливим воно не виглядало, як помилкову дію закладеного

правила. Бо ж, піклуючися про сиріт, великодушна самиця не приносить користі своїм власним генам. Вона лише марнує час і енергію, які могла би використати на власну родину, особливо своїх майбутніх дітей. Вочевидь, ця помилка трапляється вкрай рідко, щоби природний добір «потурбувався» змінити правило, зробивши материнський інстинкт більш вибірковим. Досить часто, до речі, такі всиновлення не відбуваються, і сирітку залишають помирати.

Існує настільки винятковий приклад поведінки, який ви залюбки трактуватимете не як помилковий, а як заперечення теорії егоїстичного гена. Йдеться про мавп, що втратили своїх дитинчат і викрадали малят в інших самиць, аби доглядати за ними. Така поведінка видається мені подвійно неправильною, оскільки прийомна мати не лише марнує власний час; вона також звільняє конкурентну самицю від тягара турботи про дитину, що надає тій можливість швидше народити іншу. Це надзвичайно важливий приклад, що заслуговує на доволі ретельне дослідження. Варто з'ясувати, як часто це трапляється; чи існує спорідненість між прийомною матір'ю та дитинчам; а також ставлення справжньої матері — зрештою, вона отримує вигоду, *якщо* її маля всиновлять. Тому чи не навмисно матері намагаються обдурити наївних молодих самиць, щоби ті всиновили їхніх дитинчат? (Існує припущення, що вигодою прийомних матерів і викрадачок чужих дітей є цінна практика догляду за дітьми.)

Штучно викликають неправильне застосування материнського інстинкту зозулі, а також інші так звані «гніздові паразити», що підкладають свої яйця в чужі гнізда. Зозулі паразитують на правилі, яке є важливою частиною батьківського інстинкту птахів: «Добре поведься з будь-яким пташеням, що сидить у твоєму гнізді». Якщо не розглядати зозуль, це правило зазвичай дає бажаний ефект поширення альтруїзму лише на безпосередніх родичів, бо

зазвичай гнізда розташовуються настільки далеко одне від одного, що пташенята у гнізді птаха майже напевно є його власними. Дорослі мартини сріблясті не розпізнають свої власні яйця і залюбки висиджують яйця інших мартинів та навіть грубі дерев'яні фальшивки, якщо підкласти їх замість справжніх. В природі розпізнавання яєць для мартинів не є важливим, бо яйця не відкочуються досить близько до гнізда сусіда, розташованого на відстані кількох метрів. Однак мартини розпізнають своїх власних пташенят: на відміну від яєць, ті ходять і можуть легко опинитись біля гнізда сусіднього дорослого птаха, дуже часто наражаючись на смертельну небезпеку, як ми бачили в 1-му розділі.

А от кайри розпізнають свої власні яйця за їхнім плямистим забарвленням і надають їм перевагу при висиджуванні. Причина, мабуть, полягає в тому, що вони гніздяться на плоских скелях, де є небезпека, що яйця відкотяться геть і переплутаються з чужими. Але чому, спитаєте ви, вони переймаються розпізнаванням та висиджуванням лише своїх власних яєць? Безумовно, якби всі прагнули висидіти чиєсь яйце, то не мало би жодного значення, чи йдеться про власні яйця чи чужі. Саме так вважають прихильники теорії групового добору. Лише уявіть собі, що сталося б, якби існувало таке групове висиджування дітей. В середньому, кайри відкладають одне яйце. Це означає, що тоді кожен дорослий птах висиджував би у середньому також одне яйце. Тепер уявімо, що хтось схитрував і відмовився це робити. Замість марнувати час на висиджування, цей птах може витратити його на відкладення більшої кількості яєць. Але привабливість цієї схеми полягає в тому, що інші, більш альтруїстичні, дорослі птахи висиділи би яйце за нього. Вони би продовжили точно дотримуватися правила: «Якщо ти бачиш біля свого гнізда прибудне яйце, висиджуй його». Так ген шахрайства поширився би в усій популяції, а дружнє висиджування припинилося б.

«Гаразд, — скажете ви, — а що як чесні птахи відповіли б на це відмовою стати жертвою шахражу та твердо вирішили висиджувати лише одне-єдине яйце? Це б зірвало наміри шахраїв, бо вони б побачили, що їхні власні яйця лежать на голій скелі, холодні, беззахисні й самотні. Це би швидко їх переконало». На жаль, так не буває. Ми знаємо, що нема можливості відрізнити своє яйце від чужого, тому якби чесні птахи застосували б таку схему для протидії шахрайству, їхні власні яйця виявилися би знехтуваними з тією самою імовірністю, що й яйця шахраїв. Так шахраї все одно отримали б перевагу, бо відклали би більше яєць, через що вижило би більше їхніх дітей. Єдиний спосіб, яким чесна кайра може подолати шахрайок, полягає в активному розпізнаванні яєць на користь власних. Тобто, припинити альтруїзм і почати просувати свої власні інтереси.

Використовуючи мову Мейнарда Сміта, «стратегія» альтруїстичного всиновлення не є еволюційно стабільною. Вона нестабільна в тому сенсі, що може бути перевершена конкурентною егоїстичною стратегією відкладання більшої за встановлену кількість яєць, а потім відмови їх висиджувати. Ця друга егоїстична стратегія так само нестабільна, бо нестабільною є альтруїстична стратегія, яку вона експлуатує, а тому швидко занепаде. Єдиною еволюційно стабільною стратегією для кайри є розпізнавання її власного яйця та висиджування саме його. Якраз так і відбувається.

Види співочих птахів, на яких паразитують зозулі, вирішили не вираховувати зозулячі яйця, а інстинктивно надавати перевагу яйцям з типовим для їхнього власного виду забарвленням. Оскільки їм не загрожує небезпека паразитування з боку представників свого власного виду, це ефективно*. Але зозулі, зі свого боку, не поступилися цим пташкам, надаючи своїм яйцям більш схожого вигляду до їхніх яєць кольором, розміром та забарвленням. Це зразок вдалої

технології. Результатом таких еволюційних зусиль стала надзвичайна майстерність мімікрії зозулячих яєць. Ми можемо припустити, що певна кількість зозулячих яєць і зозуленят «викривається», а ті, що цього уникають, якраз і відкладатимуть більш пристосовані до виживання яйця. Тому в генофонді зозулі поширюються гени більш ефективного шахрайства. Так само й птахи з досить гострим зором, аби виявити будь-яку найменшу ваду в мімікрії яєць зозулі, роблять найбільший внесок до власного генофонду, передаючи свій гострий зір і скептицизм наступному поколінню. Це чудовий приклад того, як природний добір може удосконалити активне розпізнавання інших видів, представники яких докладають зусиль, щоб їх обдурити.

А тепер порівняймо «розрахунки» твариною її спорідненості з іншими представниками своєї групи і відповідними розрахунками фахового польового натураліста. Брайан Бертрам витратив багато років, вивчаючи біологію левів у Національному парку Серенгеті. На підставі своїх знань про їхні репродуктивні звички, він оцінював типову спорідненість між окремими особинами в типовому лев'ячому прайді. Ось факти, які він використовував для своїх висновків. Типовий прайд складається з семи дорослих самиць, що є його постійними членами, а також двох дорослих самців, які не залишаються на одному місці надовго. Десять половиною самиць дає потомство одночасно і доглядають своїх малят разом, а тому визначити, кому належить дитинча, важко. У виводку зазвичай буває троє левенят. Батьківство виводків ділиться порівну між дорослими самцями прайду. Молоді самиці залишаються в прайді та змінюють старих, які помирають або йдуть геть. Молодих самців проганяють ще до досягнення ними зрілості. Підрастаючи, вони блукають невеличкими родинними зграями або парами, прибиваючись до певних прайдів, однак їхнє повернення до родини мало ймовірно.

Обміркувавши ці факти, стає зрозуміло, як розрахувати середню цифру спорідненості двох особин із типового лев'ячого прайду. Бертрам отримує показник 0,22 для пари випадково обраних самців та 0,15 для пари самиць. Тобто, самці у прайді є, в середньому, менш близькі родичі, ніж зведені брати, а самиці більш близькі, ніж двоюрідні сестри.

Звичайно, будь-яка конкретна пара особин могла бути рідними братами, але Бертрам не міг цього з'ясувати, і можна битися об заклад, що леви також цього не знали. З іншого боку, середні цифри розрахунків Бертрама в певному сенсі досяжні самим левам. Якщо ці цифри дійсно є показовими для типового лев'ячого прайду, тоді той ген, що схиляє самців поводитися стосовно інших самців, немов вони майже як зведені брати, мав би позитивну цінність для виживання. А ген, якому цього було б замало і він змусив би самців поводитися так, як це характерно для рідних братів, загалом був би покараний, як і ген недостатньої приязності, такої, як у троюрідних братів. Якщо факти лев'ячого життя саме такі, як запевняє Бертрам, та (що не менш важливо) вони такими лишалися протягом значної кількості поколінь, ми можемо очікувати, що природний добір сприятиме ступеню альтруїзму, що характерний середньому рівню спорідненості в типовому прайді. Саме це я й мав на увазі, коли казав, що оцінювання родинних зв'язків твариною та фаховим натуралістом можуть завершитися приблизно однаково*.

Отже, ми отримуємо підстави зробити висновок, що «справжня» спорідненість може бути менш важливою для еволюції альтруїзму, ніж найточніша *оцінка* спорідненості, яку може отримати тварина. Цей факт є, мабуть, ключем до розуміння, чому батьківська турбота в природі більш поширена і віддана, ніж братерський чи сестринський альтруїзм, а також те, чому тварини можуть цінувати самих

себе більше навіть за кількох братів. Тобто, крім коефіцієнта спорідненості ми маємо враховувати також щось наче коефіцієнт «впевненості». Хоча родинні відносини між батьками та дітьми не є генетично ближчими, ніж між братами чи сестрами, впевненість у них більша. Зазвичай можна бути значно більш упевненим у тому, де ваші діти, ніж де ваші брати. Але ви все одно можете бути більш впевненими щодо самих себе!

Ми вже розглянули приклад шахрайства у кайр і маємо ще намір поговорити про брехунів, шахраїв та експлуаторів у наступних розділах. У світі, де інші індивіди постійно прагнуть експлуатувати альтруїзм родинного добору і використати його заради власних намірів, машина для виживання має знати, кому варто довіряти і на кого можна по-справжньому покладатися. *Якщо В* — справді мій маленький брат, тоді я маю піклуватися про нього аж на половину так, як піклуюся про себе самого себе, і саме так, як піклуюся про власну дитину. Але чи можу я бути впевненим у ньому так само, як у своїй власній дитині? Як я знаю, що він — дійсно мій брат?

Якщо С — мій однояйцевий близнюк, тоді я маю піклуватися про нього вдвічі більше, ніж про будь-кого з моїх дітей. Тобто, я маю цінувати його життя не менше, ніж своє власне*. Але чи можу я бути в ньому впевненим? Звичайно, він схожий на мене, але, можливо, нам цілком випадково дісталися спільні гени рис обличчя. Ні, я не віддам за нього своє життя, бо, хоча *можливо*, що він має 100 % моїх генів, я точно *знаю*, що сам маю 100 % моїх генів, а тому я для себе дорожчий за нього. Я — єдиний індивід, що в ньому може бути впевнений будь-який із моїх егоїстичних генів. І хоча теоретично ген індивідуального егоїзму може бути витіснений конкурентним геном альтруїстичного порятунку принаймні одного однояйцевого близнюка, двох дітей чи

братів або чотирьох онуків тощо, ген індивідуального егоїзму має величезну перевагу *впевненості* в індивідуальній ідентичності. Конкурентний ген родинного альтруїзму створює ризик помилкової ідентичності, абсолютно випадкової або навмисно створеної шахраями та паразитами. Тому ми маємо очікувати індивідуального егоїзму в природі, до того ж у більшій мірі, ніж було би передбачено міркуваннями про саму лише генетичну спорідненість.

У багатьох видах мати має більшу впевненість у своєму потомстві, ніж батько. Саме мати відкладає видиме, реальне яйце або народжує дитину. Вона має чудову можливість напевно знати носіїв її власних генів. А от бідолашний батько значно вразливіший до обману. Тому слід очікувати, що батьки вкладатимуть у догляд за дітьми менше зусиль, ніж матері. Далі ми побачимо, що існують також інші причини на це (див. 9-й розділ). Так само й бабусі з боку матері можуть бути більш упевнені у тому, що це саме їхні онуки, ніж бабусі з боку батька, тому від них варто сподіватися більшого альтруїзму. Це тому, що вони можуть не мати сумнівів щодо дітей своєї доньки, а от їхньому синові могли наставити роги. Дідусі з боку матері впевнені у своїх онуках так, як і бабусі з боку батька, оскільки так само можуть розраховувати на одне покоління впевненості та одне покоління невпевненості. Так само й дядьки з боку матері мають бути більш зацікавленими в добробуті племінників та племінниць, ніж дядьки з боку батька, і, загалом, такими ж альтруїстичними, як тітки з боку батька. По суті, в суспільстві з високим рівнем подружньої невірності дядьки з боку матері мають бути більш альтруїстичними, ніж «батьки», оскільки вони мають більше підстав для впевненості у своїй спорідненості з дитиною. Вони знають, що мати дитини є, як мінімум, їхньою зведеною сестрою. «Законний» батько не знає нічого. Я не маю жодних доказів, але говорю

про це у надії, що інші їх мають або хоча б можуть почати пошуки. Зокрема, щось цікаве могли би розповісти соціальні антропологи*.

Повертаючись до того факту, що батьківський альтруїзм більш поширений, ніж братерський, здається розумним пояснити це з точки зору «проблеми ідентифікації». Але це не пояснює фундаментальну асиметрію у відносинах батьків та дітей як таку. Батьки піклуються про своїх дітей більше, ніж діти про батьків, хоча генетичні відносини є симетричними, а впевненість у спорідненості є однаково великою з обох боків. Одна з причин полягає в тому, що батьки перебувають у кращій практичній позиції для допомоги своїм нащадкам, будучи старшими та більше компетентними в життєвих справах. Навіть якби якась дитина й захотіла годувати своїх батьків, вона просто не здатна на це в практичному плані.

Є й інша асиметрія у відносинах батьків і дітей, якої немає між братами та сестрами. Діти завжди молодші за своїх батьків. А це часто (хоча й не завжди) означає, що вони мають довшу очікувану тривалість життя. Як я наголошував вище, очікувана тривалість життя є важливою складовою, що її в найдосконалішому з усіх світів має врахувати тварина, коли «вирішуватиме», чи поводитись їй альтруїстично. У виду, де діти мають довшу середню очікувану тривалість життя, ніж батьки, будь-який прояв дитячого альтруїзму виглядав би недоречним. Він би проектував альтруїстичну самопожертву на користь індивідів, ближчих до смерті, ніж сам альтруїст. А от батьківський ген альтруїзму з огляду на довшу очікувану тривалість життя дітей має суттєву перевагу.

Іноді лунають закиди, що опис родинного добору, певна річ, виглядає пречудово, а от реальних прикладів його успішної дії небагато. Такі закиди лунають лише від тих, хто не розуміє сенсу родинного добору. Насправді, будь-які

свідчення захисту дітей та батьківського піклування, а також усі пов'язані з ними органи тіла, молочні залози, сумки кенгуру тощо і є насамперед фактами дії принципу родинного добору в природі. Скептикам хоч і відомо, що прикладів батьківської турботи вдосталь, але вони не можуть збагнути, що вони так само засвідчують дію родинного добору, як і братерсько-сестринський альтруїзм. Вони хочуть пересвідчитися, що існують також інші приклади альтруїзму, крім батьківської турботи, і, таки правда, цих прикладів обмаль. Я вже пояснив, чому. Можна було би пошукати зразки братерсько-сестринського альтруїзму, бо їх насправді небагато. Та я не робитиму цього навмисно, щоби не звертати увагу на помилкову ідею (улюблену ідею Вілсона, як ми пересвідчилися), що родинний добір більше стосується *інших* відносин, ніж стосунків між батьками та дітьми.

Причина постання цієї помилки, переважно, історична. Еволюційна перевага батьківської турботи настільки очевидна, що те, що на неї звернув увагу Гамільтон, для нас було зайвим. Вона була зрозуміла ще за Дарвіна. Коли Гамільтон продемонстрував генетичну рівноцінність інших відносин, а також їхню еволюційну важливість, він, насамперед, зосередився на них. Зокрема, він навів приклади соціальних комах, таких як мурахи і бджоли, для яких особливо важливими є стосунки між сестрами, як ми переконаємося згодом. Мені навіть довелося почути, що теорія Гамільтона тому доречна лише для соціальних комах!

Якщо хтось не схоче визнавати, що батьківська турбота є свідченням дії родинного добору, хай спробує сформулювати загальну теорію природного добору, де до альтруїзму залучені батьки, але не інші родичі. Гадаю, що навряд чи щось із цього вийде.

7

ПЛАНУВАННЯ РОДИНИ

Неважко збагнути, чому дехто хотів би відокремити батьківську турботу від інших видів альтруїзму, яким сприяє родинний добір. Батьківська турбота схожа на невіддільну частину процесу розмноження, а от, наприклад, альтруїзм до племінника — вже ні. На мою думку, тут насправді захована важлива різниця, але можна помилитися щодо того, де саме. Але за умови розмежування, з одного боку, розмноження і батьківського піклування, а, з другого боку, інших різновидів альтруїзму. На мою думку, варто розрізнити *народження нових індивідів* та *турботу про тих, що вже існують*. Ці дві дії я називатиму дітонародженням та піклуванням про дітей. Будь-якій машині для виживання доводиться перейматися намірами досить різного спрямування: турботою і народженням. Я використовую слово «намір» у сенсі несвідомої стратегічної дії. Наміри про турботу мають такий вигляд: «Ось дитина; ступінь її спорідненості зі мною такий-то; шанси померти, якщо я її не годуватиму, такі-то; чи слід мені її годувати?» Намір про народження виглядає приблизно так: «Чи маю я вдаватися до певних зусиль, необхідних для народження нового індивіда; чи маю я розмножуватись?» Певним чином ці два різновиди намірів приречені конкурувати за час та інші ресурси індивіда. Також може постати вибір, чи піклуватися саме про цю дитину, а чи народити іншу.

Залежно від умов існування виду еволюційно стабільними можуть бути найрізноманітніші сполучення стратегій турботи та народження. Однак саме *чиста* стратегія турботи не може бути еволюційно стабільною. Якби всі індивіди присвятили себе піклуванню про наявних дітей так, що більше б не народжували нових, у популяції швидко переважили би мутантні індивіди, що спеціалізуються виключно на народжуванні. Турбота може бути еволюційно стабільною лише як частина змішаної стратегії — за умови народження.

Види, які ми найкраще знаємо — ссавці та птахи — зазвичай добре турбуються про своє потомство. Намір народити нову дитину передбачає подальшу турботу про неї. Саме тому, що народження дітей і піклування про них у житті поєднані між собою, їх плутають. Але з позиції егоїстичних генів, як ми вже переконалися, між піклуванням про маленького брата та піклуванням про маленького сина немає жодної принципової різниці. Обидва малюки є однаково близькими вашими родичами. Якби вам довелося обирати, кого годувати, нема жодних генетичних переваг для вибору вашого власного сина. Але, з іншого боку, ви ніяк не можете народити собі брата. Ви можете лише турбуватися про нього після того, як життя йому дасть хтось інший. У попередньому розділі ми розглядали, як має виглядати ідеальне ухвалення наміру індивідуальних машин для виживання альтруїстично поведеться стосовно інших індивідів, що вже існують. У цьому розділі ми розглянемо, як вони вирішують народити нових індивідів.

Саме навколо цього моменту переважно триває суперечка щодо «групового добору», про яку йшлося в 1-му розділі. Це сталося через те, що Вінн-Едвардс, який чи не найбільш відповідальний за просування ідеї групового добору, зробив це в контексті теорії «регулювання чисельності популяції»*. Він висунув припущення, що деякі тварини на-

вмисно й альтруїстично зменшують свою народжуваність на користь цілої групи.

Це дуже приваблива гіпотеза, бо до неї варто було б дослухатися деяким людям. Людство народжує забагато дітей. Чисельність популяції залежить від чотирьох чинників: народжуваності, смертності, імміграції та еміграції. Якщо йдеться про населення усього світу в цілому, імміграції та еміграції не відбувається, і нам залишаються народжуваність та смертність. Допоки середня кількість дітей, що доживають до репродуктивного віку, на одну пару дорослих становитиме більше двох, чисельність народжених дітей з роками дедалі зростатиме. В кожному поколінні населення, замість того, щоб збільшуватися на певну фіксовану кількість, зростає радше на фіксовану частку чисельності, якої воно вже досягло. Оскільки зростає сама ця частка, зростає й величина приросту. Якщо це триватиме безконтрольно, населення напрочуд швидко досягне астрономічних цифр.

До речі, навіть ті, хто цікавиться проблемою чисельності людства, іноді не усвідомлюють, що її зростання залежить від того, в якому віці й скільки люди народжують дітей. Оскільки чисельність населення має тенденцію зростати на певну частку *кожного покоління*, отже, якщо збільшити проміжок між поколіннями, вона зростатиме з меншою швидкістю на рік. Банери з написом «Зупинися на двох» цілком можна замінити на «Почни у тридцять»! Але за будь-яких обставин прискорені темпи зростання заведуть людство у серйозну халепу.

Нам усім, мабуть, потрапляли на очі приголомшливі цифри, якими можна ілюструвати ці перспективи. Наприклад, населення Латинської Америки в наш час складає приблизно 300 мільйонів людей, і вже зараз багато хто з них недоїдає. За умови, що людство зростатиме з нинішньою швидкістю, йому знадобиться менше 500 років, аби, стоячи

пліч-о-пліч, утворити суцільний людський килим на всьому континенті. Саме так це виглядатиме, навіть якщо люди дуже схуднуть, і така ситуація цілком можлива. Через 1000 років їм доведеться стояти один в одного на плечах більше, ніж у мільйон «поверхів». Коли ж мине 2000 років, гора людей, що розростатиметься зі швидкістю світла, цілком зможе досягти краю відомого нам Всесвіту.

Хоча це лише гіпотетичні розрахунки, від цього не легшає! Щоби такого не сталося, потрібні дуже вагомні практичні причини. Ось назви деяких із них: голод, епідемії, а також війни; *або*, якщо нам пощастить, контроль народжуваності. І не треба апелювати до сільськогосподарських досягнень — так званих «зелених революцій» тощо. Збільшення виробництва їжі здатне тимчасово полегшити проблему, але математично доведено, що воно не стане далекосяжним її вирішенням так само, як успіхи медицини, що спровокували кризу. Проблема лише погіршиться, збільшивши швидкість зростання чисельності населення. Тому вималюється логічна перспектива масової еміграції в космос на ракетах, що стартуватимуть із Землі по кілька мільйонів в секунду, інакше неконтрольована народжуваність неминуче призведе до жахливого зростання смертності. Важко повірити, що цю просту істину досі не збагнули певні лідери, які забороняють своїм прихильникам користуватись ефективними засобами контрацепції. Вони висловлюються на користь «природних» методів обмеження чисельності населення, і саме такий природний метод вони матимуть. Він називається голодна смерть.

Певна річ, неспокій, що породжують такі далекосяжні розрахунки, живиться тривогою про майбутній добробут нашого виду загалом. Люди (деякі з них) здатні свідомо передбачити катастрофічні наслідки перенаселення. Основним припущенням цієї книги є те, що машинами для ви-

живання загалом керують егоїстичні гени, від яких навряд чи варто сподіватися бажання зазирнути в майбутнє і, тим паче, хвилювань через добробут усього виду. Саме тут позиція Вінн-Едвардса різниться від пропозицій ортодоксальних прихильників еволюційної теорії. Він вважає, що існує спосіб, завдяки якому може виникнути насправду альтруїстичний контроль народжуваності.

Однак ані Вінн-Едвардс, ані Ардрі, що популяризує його погляди в своїх працях, не наголошують на існуванні великої кількості безсумнівних узгоджених фактів. Зокрема, очевидним є те, що чисельність популяції диких тварин не росте з астрономічною швидкістю, на яку вона теоретично здатна. Іноді чисельність популяції диких тварин залишається доволі стабільною, коли рівень народжуваності та смертності майже не випереджають один одного. Досить часто, як це відбувається у лемінгів, чисельність популяції надзвичайно нестабільна, чергуючи різкі вибухи зростання із згасанням та ледь не вимиранням. Іноді воно таки стається, принаймні, у популяції в обмеженій місцевості. Іноді, як це відбулося з канадською риссю (висновки ґрунтуються на кількості шкур, проданих «Гудзонс Бей Компані» протягом декількох років), спостерігаються ритмічні коливання чисельності популяції. Єдине, чого уникає популяція тварин, це не зростає нескінченно.

Дикі тварини майже ніколи не помирають від старості: голод, хвороби або хижаки чатують на них. (Нещодавно це стосувалося людей також.) Більшість тварин гинуть ще в дитинстві, до того ж багато хто навіть не вилуплюється з яйця. Голод з іншими факторами загибелі стримують нескінченне зростання популяції. Але так само, як це сталося з нашим власним видом, може трапитися з рештою. Якби тільки тварини почали регулювати свою *народжуваність*, голодна смерть стала би непотрібною. Теза Вінн-Едвардса полягає

в тому, що саме це вони роблять. Але навіть це ще не найбільш суперечливий момент у його книзі. Прихильники теорії егоїстичного гена легко погодяться, що тварини *насправді* регулюють свою народжуваність. Будь-який конкретний вид схильний мати фіксовану кількість виводка або кладки: жодна тварина не має безмежну кількість дітей. Основні суперечки пов'язані не з тим, *чи* регулюється народжуваність, а з тим, *чому* вона регулюється: завдяки якому процесу природного добору виникло планування родини? Кількома словами, варто з'ясувати, чи у тварин контроль народжуваності альтруїстичний (тобто практикується задля користі групи загалом), чи егоїстичний (задля користі індивіда під час розмноження). Розглянемо ці дві теорії по черзі.

Вінн-Едвардс припустив, що індивіди мають менше дітей, ніж можуть, заради вигоди цілої групи. Він визнав, що звичайний природний добір ніяк не може викликати еволюцію такого альтруїзму: природний добір нижчих за середні рівнів розмноження, на перший погляд, приховує у собі внутрішнє протиріччя. Тому він задіяв груповий добір, про що йшлося в 1-му розділі. За його словами, групи, члени яких обмежують свою власну народжуваність, менш вірогідно, що вимруть, ніж конкурентні групи, де члени розмножуються так швидко, що ставлять під загрозу забезпечення групи їжею. Тому світ заселяють групи з обмеженим розмноженням. Вінн-Едвардс вважає, що загальне розуміння такого індивідуального обмеження виглядає як контроль народжуваності, але на цьому не спиняється, по суті, виводячи грандіозну концепцію, в якій усе суспільне життя розглядається як механізм регулювання чисельності популяції. Наприклад, двома головними ознаками суспільного життя у багатьох видів тварин є *територіальність* та *ієрархія домінування*, про які вже йшлося в 5-му розділі.

Багато тварин присвячують чимало часу й енергії, неприховано захищаючи ділянку землі, яку біологи називають територією. Це явище надзвичайно поширене в царстві тварин, причому не лише у птахів, ссавців і риб, але й у комах та навіть актиній. Територією може бути велика ділянка лісу, яка є головним місцем харчування пари, що розмножується, як це бачимо у вільшанок. Або (наприклад, у сріблястих мартинів) це може бути невеличка ділянка, де нема жодної їжі, але посеред неї розташоване гніздо. Вінн-Едвардс переконаний, що тварини, які борються за територію, прагнуть радше *символічної* винагороди, а не реальної, такої як додаткова їжа. Досить часто самиці відмовляються спаровуватися із самцями, що не мають власної території. Зрештою, часто трапляється так, що самиця, якщо її партнер зазнав поразки, а його територія була завойована, одразу ж сама переходить до переможця. Навіть у, здавалося б, вірних моногамних видів самиця може бути більше віддана території самця, ніж йому особисто.

Якщо популяція стане надто великою, деякі індивіди не матимуть своєї території, а тому не розмножаться. Отже, захоплення території, на думку Вінн-Едвардса, є наче вирашним квитком або ліцензією на розмноження. Через те, що кількість доступних територій обмежена, обмеженою є й кількість ліцензій на розмноження, що видаються. Індивіди можуть змагатися з тими, хто отримує ці ліцензії, але загальна кількість дітей, яких може мати популяція, прив'язана до кількості доступних територій. Іноді, наприклад, коли йдеться про шотландську куріпку, індивіди дійсно, на перший погляд, демонструють обмеження, бо ті, що не можуть захопити собі територію, не лише не розмножуються, а й припиняють подальшу боротьбу за неї. Складається враження, що вони всі виконують правило: якщо до кінця сезону змагань ти не здобув собі «офіційного

дозволу» на розмноження, тоді добровільно утримуєшся від нього і не заважаєш щасливчикам протягом усього сезону спокійно зосередитися на продовженні виду.

Ієрархію домінування Вінн-Едвардс трактує подібним чином. У багатьох груп тварин, насамперед у неволі, але іноді це відбувається і в дикій природі, індивіди вчать розпізнавати одні одних за силою: кого вони можуть перемогти у бійці, а хто легко переможе їх самих. У 5-му розділі вже йшлося про те, що зазвичай без бою здаються тим, хто, як вони «знають», скоріш за все їх однак переможе. Тому натураліст може говорити про ієрархію домінування або «черговість дзьобання» (названу так, бо вперше вона була описана для курей) — тобто, ранговість товариства, де всі знають своє місце і не беруться за чужу справу. Звичайно, трапляються справжні запеклі сутички і зазіхання на місце свого колишнього боса. Але, про що йшлося у 5-му розділі, загальний ефект автоматичного відступу індивідів нижчого рангу є таким, що насправді тривалих сутичок стається мало і серйозні поранення трапляються рідко.

Багато хто вважає, що це добре, виходячи з якихось не зовсім зрозумілих міркувань групового добору. Вінн-Едвардс пропонує ще сміливішу інтерпретацію. В індивідів, що посідають вищий ранг, більш напевно відбудеться розмноження, ніж у тих, хто нижчий за рангом, або через те, що їм надають перевагу самиці, або тому, що вони стають на заваді слабшим самцям отримати увагу самиць. Вінн-Едвардс вважає високий суспільний статус додатковим дозволом на розмноження. Боротьба починається не за самиць безпосередньо, а індивіди спершу змагаються за соціальний статус, що надаватиме їм право на розмноження. Вони утримуються від прямого суперництва за самиць, хоча іноді зазіхатимуть на вищий статус, тому можна сказати, що конкуренція за самиць *опосередкована*. Але, як у разі бо-

ротьби за територію, наслідком «добровільного визнання» умови, що розмножуватися мають лише самці з високим статусом, згідно із Вінн-Едвардсом, є не надто швидко зростання популяції. Аби уникнути гіркого усвідомлення, що кількість дітей виявилася надмірною, популяції використовують формальне суперництво за статус та територію як засоби обмеження чисельності трохи нижче за рівень, де голод вимагатиме свою обов'язкову частку.

Мабуть, чи не найбільш вражаючою з ідей Вінн-Едвардса є концепція *епідейктичної* поведінки, що її він вивів повністю сам. Багато тварин проводять чимало часу у великих зграях, стадах або косяках. Було запропоновано різноманітні більш чи менш розумні причини, чому природний добір сприяє таким об'єднанням, і про деякі з них я розповім у 10-му розділі. Ідея ж Вінн-Едвардса полягає зовсім в іншому. Він припускає, що, коли надвечір шпаки збиваються у величезні зграї або хмари мошок танцюють над ворітьми, вони роблять «перепис» своєї популяції. Оскільки він припускає, що індивіди обмежують свою народжуваність в інтересах групи загалом та народжують менше дітей, коли підвищується щільність популяції, цілком можливо, що вони мають певний спосіб обчислити цю щільність. Це наче термостатові потрібен термометр як невід'ємна частина його механізму. В розумінні Вінн-Едвардса епідейктична поведінка є навмисним об'єднанням у зграї для полегшення підрахунку чисельності популяції. Він має на увазі не буквальне обчислення популяції, а автоматичний нервовий чи гормональний механізм, що пов'язує чутливе сприйняття індивідами щільності їхньої популяції з їхніми репродуктивними системами.

Я спробував віддати теорії Вінн-Едвардса належне, хоча й дещо скупо. Якби мені це вдалося, я б переконав, що вона доволі імовірна. Однак, попередні розділи цієї книги мали

би налаштувати вас достатньо скептично, щоби вирішити, що цій теорії бракує доказів. І докази її, на жаль, вагомими не назвеш. Вони складаються з великої кількості прикладів, що їх можна трактувати не лише згідно із запропонованою версією, але й відповідно до більш ортодоксальної теорії «егоїстичного гена».

Хоча він ніколи не використав би цю назву, головним розробником теорії егоїстичного гена щодо планування родини був видатний еколог Девід Лек. Він приділяв пильну увагу розміру кладки диких птахів, але його теорії та висновки зручні ще й тим, що можуть застосовуватися доволі широко. Кожен вид птахів зазвичай має типову кількість кладки. Наприклад, баклани та кайри висиджують лише одне яйце за раз, стрижі — три, великі синиці — з півдюжини й більше. Трапляються також і варіації: деякі стрижі відкладають лише два яйця за раз, а великі синиці можуть відкласти аж дванадцять. Логічно припустити, що кількість яєць, що їх знесла і висиджує самиця, хоча б частково контролюється на генетичному рівні, як і будь-яка інша особливість. Тобто, може існувати ген відкладання двох яєць, конкурентний алель відкладання трьох, інший алель відкладання чотирьох тощо, хоча насправді мало ймовірно, щоби все виглядало так просто. Теорія егоїстичного гена спонукає нас порушити питання, який із цих генів стане більш чисельним у генофонді. На перший погляд, ген відкладання чотирьох яєць неминуче матиме перевагу над генами відкладання трьох чи двох. Але, трохи поміркувавши, цей простий аргумент «більше означає краще» навряд чи видаватиметься правильним. Впливає висновок, що п'ять яєць має бути краще за чотири, десять — краще за п'ять, сто — ще краще, а нескінченна кількість — щонайкраща. І так до абсурду. Зрозуміло, що відкладання великої кількості яєць не лише дає користь, але й вимагає *витрат*.

Збільшення народжуваності неминуче призведе до менш ефективної турботи про потомство. Основна думка Лека полягає в тому, що для певного виду в його природному середовищі повинна існувати оптимальна кількість кладки. Однак разом із Вінн-Едвардсом вони мають різні відповіді на запитання: «Оптимальна з якого погляду?». Вінн-Едвардс сказав би, що оптимум, якого мають прагнути всі індивіди, це оптимум для групи загалом. Натомість Лек би сказав, що кожен егоїстичний індивід обирає для себе такий розмір кладки, яка максимізує кількість вирощених дітей. Якщо для стрижів оптимальною кількістю є три яйця, на думку Лека, це означає, що той, хто намагається виростити чотирьох пташенят, мабуть, зможе вигодувати меншу кількість дітей, аніж його більш обачний конкурент, що обмежився трьома. Бо чотирьом пташенят, вочевидь, бракуватиме їжі, тому рідко хто з них досягнув зрілого віку. Це стосувалося би первинного розподілу жовтка між чотирма яйцями і розподілу їжі між пташенятами, що вилупилися. За Лekom, виглядає так, що індивіди регулюють кількість яєць у своєму гнізді суто з альтруїстичних причин. Вони не вдаються до контролю народжуваності, щоби уникнути надмірної експлуатації ресурсів групи. Він їм потрібен для того, щоби максимізувати виживання тих пташенят, яких вони мають. А ця мета, погодьтеся, протилежна тій, що її ми зазвичай пов'язуємо з контролем народжуваності.

Вирощування пташенят — справа витратна. Мати повинна вкласти у виробництво яєць велику кількість їжі та енергії. За допомогою свого партнера або без нього вона докладає значних зусиль для лаштування гнізда, яке б надійно утримувало її яйця та захищало від небезпек. Батьки тижнями терпляче висиджують пташенят. Потім, коли вони вилупляться, батьки втомлюються ледь не до смерті, постачаючи їм майже без упину та відпочинку їжу. Вже йшлося про

те, що великі синиці в середньому приносять пташеняттям їжу кожні 30 секунд світлого часу доби. Ссавці, тобто і ми також, роблять це дещо інакше, але, загалом, розмноження для них так само витратна справа, надто для матері. Очевидно, якщо батьки намагатимуться розподілити свої обмежені ресурси їжі та зусиль серед надто великої кількості дітей, то поставлять на ноги менше, ніж якби ставили перед собою скромніші плани. Тому варто дотримуватися балансу між народженням та піклуванням. Адже кількість дітей, яку може виростити самиця чи пара, обмежується загальною кількістю їжі та інших ресурсів у її розпорядженні. Згідно з теорією Лека, природний добір коригує вихідний розмір кладки (виводка тощо), аби використати ці обмежені ресурси по максимуму.

Індивіди, що мають надто багато дітей, будуть покарані не вимиранням цілої популяції, а тим, що не всі їхні діти виживуть. Гени, що відповідальні за народження надто великої кількості дітей, рідко передаються наступним поколінням, бо мало хто з дітей, які мають ці гени, доживає зрілого віку. Але сталося так, що родину сучасної цивілізованої людини вже не обмежують вичерпні ресурси, якими забезпечують батьки. Якщо подружжя має більше дітей, ніж вони спроможні прогодувати, життям і здоров'ям цих дітей опікуватиметься держава, тобто решта популяції. Отже, ніщо не заважає парі без жодних матеріальних ресурсів народжувати та виховувати саме стільки дітей, скільки жінка здатна виносити фізично. Однак держава, що дбає про загальний добробут — річ загалом неприродна. В природі батьки, що мають більше дітей, аніж їх здатні прогодувати, потім не матимуть багато онуків, а їхні гени не передаватимуться майбутнім поколінням. Нема жодної потреби в альтруїстичному обмеженні рівня народжуваності, бо в природі не існує держави, що дбає про загальний

добробут. Будь-який ген, що виходить за зазначені межі, одразу отримує покарання: діти з таким геном помирають від голоду. Оскільки ми, люди, уникаємо вертатися до старих егоїстичних способів регуляції, коли дітям з надто чисельних родин не перешкоджали помирати від голоду, родину як одиницю економічної самодостатності довелося скасувати і замінити державою. При цьому від привілею гарантованої підтримки дітей відмовлятися не слід.

Іноді контрацепцію критикують як щось «неприродне». І, справді, вона таки неприродна. Біда в тому, що такою самою є й держава загального добробуту. Гадаю, більшість із нас вважає її неймовірно бажаною. Але не можна мати неприродну державу загального добробуту без неприродного контролю народжуваності, бо тоді виникнуть більші проблеми, ніж вони існують у природі. Держава, що дбає про загальний добробут, мабуть, чи не найдосконаліша альтруїстична система, яку колись знало царство Тварин. Але будь-яка альтруїстична система має спадкову (засадничу) нестабільність, бо відкрита до зловживань з боку егоїстичних індивідів, що прагнуть її експлуатувати. Ті, хто має більше дітей, ніж здатен вигодувати, мабуть, часто поводяться не надто розумно, щоби закидати їм свідоме прагнення до лихих намірів. Натомість деякі впливові інститути та лідери, які навмисно заохочують їх до цього, викликають у мене більші підозри.

Що стосується диких тварин, то аргумент Лека про величину кладки можна поширити на всі інші приклади, які використовує Вінн-Едвардс: територіальну поведінку, ієрархію домінування тощо. Ось, для прикладу, шотландська куріпка, яку він досліджував зі своїми колегами. Ці птахи харчуються вересом, для чого ділять між собою болота на території, що даватимуть значно більше їжі, ніж потрібно. На початку сезону розмноження відбуваються змагання за

власну територію, де ті, хто програв, визнають свою поразку і припиняють боротьбу. Вони стають вигнанцями і до кінця сезону, здебільшого, помирають від голоду. Розмножуються лише ті, хто захопив собі територію. Але ж і вигнанці фізично здатні розмножуватися. Бо, коли власника території раптом підстрелять, його місце одразу посідає хтось із колишніх вигнанців і спокійно розмножується. Вінн-Едвардс пояснює цю екстремальну територіальну поведінку тим, що, як ми вже пересвідчилися, вигнанці «визнають» свій програв у боротьбі за ліцензію на розмноження і навіть не намагаються тоді розмножуватися.

З позиції егоїстичного гена цей приклад, на перший погляд, виглядає невдалим поясненням. Чому вигнанці не намагаються потіснити суперника, доки не впадуть від знемоги? Бо ж їм нема що втрачати. Та стривайте, можливо, таки є. Вже йшлося про те, що після раптової загибелі більш щасливого суперника вигнанець має шанс посісти його місце, а отже, отримує шанс на розмноження. Якщо шанси вигнанця отримати територію в такий спосіб є більшими за перемогу у двобої, тоді йому, як егоїстичному індивідові, вигідніше дочекатися смерті суперника, ніж нерозважливо витратити свої не надто великі ресурси енергії у марній боротьбі. На думку Вінн-Едвардса, роль вигнанців у добробуті групи полягає в тому, щоб чекати за лаштунками і бути готовими замінити загиблого власника території на головній сцені групового розмноження. Тепер нам виглядає зрозуміло, що для суто егоїстичних індивідів це чи не найкраща стратегія. У 4-му розділі вже йшлося про те, що тварин цілком можна вважати азартними гравцями. А для гравця найрозумніше іноді вичікувати, ніж вперто намагатися проломити головою перешкоду.

Так само доволі легко теорія егоїстичного гена може пояснити й інші зразки поведінки, де тварини пасивно «визнають» свій нерепродуктивний статус. Загалом пояснення ви-

глядатиме завжди однаково: найкращим для індивіда буде вичекати в надії на кращі шанси у майбутньому. Морський слон, що визнає перемогу власника гарему, робить так не для користі всієї групи. Він чекає слушного часу, вичікуючи нагоди. Навіть якщо ця нагода ніколи не трапиться і він залишиться без нащадків, ця гра може дати користь, хоча, озираячись назад, ми й бачимо, що вже не йому. Коли лемінги мільйонами вирушають від центру популяційного вибуху, вони роблять це аж ніяк не з метою зменшити щільність популяції на ділянці, що її полишають! Всі вони є егоїстичними індивідами, тому шукають для себе не таке густонаселене місце для існування. Те, що хтось може на нього не натрапити, ми побачимо згодом. Однак залишитися і не спробувати шукати є значно гіршою стратегією.

Існує чимало свідчень, що перенаселення іноді знижує народжуваність. Цей факт навіть використовується на користь теорії Вінн-Едвардса. Насправді ж це не так. Ці дані не суперечать його теорії так само, як і теорії егоїстичного гена. Наприклад, в певному експерименті миші перебували в загородці просто неба, маючи великі запаси їжі й вільно розмножувалися. Чисельність популяції зростала до певної межі, а потім вирівнювалася. Виявилося, що меншу кількість народжуваних мишенят призвело те, що самиці в умовах перенаселення ставали менш здатними до розмноження. Цей ефект доволі відомий. Його безпосередньою причиною зазвичай вважають «стрес», хоча ця назва сама нічого не здатна пояснити. Та будь-коли, про яку б безпосередню причину не йшлося, ми однак маємо шукати первинне, еволюційне пояснення. Чому природний добір сприяє самицям, що знижують свою репродуктивність, коли їхня популяція стає надміру чисельною?

Відповідь Вінн-Едвардса є однозначною. Груповий добір сприяє групам, де самиці зважають на чисельність популяції

та коригують свою репродуктивну функцію так, аби надмірно не експлуатувати харчові ресурси. Саме в цьому експерименті їжі ніколи не бракувало, але навряд чи можна сподіватися, що миші це розуміють. Вони запрограмовані для життя в дикій природі, а в цих умовах перенаселення є надійним індикатором майбутнього голоду.

Про що свідчить теорія егоїстичного гена? Майже про те саме, але з однією важливою відмінністю. Ви маєте пам'ятати, що, на думку Лека, тварини зазвичай матимуть оптимальну кількість дитинчат через власну егоїстичну позицію. Якщо вони *народять* замало або забагато, то й *виростять* менше, ніж коли б обрали точно визначену правильну кількість. До того ж «точно визначена правильна кількість» має означати меншу того року, коли популяція надмірна, ніж у рік, коли її щільність незначна. Ми погодилися, що перенаселення здатне спричинити голод. Вочевидь, якщо самиці навести надійні ознаки майбутнього голоду, в її егоїстичних інтересах буде стриматися від народжування. Конкурентам, що не реагують на попередження, вдасться вигодувати меншу кількість дитинчат, навіть якщо фактично народять їх більше. Тому ми пристаємо на той самий висновок, що й Вінн-Едвардс, але унаслідок дещо інших еволюційних міркувань.

Теорія егоїстичного гена не має проблем навіть з «епідейктичними проявами». Ви маєте пам'ятати гіпотезу Вінн-Едвардса про те, що тварини навмисно збираються разом у великі зграї з метою полегшити проведення «перепису» усіх індивідів та відповідного регулювання їхньої народжуваності. Не існує жодних прямих доказів того, що будь-які скупчення є саме епідейктичними, але лише уявімо, що такі докази існують. Чи була б теорія егоїстичного гена поставлена в глухий кут? Аж ніяк.

Шпаки збираються разом у величезній кількості. Уявімо собі, що було доведено не лише, що перенаселення взимку

погіршить їхню здатність до розмноження наступної весни, але й також, що на це безпосередньою вплинуло вислуховування птахами своїх власних сигналів. Наприклад, експериментально доведено, що ті, кому вмикали магнітофонний запис звуків щільного і дуже голосного скупчення шпаків, відклали менше яєць, ніж індивіди, яким вмикали звуки тихішого й менш щільного скупчення. Отже, це би засвідчило, що сигнали шпаків є епідейктичним проявом. Теорія егоїстичного гена пояснила б це так само, як і приклад з мишами.

І знову ми починаємо з припущення, що гени більшої родини, ніж індивід здатен прогнозувати, автоматично будуть покарані та стануть у генофонді менш чисельними. Для самиці, що хоче ефективно знести яйця, важливо як егоїстичному індивідові передбачити їх оптимальну кількість у прийдешньому сезоні розмноження. Ви маєте пам'ятати той особливий сенс слова «передбачення», про який ми говорили у 4-му розділі. Як птахові передбачити оптимальний для нього розмір кладки? Які чинники мають вплинути на правильний розрахунок? Можливо, багато видів роблять фіксовані передбачення, що не змінюються з року в рік. Так, для баклана оптимальна кладка в середньому — це одне яйце. В особливо щедри на рибу роки їх кількість для певної особини може тимчасово зрости до двох яєць. Якщо баклани не мають жодного певного способу заздалегідь дізнатися, чи буде щедрим поточний рік, то самиці навряд чи ризикуватимуть марнувати свої ресурси на два яйця, бо це погано вплине на їхні репродуктивні можливості у звичайному році.

Однак існують інші види, такі як шпаки, які загалом мають можливість передбачити взимку, чи принесе наступна весна добрий врожай певних харчових ресурсів. Селяни знають багато спостережень, які засвідчують, що такі прикмети, як багато ягід на гостролисті, можуть бути добрими індикаторами погоди прийдешньої весни. Чи варто вірити

бабусиним прикметам, важко сказати напевно, але цілком можливо, що вони допомагають передбачити майбутні природні обставини, і добра провісниця теоретично може коригувати величину своєї кладки з року в рік на власну користь. Ягоди гостролиста можна вважати надійними індикаторами або не вважати, але, як і з мишами, вірогідним індикатором є щільність популяції. Шпачиха, загалом, здатна розуміти, що наступною весною, коли вона почне годувати своїх пташенят, то змагатиметься за їжу з конкурентами свого власного виду. Якби вона могла якось оцінити його щільність ще взимку, то могла б ефективно передбачити, наскільки складно буде їй прогодувати своїх малят наступної весни. Якби вона виявила, що взимку щільність популяції надто висока, розважливою стратегією, з її власної егоїстичної позиції, був би намір знести відносно малу кількість яєць: тобто, її оцінка оптимальної кількості власної кладки була б зменшена.

Проте, коли індивіди починають зменшувати кількість своєї кладки, з'ясувавши щільність популяції, кожному егоїстичному індивідові одразу стає вигідно переконати конкурентів, що популяція є великою, навіть якщо це не так. Якщо шпаки оцінюють величину популяції за гучністю шуму в місці зимівлі, кожному індивідові вигідно кричати якомога голосніше, наче це два шпаки, а не один. Ця ідея про намагання тварин створити враження більшої кількості, ніж насправді є, була запропонована в іншому контексті Дж. Р. Кребсом і називається *ефектом Красунчика Жеста* — за назвою роману, де подібну тактику використовував підрозділ французького Іноземного легіону. А що стосується нашого прикладу, ідея полягає в тому, аби спробувати спонукати сусідніх шпаків зменшити кількість їхньої кладки до рівня, нижчого за дійсно оптимальний. Якби ви були шпаком і вам вдалося б цього досягти, це стало б вашою егоїстичною перевагою, оскільки ви зменшили кількість індивідів, що не не-

суть ваші гени. Тому я схильюся до думки, що ідея епідейтичних проявів Вінн-Едвардса насправді є слушною: він може мати рацію із самого початку, хоча й з неправильних міркувань. У більш загальному сенсі, гіпотеза, на кшталт запропонованої Леком, є достатньо обґрунтованою, щоби пояснити термінами егоїстичного гена всі докази, що можуть бути сприйняті за підтримку теорії групового добору, якщо ті раптом з'являться.

Наш висновок наприкінці цього розділу полягає в тому, що певні батьки вдаються до планування родини, але радше як оптимізації своєї репродуктивності, ніж її обмежування заради спільної користі. Вони намагаються максимізувати виживання тієї кількості дітей, яку мають, а це означає мати не надто багато чи надто мало дітей. Гени, що змушують індивіда мати надмір дітей, зазвичай не затримуються в генофонді, бо діти з такими генами рідко досягають дорослого віку.

Що ж, годі розмірковувати про розмір родини. Час розглянути конфлікт інтересів всередині неї. Чи завжди матері вигідно поводитися з усіма своїми дітьми однаково, чи може вона мати улюбленців? Родина має функціонувати як спільнота, чи нам слід очікувати егоїзму та обману навіть у її межах? Чи всі члени родини діятимуть задля досягнення того самого оптимуму, чи вони «не погоджуватимуться» із розумінням, що є цим оптимумом? На ці запитання ми спробуємо відповісти у наступному розділі. А от суміжне — чи можливий конфлікт інтересів між самцем та самицею — ми розглянемо у 9-му розділі.

8

БОРОТЬБА ПОКОЛІНЬ

Почнімо розглядати перше запитання з низки перелічених наприкінці попереднього розділу. У матері можуть бути улюбленці, чи вона має бути альтруїстичною однаково до всіх своїх дітей? Ризикуючи здатися нудним, я, однак, мушу вдатися до мого звичайного попередження. Слово «улюбленець» не має жодних суб'єктивних конотацій, а слово «можуть» — жодних моральних. Я сприймаю матір лише як машину, запрограмовану на певну мету — робити все, на що здатна, для поширення копій генів, які перебувають у ній. Оскільки ми з вами знаємо, що таке свідомі наміри, мені зручно використовувати мету як метафору, пояснюючи поведінку машин для виживання.

Як би виглядало на практиці, що у матері є улюблена дитина? Це означатиме, що вона розподіляє ресурси між дітьми неоднаково. Перелік досяжних ресурсів для матері досить великий. Це їжа, разом із зусиллями, що витрачаються на її пошуки, оскільки вони також чогось вартують. Ще одним ресурсом, що його мати може «витратити» або відмовитися це робити, є ризик, коли йдеться про захист потомства від хижаків. Цінними ресурсами, що їх мати може розподіляти між дітьми однаково чи ні (на свій «розсуд»), є також енергія та час, витрачені на утримання гнізда чи домівки, захист від стихії, а також, у деяких видів, час на навчання дітей.

Важко уявити собі якусь спільний еквівалент для вимірювання всіх ресурсів, які батьки здатні вкладати у своїх дітей. Так само, як людські суспільства використовують гроші як вільно конвертовану одиницю, яку можна перетворити на їжу, землю чи робочий час, так і нам потрібен еквівалент для вимірювання ресурсів, що їх певна машина для виживання може вкладати в життя іншого індивіда, зокрема, життя дитини. Вимірювати їх енергією, наприклад, калоріями, вельми спокусливо, і деякі екологи наполегливо працюють над розрахунком витрат енергії у природі. Але це не цілком на рівні вимог, бо енергія лише приблизно конвертується у той еквівалент, що дійсно має значення, — «золотий стандарт» еволюції, виживання генів. У 1972 році Р. Л. Тріверс чудово розв'язав цю проблему своєю концепцією *батьківського внеску* (хоча, читаючи між рядків, розумієш, що сер Рональд Фішер, найвидатніший біолог ХХ століття, мав на увазі чи не те саме ще в 1930-му, коли говорив про «батьківські витрати»)*.

Батьківський внесок (БВ) визначається як «будь-який внесок батьків у певного нащадка, що збільшує його шанси на виживання (тобто, й на репродуктивний успіх) за рахунок можливого внеску батьків в іншого нащадка». Бездоганне пояснення батьківського внеску у викладі Тріверса полягає в тому, що він вимірюється в одиницях, дуже близьких до тих, що справді мають значення. Коли дитина використовує певну кількість молока своєї матері, спожите молоко вимірюється не в літрах і не в калоріях, а в збиткових одиницях для інших дітей тієї самої матері. Наприклад, якщо вона має двох дітей, X та Y , і X випиває півлітра молока, основна частина БВ, яку складають ці півлітра, вимірюється в одиницях підвищеної імовірності того, що Y помре, бо він їх не випив. БВ вимірюється в одиницях зменшення очікуваної тривалості життя інших дітей, народжених або ще не народжених.

Батьківський внесок є не зовсім ідеальним критерієм, бо він надто наполягає на важливості батьків щодо інших кривих родичів. Краще використовувати узагальнений критерій *внеску альтруїзму*. Можна сказати, що індивід A робить внесок в індивіда B , коли A підвищує шанси B на виживання за рахунок можливого внеску A в інших індивідів, а також його самого, і всі витрати вимірюються залежно від відповідного коефіцієнта спорідненості. Таким чином, внесок батьків у певну дитину в ідеалі має вимірюватися з огляду на завданий збиток очікуваній тривалості життя не лише інших дітей, але й племінників, племінниць, самих батьків тощо. Проте, загалом, це лише зачіпка, і критерій Тріверса цілком вартий застосування на практиці.

Будь-який конкретний дорослий індивід протягом усього свого життя має певну загальну величину BV , що має вкладатися в дітей (а також інших родичів та самих батьків, але, спрощуючи, ми говоримо лише про дітей). Ця величина становить загальну кількість всієї їжі, що її батьки можуть зібрати або виробити протягом життя, всіх ризиків, які вони здатні на себе взяти, а також усієї енергії та всіх зусиль, які вони можуть вкласти в добробут своїх дітей. Як молода самиця, досягаючи дорослого життя, має вкладати свої життєві ресурси? Що було б для неї мудрою стратегією внеску, якої слід дотримуватися? Ми вже пересвідчилися завдяки теорії Лека, що вона не має розподіляти свій внесок надто економно серед надмірної кількості дітей. Так вона втрачатиме забагато генів, бо не матиме достатньо онуків. З іншого боку, вона не повинна присвячувати весь свій внесок замалій кількості дітей — лише своїм улюбленцям. Цим вона гарантуватиме собі *кількох* онуків, але конкуренти, що вкладуть ресурси в оптимальну кількість дітей, зрештою, матимуть більше онуків. Але годі вже про прави-

ло рівноцінного внеску. Наразі нас цікавить, чи вигідно матері по-різному витратитися на своїх дітей, тобто, чи слід їй мати улюбленців.

Відповідь полягає в тому, що для матері не існує жодних генетичних причин виокремлювати собі улюбленців. Її спорідненість з усіма її дітьми є однаковою, а саме $\frac{1}{2}$. Оптимальна стратегія для неї — *однаково* витратити свої ресурси в найбільшу кількість дітей, яких вона може поставити на ноги, аж коли вони матимуть власних дітей. Але, як ми переконалися, одні спадкоємці більше виправдовують сподівання за інших. Недорозвинене дитинча має скільки ж генів своєї матері, як і його більш розвинені брати і сестри. Але його очікувана тривалість життя є меншою. Тобто, воно *потребує* більшої за однакові частки батьківського внеску, аби лише досягти рівня розвитку своїх братів. Залежно від обставин, матері може бути вигідно відмовитися годувати недорозвинене маля і розподілити всю належну йому частку батьківського внеску між іншими дитинчатами. Зрештою, їй чи не краще взагалі згодувати його братам і сестрам або з'їсти самій задля вироблення молока. Свиноматки іноді дійсно пожирають своїх поросят, але я не знаю, чи навмисно вибирають вони найменших.

Це надто конкретний приклад. Ми ж можемо зробити деякі загальні передбачення, як на наміри матері щодо її дітей впливає їхній вік. Якщо мати змушена обирати, життя якої дитини їй врятувати, знаючи напевне, що та дитина, яку вона не рятуватиме, неминуче загине, вона має віддати перевагу старшій. Це через те, що коли не стане старшої дитини, мати напевно змарнує більшу частину своїх витрат, ніж коли помре менша. Можна це сформулювати таким чином: рятуючи молодше дитя, вона змушена буде витратити на нього цінні ресурси лише для того, щоби він досягнув віку свого старшого брата.

З іншого боку, якщо їй не доводиться остаточно обирати між життям та смертю, то найкращою для неї стратегією буде віддати перевагу меншому. Наприклад, уявімо, що вона вирішує, кому з двох дітей віддати їжу. Старша дитина здатна знайти собі поживу без сторонньої допомоги. Тому, якщо матір припинить її годувати, вона не обов'язково помре. Натомість, менший, що ще надто малий, аби знайти їжу самотужки, безсумнівно помре, якщо мати віддасть їжу його старшому братові. Тож, навіть попри те, що мати обирає смерть молодшої, а не старшої дитини, вона все одно віддасть їжу меншому, бо старший навряд чи помре від цього. Ось чому у ссавців матері віднімають своїх дітей від грудей, а не годують їх протягом усього життя. В житті дитини надходить час, коли матері вигідно спрямувати свій внесок не на неї, а на майбутніх дітей. Коли цей момент настає, в неї виникає бажання відняти дитину від грудей. Але якщо вона дізнається, що це її остання дитина, може статися так, що вона викладатиметься на цю дитину до кінця життя і годуватиме її молоком навіть у зрілому віці. Тим не менш, вона має «зважити», чи не вигідніше їй вкладати в онуків чи племінників та племінниць, оскільки, хоча вони вдвічі менше з нею споріднені, ніж власні діти, їхня здатність скористатися її внеском може бути вдвічі більшою.

Здається, що зараз саме слушний момент згадати таке загадкове явище як менопауза — раптове припинення здатності жінок до розмноження в літньому віці. Можливо, що у наших диких предків вона була не надто поширеною, оскільки мало хто з жінок мав змогу дожити до її появи. Але, тим не менш, різниця між різкою зміною життя у жінок і поступовим згасанням здатності до розмноження у чоловіків наводить на думку, що в менопаузі є щось генетично «навмисне», якась «адаптація». Пояснити це доволі складно. На перший погляд, можна очікувати, що жінка має народжу-

вати дітей доти, поки не помре, навіть якщо її вік робитиме виживання дитини дедалі менш імовірним. Здавалося б, це завжди однозначно варте зусиль? Але ми повинні пам'ятати, що жінка також має спорідненість зі своїми онуками, хоча й наполовину меншу.

З різних причин, можливо, пов'язаних з теорією старіння Медавара (див. 3-й розділ), первісні жінки з віком поступово ставали менш здатними до вигодовування дітей. Тому очікувана тривалість життя дитини старшої матері була меншою, ніж дитини у молодшої матері. Це означає, що коли жінка мала сина та онука, що народилися того самого дня, можна було очікувати, що онук проживе довше за сина. Коли жінка мала стільки років, що шанс кожної її дитини досягти зрілого віку, в середньому, був більш, ніж вдвічі нижчим за шанс онука, будь-який ген вкладання в онуків, а не в дітей, зазвичай отримував перевагу. Такий ген наявний лише в одному з чотирьох онуків, тоді як конкурентний ген — в одному з двох дітей. Але це переважується вищою очікуваною тривалістю життя онуків, тому в генофонді превалює ген «альтруїзму щодо онуків». Жінка не могла би цілковито вкладати свої ресурси в онуків, якби продовжувала народжувати власних дітей. Тому гени безплідності в літньому віці стали більш чисельними, оскільки вони переносилися в організмах онуків, виживанню яких сприяв бабусин альтруїзм.

Це є одне із можливих пояснень еволюції менопаузи у жінок. Причина ж радше поступового, ніж раптового зниження здатності до розмноження у чоловіків полягає, мабуть, у тому, що вони в будь-якому разі не вкладають в кожну окрему дитину стільки ресурсів, скільки жінки. За умови, що він може мати дітей від молодих жінок, навіть дуже старому чоловікові завжди буде вигідно вкладати більше в дітей, ніж в онуків.

Досі, в цьому і попередньому розділі, ми розглядали все з позиції батьків, а саме матері. Ми поставили запитання, чи можна очікувати від батьків, що вони матимуть улюбленців, і якою взагалі є найкраща стратегія батьківського внеску. Але, можливо, що й кожна дитина може впливати на те, скільки батьки вкладають в неї порівняно з її братами та сестрами? Навіть якщо батьки не «бажають» демонструвати, що хтось із дітей має для них більші переваги, чи можуть діти самі вимагати для себе кращого поводження? Чи було б їм вигідно це робити? Тобто, чи стануть гени егоїстичного намагання дітей отримати для себе більшу частку чисельнішими в генофонді, ніж конкурентні гени, які вдовольняються рівною часткою? Цей момент блискуче проаналізував Тріверс у статті 1974 року під назвою «Конфлікт "батьки — потомство"».

Мати однаково споріднена з усіма своїми дітьми, народженими та ще не народженими. Щодо генетики, як ми вже бачили, їй не слід мати жодних улюбленців. Якщо ж вона таки заводить фаворитів, ця позиція має базуватися на різниці очікуваної тривалості життя залежно від віку потомства та інших моментів. Як і будь-хто, мати вдвічі ближче «споріднена» сама із собою, ніж із будь-ким з її дітей. За інших рівних умов це означає, що вона має егоїстично вкладати більшість своїх ресурсів у себе саму, але інші умови якраз не рівні. Вона може принести своїм генам більшу користь, вкладаючи значну частину ресурсів у дітей. Бо вони молодші та безпорадніші за неї, а отже, можуть отримати більше вигоди від кожної одиниці внеску, ніж сама матір. Гени вкладання в слабших, а не в себе, можуть превалювати в генофонді навіть попри те, що той, хто матиме від цього користь, володіє лише певною частиною спільних з індивідом генів. Ось чому тварини демонструють і батьківський альтруїзм, і альтруїзм родинного добору.

Тепер поглянемо на це з позиції конкретної дитини. Вона так само близько споріднена з кожним зі своїх братів та сестер, як і її мати. Усюди коефіцієнт спорідненості складає $\frac{1}{2}$. Тому дитина «хоче», щоби її мати вклдала частину своїх ресурсів в її братів та сестер. З огляду на генетику, дитина налаштована стосовно них так само альтруїстично, як і її мати. Однак вона вдвічі ближче споріднена сама із собою, ніж із будь-якими братами чи сестрами, і це налаштовує її бажати, щоб за інших рівних умов матір вклдала в неї більше, ніж в будь-кого з її братів чи сестер. В цьому випадку інші умови якраз можуть бути рівними. Якщо ваш брат одного з вами віку, тому ви обидва можете отримати однакову користь від півлітра материнського молока, вам «слід» спробувати вибороти собі більше, так само як йому «слід» спробувати і собі отримати більше за вас. Ви колись чули вереск поросят, що поспішають до льохи, коли та лягає, щоби їх погодувати? Або хлопчаків, що б'ються за останній шматочок торта? Егоїстична жадоба, схоже, характеризує більшу частину поведінки дітей.

Але є й ще дещо. Якщо я конкурую зі своїм братом за порцію їжі і якщо він значно молодший за мене, а тому може отримати від цієї їжі більшу користь, ніж я, моїм генам може бути вигідно поступитися йому. Старший брат може мати точно такі самі підстави для альтруїзму, як і батьки: в обох випадках, як ми вже бачили, спорідненість складає $\frac{1}{2}$ і в обох випадках молодший індивід може скористатися ресурсами краще, ніж старший. Якщо я маю ген відмови від їжі, то є 50-відсоткова імовірність, що мій маленький брат володіє тим самим геном. Хоча цей ген має вдвічі більшу імовірність опинитись у моєму власному організмі — а це 100 %, адже він *вже* у моєму організмі — моя потреба в їжі може бути більш, ніж вдвічі, не такою нагальною. Загалом, дитині «слід» намагатись отримати більше, ніж її

рівну частку батьківського внеску, але лише до певної міри. До якої? До тієї, де загальні абсолютні збитки його братів і сестер, народжених та ще не народжених, вдвічі перевищують користь від її намагання отримати їжу суто для себе.

Розглянемо питання, коли слід віднімати дитину від грудей. Мати хоче припинити годувати дитину, щоб підготуватися до наступної. А от нинішня дитина не хоче, щоб її забирали від грудей, бо молоко є зручним та безпечним джерелом їжі, і їй не подобається перспектива самій шукати собі поживу. Вона хоче, врешті-решт, почати жити окремо та здобувати собі харч, але тоді, коли зможе принести своїм генам більше користі, звільнивши матір для вигодування своїх маленьких братів та сестер, ніж перебуваючи з нею. Чим старшою стає дитина, тим менше відносної вигоди отримує з кожного півлітра молока. Це відбувається тому, що вона стає більшою, а півлітра молока, отже, меншою часткою її вимог. До того ж вона вже більш здатна сама собі дати раду, якщо доведеться. Тому, коли старша дитина випиває півлітра молока, які можна було б віддати молодшій, вона забирає собі дещо більшу частку батьківського внеску, ніж коли це молоко випиває молодша дитина. Дорослішаючи, для дитини надходить мить, коли її матері стане вигідно припинити її годувати та почати, натомість, вкладатися в нову дитину. Згодом прийде час, коли старша дитина також може принести найбільшу користь своїм генам, сама покинувши матір. Це саме та мить, коли півлітра молока може зробити більше добра копіям її генів, які *можуть бути* присутні в її братів та сестер, ніж генам, які *дійсно* присутні в ній самій.

Незгода між матір'ю та дитиною не абсолютна, а кількісна, бо полягає в строках. Мати хоче вигодувати далі свою нинішню дитину доти, доки внесок у неї досягне її «рівної» частки, зважаючи на її очікувану тривалість життя і те, скільки матір вже вклала в неї. До цієї межі жодних незгод не виникає. Так

само вони разом згодні припинити годування, коли збитки для майбутніх дітей більше, ніж вдвічі, перевищуватимуть користь для нинішньої дитини. Але незгода між ними виникає в часі проміжного періоду — тоді, коли дитина, на думку матері, отримує більше за належну їй рівну частку, але збитки для інших дітей все ще менші за подвійну вигоду для цієї.

Суперечка між матір'ю і дитиною щодо терміну припинення вигодовування є лише одним прикладом. Він також може бути предметом суперечки між одним індивідом та всіма його майбутніми ще не народженими братами і сестрами, коли матір стає на бік останніх. Ще більш очевидно може бути конкуренція за батьківський внесок між суперниками одного віку — між дитинчатами одного виводка чи пташенятами в одному гнізді. Тут мати, зазвичай, переймається справедливим розподілом.

Багатьох пташенят їхні батьки годують у гнізді. Пташенята роззявляють свої дзьобики і кричать, а батьки кладуть у відкритий ротик одного з них хробачка або якусь іншу поживу. Гучність, з якою кричить кожне пташеня, в ідеалі мала би бути пропорційна її голоду. Батьки віддавали би їжу найгаласливішому, і всі пташенята зазвичай отримували б свою рівну частку, адже, коли вони вгамують свій голод, то не кричатимуть так голосно. Принаймні, так мало б відбуватися у досконалому світі, де ніхто б не шахраював. Але, з огляду на концепцію егоїстичного гена, виникає підозра, що індивіди насамперед *шахраюватимуть* — будуть *нещирі*, коли запевнятимуть, які вони голодні. І ситуація лише загострюватиметься, аж поки не виглядатиме доволі безглуздо, бо надто голосні крики стануть звичними і не збиватимуть батьків з пантелику. А от не наполягати на своїх потребах не можна, бо той, хто перший угамує свій вереск, матиме менше їжі, а отже, швидше помре з голоду. Пташенята не кричать без увагу з інших міркувань. Зокрема,

гучні крики приваблюють хижаків, а також потребують великих витрат енергії.

Іноді, як ми вже бачили, хтось із виводка є найменшим, значно меншим за решту. Він нездатний виборювати їжу так само енергійно, як вони, через що часто гине. Ми розглядали обставини, за яких матері насправді краще, щоби таке маля загинуло. Інтуїтивно можна припустити, що йому варто боротися, поки є змога, але для теоретичних розмірковувань це не обов'язково. Якщо дитинча є настільки малим та слабким, що тривалість його життя зменшується до точки, де перевага для нього від батьківських внесків є меншою за половину переваги, яку ті самі внески можуть потенційно принести іншим дитинчатам, воно має померти чемно та невимушено. Цим воно принесе своїм генам найбільшу користь. Тобто ген, що наказує організмові «Якщо ти набагато слабший за інших дитинчат свого виводка, не тримайся за життя і помирай», матиме перевагу в генофонді, бо отримує 50-відсотковий шанс опинитися в організмі кожного з врятованих братів і сестер, а от його надія на те, що виживе найменший із них, вкрай незначна. У життєписі найменшого з дитинчат має бути певна межа. Не досягнувши цієї критичної позначки, воно має триматися за життя. Переступивши за неї, мусить поступитися і, не чинячи опору, дозволити себе з'їсти іншим дитинчатам чи своїм батькам.

Коли йшлося про теорію Лека щодо розмірів кладки, я не зазначав, якою мала би бути розумна стратегія для самиці, що не може визначитись із оптимальною кількістю яєць на поточний рік. Вона може відкласти на одне яйце більше, ніж «вважає» за потрібне. Якщо з їжею цього року не виникне жодних труднощів, вона вигодує на одну дитину більше. Якщо ні, вона змушена буде скоротити свої витрати. Годуючи пташенят у тій самій послідовності, скажімо, за їхнім розміром, вона стежить, щоб одне з них, мабуть, найслабше, швидко

померло і на нього не було б змарновано надто багато їжі — понад первинний внесок у вигляді ячного жовтка або його еквівалента. Така материнська поведінка може пояснити нам феномен найменшого пташеняти: воно підстраховує її ставки. Ми можемо спостерігати за цим у багатьох птахів.

Порівнюючи тварину до машини для виживання, що поводиться так, неначе має за «мету» зберегти свої гени, час розглянути конфлікт між батьками і дітьми як боротьбу поколінь. Боротьба ця підступна, і обидві ворогуючі сили ніщо не спиняє. Жодна дитина не втрачає нагоди для шахрайства. Вона удає, що є голоднішою, слабшою, беззахиснішою, ніж є насправді. Вона надто мала і слабка, щоб тримати своїх батьків у страхіві, але вдається до усього наявного психологічного арсеналу: брехні, шахрайства, висотування всіх соків понад міру, ніж на це дає їй право генетична спорідненість з ними. Зі свого боку батьки мають остерігатися шахрайства й обману і намагатися уникнути їх. Це виглядає легкою справою. Якщо батьки знають, що їхня дитина здатна на неправду, вимагаючи їжі, тоді вони можуть вдатися до тактики годування її фіксованою кількістю їжі і не давати понад норму, не зважаючи на безугавний крик. Однак не завжди дитина хитрує, тому, якщо вона помре через недогодування, батьки втратять деякі зі своїх цінних генів. Дикі птахи, наприклад, можуть померти від голоду всього за кілька годин.

А. Захаві висунув припущення про особливо жорстоку форму дитячого шантажу: пташеня навмисно кричить так, щоби привабити до гнізда хижаків. Воно неначе благає: «Лиско, лиско, прийди та з'їж мене». Єдиний спосіб, яким батьки можуть припинити цей крик, це нагодувати пташеня. Так воно отримує більше за належну йому частку їжі, але за рахунок певного ризику для себе. Принцип цієї безжальної тактики той самий, що й у терориста, який погрожує підірвати літак із собою на борту, якщо йому не дадуть викуп.

Я скептично ставлюся до того, що така тактика вирішальна в еволюції, і не через те, що вона надто безжальна. Насамперед я маю сумнів, що з дитячого шантажу може бути користь. Адже, якщо хижак дійсно почує його, пташеня надто ризикує. Для єдиного пташеняти у батьків, якого має на увазі Захаві, це очевидно. Скільки б мати вже не вклала у нього власних сил, воно однак має цінувати своє життя більше, ніж це робить мати, бо вона має лише половину з його генів. Окрім того, вдаватися до цієї тактики недоречно навіть тоді, коли шантажист належить до цілого виводка беззахисних пташенят, що всі сидять у гнізді, позаяк йдеться про 50 % генетичного «закладання» на кожного з його братів і сестер, яким так само загрожує небезпека, а також на 100 % «закладання» самого себе. Припускаю, що ця теорія була б правдивою, якби хижак мав звичку хапати з гнізда лише найбільше пташеня. Тоді меншому було б вигідно приваблювати криком хижака, оскільки йому самому це б нічим не загрозувало. Така поведінка радше нагадує тримання пістолета біля голови брата, ніж погрозу підірвати самого себе.

Видається, що розглянута нами тактика шантажу може бути вигідною зозуленяті. Відомо, що зозулі відкладають одне яйце до кожного з кількох «прийомних» гнізд, а потім лишають вигодовувати своє потомство вимушеним прийомним батькам, що належать до зовсім іншого виду. Тому прийомні брати і сестри не становлять для зозуленяти хоч якоїсь генетичної вартості. (Пташенята деяких видів зозуль не мають жодних прийомних братів і сестер з одної страхітливої причини, про яку ми поговоримо трохи згодом. Наразі ж я припускаю, що ми маємо справу з одним із тих видів, пташенята якого співіснують з прийомними братами та сестрами.) Якби зозулення кричало досить голосно, щоби привабити хижаків, тоді могло би надто багато втратити —

своє життя, наприклад — але прийомна мати могла би втратити ще більше, а це десь чотирьох власних пташенят. Тому їй було би вигідно віддавати зозуленяті більше належної йому частки їжі, і це би переважило для зозуленяти ризик.

Це один із тих прикладів, коли доречно вдатися до респектабельної мови генів лише через те, щоб переконатися, що ми не надто зловживаємо суб'єктивними метафорами. Що ж насправді означає гіпотеза, що пташенята зозулі «шантажують» своїх прийомних батьків криками: «Хижаче, хижаче, ану з'їж мене й усіх моїх маленьких братів та сестер»?

Гени гучних криків зозулі стали переважати в генофонді, бо збільшували імовірність вигодовування зозуленят прийомними батьками. Вони згоджуються на це, бо гени реагування на вимогливі крики пташенят поширилися у генофонді прийомних видів. Причиною поширення цих генів є те, що деякі прийомні батьки, що не давали зозуленятам додаткову їжу, вигодовували меншу кількість власних пташенят — меншу, ніж конкуренти, які приносили своїм зозуленятам додаткову поживу. Це відбувалося тому, що крики зозуленят приваблювали до гнізда хижаків. Хоча гени відсутності гучних криків зозулі давали менше шансів опинитися в шлунку хижаків, ніж гени вимогливого крику, некрикливі зозуленята більше потерпали, бо не отримували додаткових порцій. Ось чому гени крику набули поширення в їхньому генофонді.

Подібне нанизування розмірковувань про гени в межах наведеного суб'єктивного аргументу засвідчує, що, хоча такий ген-шантажист напевно може поширитися в генофонді зозулі, в генофонді якогось пересічного виду його поширення малоімовірне — принаймні, не задля приваблювання хижаків. Звісно, у такого виду можуть бути інші причини для поширення генів крику, про що ми вже зазначали, і ті, до речі, могли б *винагдково* справити ефект періодичного

приваблювання хижаків. Але сам фактор хижаків у доборі мав би справити вплив саме на зменшення гучності криків. Що стосується зозуленят, загроза хижаків, як би парадоксально це не виглядало, мала би збільшити гучність криків.

Не існує жодних доказів того, чи справді зозулі та інші птахи зі звичками «гніздового паразита» використовують тактику шантажу. Але їм точно не бракує жорстокості. Наприклад, деякі воскоїди, як і зозулі, відкладають свої яйця в гнізда інших птахів. Пташеня воскоїда озброєне гострим гачкуватим дзьобом. Щойно вилуплене, ще сліпе, голе і безпорадне, воно завдає своїм прийомним братам і сестрам глибокі рани, забиваючи їх до смерті: мертві ж бо не конкурують за їжу! Відома нам зозуля досягає того самого результату інакшим чином. Вона має короткий час інкубації, а тому її пташеня вилуплюється раніше за своїх прийомних братів і сестер. Після цього, навпомацки і механічно, але напрочуд ефективно, зозуленя викидає решту яєць із гнізда. Воно підлазить під яйце, вмоцнюючи його в улоговинці на спині. Потім повільно задкує до краю гнізда, утримуючи яйце між зародками крил, та скидає його. Так воно чинить з усіма яйцями, поки не лишиться у гнізді саме, забираючи одноосібно усю турботу своїх прийомних батьків.

Один із фактів, що мене надзвичайно вразив, я довідався минулого року від Ф. Альвареса, Л. Аріаса де Рейни і Г. Сегури з Іспанії. Вони досліджували здатність потенційних прийомних батьків — потенційних жертв зозуль — виявляти своїх кривдників: зозулячі яйця чи пташенят. Ставлячи експеримент, дослідники підкладали до сорочачих гнізд яйця і пташенят не лише зозулі, а також інших птахів. Одного разу це виявилось ластів'я. Незабаром після цього одне із сорочачих яєць опинилося на землі під гніздом. Воно не розбилося, тому вчені поклали його назад та спостерігали далі. Те, що вони побачили, виглядає дивовижним! Виявилось, що

яйце на їхніх очах викинуло пташеня ластівки, поводячись так само, як зозуля. Вони знову поклали яйце назад, але отримали той самий результат. Ластів'ятко скористалося методом зозулі, утримуючи яйце на спині між зародками крил та задкуючи на край гнізда, поки не випхало яйце на землю.

Мабуть, добре, що Альварес із колегами не намагалися пояснити своє дивовижне спостереження. Як міг ген такої поведінки виникнути в генофонді ластівки? Для цього мали існувати належні причини у звичному житті цього птаха. Але ж ластів'ята не мають досвіду опинитися у сорочачих гніздах. Зазвичай, вони ніколи не перебувають в якихось інших гніздах, окрім своїх власних. Чи могла ця поведінка свідчити про вироблення певної адаптації, спрямованої проти зозуль? Можливо, природний добір сприяв виробленню в генофонді ластівки стратегії контратаки, появі генів використання проти зозулі її власної зброї? Виглядає на те, що зозулі не паразитують у гніздах ластівок. Можливо, причина саме в цьому. Згідно з цією теорією, сорочачі яйця в експерименті викидалися з гнізда тому, що, як і яйця зозулі, вони є більшими за ластів'ячі. Але якщо ластів'ята можуть відрізнити велике яйце від звичайного яйця ластівки, безумовно, те саме може їхня мати. Чому ж тоді яйце зозулі викидає не вона, хоч зробити це їй було б значно легше, ніж пташеняті? Не вельми вірогідним виглядає пояснення, що ластів'яті притаманно викидати з гнізда зіпсуті яйця або інший мотлох. Бо з цим так само краще впорається (що вона й робить) його мати. Той факт, що за виконання вельми складної операції з відбракування яєць, що потребувало певної майстерності, взялися немічні пташенята, хоча дорослим ластівкам це більше до снаги, наводить на думку, що з материнського погляду дитина робить щось неправильне.

Мені здається, що вірогідне пояснення зовсім не пов'язане із зозулею. Від цієї думки стигне кров у жилах, але, можливо,

ластів'ята чинять так одне з одним? Оскільки первісткові доведеться згодом конкурувати з його ще не вилупленими братами та сестрами за батьківську увагу, для нього може мати сенс почати життя з викидання одного з інших яєць.

Теорія Лека про розмір кладки розглядала оптимальну кількість яєць з материнського погляду. Якщо я — ластівка, то оптимальна для мене кількість кладки нехай становитиме п'ять знесених яєць. Але якщо я — ластів'я, то ця оптимальна кількість цілком може становити меншу кількість яєць, де одне з них є моїм власним! Мати зобов'язана надати певний обсяг батьківського внеску, який вона «прагне» справедливо поділити між усіма п'ятьма дітьми. Але кожне пташеня вимагає більшу за одну п'яту частку уваги, що їй належить. На відміну від зозуленяти, воно не хоче собі геть усе, бо споріднене з іншими ластів'ятами. Але хоче більше. Воно може отримати чверть частки, лише викинувши одне яйце, або третину батьківського внеску, викинувши з гнізда ще одне. Якщо поглянути на це як на конкуренцію генів, ген братовбивства цілком може поширитися у генофонді, бо має 100-відсотковий шанс опинитися в організмі братовбивці і лише 50-відсотковий шанс — в організмі його жертви.

Головним запереченням цієї теорії є те, що важко повірити, що ніхто досі не спостеріг цієї жорстокої особливості ластів'ячої поведінки, якби вона насправді існувала. Я не маю для цього переконливого пояснення. Щоправда, в різних частинах світу живуть різні ластівки. Відомо, що іспанська ластівка, наприклад, дещо відрізняється від британської і вона не була об'єктом такого уважного спостереження, як британська. Тому я припускаю, що для неї цілком характерне братовбивство, що його біологи поки що не помітили.

Я висунув таку неймовірну ідею, як гіпотеза про існування гена братовбивства, через те, що прагну деяких узагальнень. Річ у тім, що безжальна поведінка зозуленяти

найбільш вражає з того, що відбувається в будь-якій родині. Рідні брати ближче споріднені між собою, ніж зозулення з його прийомними братами, але ця різниця не така вже й принципова. Навіть коли ми не можемо повірити в існування неприхованого братовбивства, неодмінно повернуться численні приклади менш очевидного егоїзму, коли вигода для дитини більше ніж вдвічі перевищує збитки від втрати її братів та сестер. Тоді, так само, як з припиненням грудного вигодовування, виникає реальний конфлікт інтересів між матір'ю і дитиною.

Хто має більші шанси перемогти у цьому змаганні покоління? Зоолог Р. Д. Александер написав цікаву статтю, де висловив думку, що на це запитання можна дати загальну відповідь: завжди перемагатимуть батьки*. Якщо ви згодні з цим, не марнуйте часу, беручися за цей розділ. Якщо Александер має рацію, слід звернути увагу на деякі цікаві моменти. Наприклад, альтруїстична поведінка виникає не задля користі генів самого індивіда, а лише генів його батьків. Батьківська маніпуляція, використавши термін Александера, стає альтернативною причиною еволюції альтруїстичної поведінки, незалежною від прямого родинного добору. Тому важливо уважно поставитися до міркувань Александера, щоби переконатися у тому, що ми розуміємо, чому він не правий. Насправді, це слід було би довести математично, але ми намагаємося не перевантажувати цю книгу розрахунками, і спростувати помилковість тези Александера можна, цілком покладаючись на інтуїцію.

Його фундаментальна генетична ідея викладена в такій скороченій цитаті: «Уявімо, що якась молода особина... спричинює нерівний розподіл батьківського піклування на свою користь, послаблюючи репродуктивні можливості матері. Ген, який таким чином покращує пристосованість особини в юному віці, не може не погіршити її пристосованість

ще більше у дорослому віці, бо такі мутантні гени будуть у більшій частині потомства мутантної особини». Те, що Александер розглядає ген, який нещодавно став мутантним, не має особливого значення. Уявімо, що йдеться про якийсь рідкісний ген, успадкований від одного з батьків. «Пристосованість» — це спеціальний термін, що означає репродуктивний успіх. Тобто, Александер має на увазі, що ген, який змушує дитину вимагати більше за належне їй батьківське піклування і завдаючи цим шкоди репродуктивним можливостям матері, мав би збільшити її шанси на виживання. Але їй, можливо, доведеться шкодувати про це, коли сама стане матір'ю, бо її власні діти успадкують цей егоїстичний ген, применшивши її загальний репродуктивний успіх. Так вона потрапить у власну пастку. Тому цей ген не здатен досягти успіху, і в конфлікті завжди перемагатимуть батьки.

Такий аргумент мав би одразу викликати наші підозри, бо базується на припущенні про генетичну асиметрію, якої там насправді немає. Александер використовує слова «батьки» і «потомство» так, немов між ними є фундаментальна генетична різниця. Як ми вже переконалися, хоча між батьками і дітьми існують *практичні* відмінності, наприклад, батьки є старшими за дітей, а діти постають з організмів батьків, фундаментальної *генетичної* асиметрії між ними насправді немає. Спорідненість між ними складає 50 %, з якого боку ви на неї дивитиметесь. Щоби проілюструвати свою думку, я інакше викладу ідею Александера, не так розташувавши слова «мати», «молода особина» тощо. «Уявімо, що у *матері* є ген, який зазвичай спричинює *рівний* розподіл батьківської турботи. Ген, що таким чином покращує пристосованість особини в *дорослому віці*, не може не послабити її пристосованість ще більше в *юному віці*». Таким чином, ми робимо висновок, проти-

лежний ідеї Александера, а саме: в будь-якому конфлікті батьків і дітей перемагатимуть діти!

Тут явно щось не так. Обидва аргументи викладені занадто просто. Метою моєї зворотної цитати було не перечити Александеру, а лише пояснити, що не можна вести дискусію таким штучно асиметричним чином. І аргумент Александера, і мій є помилковими, бо розглядають ситуацію з погляду *ingiviga* (у Александера це мати, а у мене — дитина). Я вважаю, що використання технічного терміну «пристосованість» дозволяє зробити таку помилку дуже легко. Ось чому я намагався уникати цього слова в своїй книзі. Насправді є лише одна істота, чия точка зору має значення в еволюції, і це — егоїстичний ген. В організмах дітей гени добираються за їхньою здатністю перехитрувати батьків; в організмах батьків гени добираються за їхньою здатністю перехитрувати дітей. Немає жодного парадоксу в тому, що одні і ті самі гени успішно окупають організми дітей і батьків. Гени добираються з огляду на їхню здатність знаходити найкраще використання важелям впливу, що є у них, тобто, вони якнайкраще мають експлуатувати свої практичні можливості. Коли певний ген перебуває в організмі дитини, його практичні можливості будуть іншими, ніж в організмі матері. Тому і його оптимальна стратегія на цих двох етапах історії життя організму буде іншою. Немає жодних причин припускати, як це робить Александер, що більш пізня оптимальна стратегія має обов'язково брати гору над більш ранньою.

Є інший спосіб заперечити Александеру. Він автоматично припускає наявність хибної асиметрії між батьками та дітьми з одного боку і братами та сестрами з іншого. Ви маєте пам'ятати, що, згідно з Тріверсом, шкоду для егоїстичної дитини, що намагається отримати більшу за належну їй частку (причина, чому вона намагається отримати

лише рівну частку), полягає в небезпеці втрати її братів і сестер, кожен з яких має половину її генів. Але брати і сестри — це лише особливий випадок родичів з 50-відсотковою спорідненістю. Не більш і не менш «цінними» за них для егоїстичної дитини є її власні майбутні діти. Тому загальні дійсні збитки від намагання отримати більше за вашу рівну частку ресурсів має насправді вимірюватись не лише у втрачених братах та сестрах, але й у втрачених майбутніх дітях через їхній егоїзм поміж себе. Думка Александера про шкідливість поширення дитячого егоїзму на ваших власних дітей, що зменшує ваш власний довгостроковий репродуктивний успіх, добре обґрунтована, але вона лише означає, що ми повинні додати це до витратного боку рівняння. Будь-яка дитина все одно матиме зиск від егоїзму, допоки справжня вигода для неї складатиме, принаймні, половину від реальних збитків для близьких родичів. Але до «близьких родичів» належать не лише брати із сестрами, але також її майбутні власні діти. Індивід має вважати свій власний добробут вдвічі ціннішим за добробут його братів, що є базовим припущенням Тріверса. Але він має також цінувати себе вдвічі більше, ніж будь-кого зі своїх власних майбутніх дітей. Таким чином, припущення Александера, що на боці батьків у конфлікті інтересів є певна внутрішня перевага, не є достеменним.

Крім фундаментальної генетичної ідеї, Александер також має більш практичні аргументи, що постають завдяки безсумнівній асиметрії у відносинах батьків із дітьми. Батьки приміряють на себе роль головного партнера, який дійсно працює за їжу та інші ресурси, а тому мають певні переваги. Якщо батьки вирішують припинити свою працю, дитина не може цьому зарадити, оскільки вона менша і не має сили протидіяти. Тому батьки й нав'язують свою волю попри бажання дітей. Цей аргумент не виглядає неприпустимим,

оскільки в цьому випадку асиметрія, яку допускає Александер, цілком реальна. Батьки справді є більшими, сильнішими та досвідченішими за дітей. Здається, вони мають усі переваги. Але й діти мають чим здивувати. Наприклад, батькам важливо знати, наскільки голодний кожен з їхніх дітей, аби вони могли розподіляти їжу найбільш ефективно. Певна річ, вони можуть це робити, наділяючи усіх абсолютно однаково, але навіть у найдосконалішому з усіх світів це було б менш ефективним, ніж підгодовування того, хто може справді використати їжу з більшою користю. Система, де кожна дитина говорить батькам, наскільки вона голодна, була б ідеальною для батьків, і, як ми вже бачили, така система, здається, виникла. Але діти мають більше підстав для брехні, бо точно *знають*, наскільки вони голодні, а от батьки можуть лише *здогадуватися*, чи говорять їм правду. Для батьків майже неможливо виявити маленьку брехню, хоча велику вони помічають.

Батькам вигідно знати, коли дитина щаслива, а дитині корисно мати змогу сказати своїм батькам, що вона щаслива. Можливо, такі сигнали, як мурчання та усмішки, пройшли добір, бо вони дають батькам знати, які їхні дії найбільш корисні для дітей. Усмішка її дитини або мурчання її кошеняти втішає матір у тому самому сенсі, як їжа у лабіринті винагороджує щура. Але як тільки стає зрозуміло, що мила усмішка або голосне мурчання засвідчує задоволення, дитина отримує можливість використовувати їх з метою маніпуляції батьками та права на більшу, ніж їй належить, частку батьківського внеску.

Отже, загальної відповіді на запитання, хто має більші шанси перемагати у сутичці поколінь, немає. Врешті-решт, ми лише прийдемо до компромісу між ідеальною ситуацією, бажаною для дитини, і ситуацією, бажаною для батьків. Цю сутичку можна порівняти з тією, що відбувається

між зозуленням і його прийомними батьками (хоча вона, звісно, не така запекла), бо вороги мають деякі спільні генетичні інтереси — вони є ворогами лише до певної межі або протягом певного часу. Проте багато з того, до чого вдається зозулення, прагнучи обманути і використати, може використовуватися також власними дітьми щодо батьків, хоча власні діти не зазіхатимуть продемонструвати аж такий егоїзм, який можна очікувати від зозуленьяти.

Цей, а також наступний розділ, де ми розглянемо конфлікт між партнерами, може виглядати відразливо цинічним і навіть здатен засмутити батьків, відданих своїм дітям і одне одному. Тому я знову мушу наголосити, що не маю на увазі свідомі мотиви. Ніхто не припускає, що діти навмисно та свідомо обманюють своїх батьків через те, що мають егоїстичні гени. І я мушу повторити, що, коли говорю щось на кшталт: «Дитині не слід втрачати жодної можливості для будь-якого шахрайства, брехні, визиску», то маю на увазі особливе значення слова «слід». Я не наполягаю, що така поведінка є моральною або бажаною. Я лише маю на увазі, що природний добір зазвичай сприятиме дітям, які діють саме так, а тому, спостерігаючи за популяціями диких тварин, можна натрапити на приклади шахрайства та егоїзму у самих родинах. Коли кажуть, що дитині слід шахраювати, мають на увазі переважання у генфонді тих генів, які зазвичай змушують дітей до цього. Якщо тут і є якась мораль, вона полягає в тому, що ми повинні *навчати* наших дітей альтруїзму, бо не можемо розраховувати на те, що він має біологічну природу.

9

БОРОТЬБА СТАТЕЙ

Якщо є конфлікт інтересів між батьками і дітьми, які мають 50 % спільних генів, то наскільки ж тоді жорстокішим виглядатиме конфлікт між статевими партнерами, що не споріднені між собою?* Все, що є спільним для них, це 50 % генетичної співучасті у народженні тих самих дітей. Оскільки батько й мати однаково зацікавлені у тому, щоб з дітьми все було гаразд, їм обом може бути вигідно співпрацювати разом, турбуючись про них. Якщо ж один із батьків вкладе в кожну дитину меншу частку своїх коштовних ресурсів, він отримає перевагу, бо зможе витратити більше на інших дітей від інших статевих партнерів, а отже, поширити в популяції більше своїх генів. Тому можна вважати, що кожен партнер намагається експлуатувати іншого, змушуючи його вкладати більше. Загалом, індивідові мало би «подобатися» (я не маю на увазі фізичне задоволення, хоча воно теж можливе) спаруватися з якомога більшою кількістю представників протилежної статі, кожного разу не переймаючись їхньою подальшою долею. Як ми пересвідчимося у цьому згодом, так відбувається у самців багатьох видів, але самці інших видів змушені поділяти тягар вигодовування дітей. На такому розумінні статевого партнерства як стосунків, що їм притаманні взаємна недовіра і визиск, наполягав Тріверс. Для етологів ця ідея порівняно нова.

Бо ми звикли вважати статеву поведінку, спаровування та залицяння, що йому передує, таким собі спільним підприємством, затіяним заради взаємної вигоди та, навіть, користі для цілого виду!

Повернемося до базових принципів і розглянемо фундаментальну природу обох статей. У 3-му розділі йшлося про статеве розмноження і ні слова про його основну асиметрію. Ми просто вважали за належне, що одні тварини називаються самцями, а інші самицями, не переймаючись тим, що ці слова означають насправді. Але в чому полягає сутність самця? Що визначає самицю? Ми, як ссавці, вважаємо, що стать визначається певною кількістю характеристик — наявністю пеніса, здатністю виносити дітей і вигодовування потомства за допомогою спеціальних молочних залоз, певними хромосомними особливостями тощо. Справді, ці критерії визначення статі індивіда підходять для ссавців, але для інших тварин чи рослин вони не більш показові за схильність носити брюки у людей. У жаб, наприклад, пеніса не має жодна стать. Можливо, що слова «самець» та «самиця» не мають універсального значення. Зрештою, це лише слова, і якщо ми не вважаємо їх корисними для опису жаб, то цілком можемо дати раду без них. Якби забажали, ми могли би довільно поділити жаб на Стать 1 та Стать 2. Але, зрештою, існує одна фундаментальна особливість статей, яку можна використовувати для визначення самців саме як самців, а самиць саме як самиць серед усіх тварин і рослин. Вона полягає в тому, що статеві клітини, або гамети, самців значно менші та чисельніші за гамети самиць. І це саме так і у тварин, і у рослин. Одна група індивідів має великі статеві клітини, і для них зручно використовувати слово «самиця». Інша ж група, яку зручно називати самцями, має дрібніші статеві клітини. Різниця особливо помітна у рептилій і птахів, у яких одна яйцеклітина є достатньо великою та пожив-

ною, щоби годувати зародок протягом кількох тижнів. Навіть у людей, у яких яйцеклітина мікроскопічна, вона все одно набагато більша за сперматозоїд. Як ми згодом пересвідчимось, можна вважати, що всі інші відмінності між статями постають саме із цієї основної різниці.

У деяких примітивних організмів, наприклад, деяких грибів, поділу на чоловічі та жіночі організми немає, хоча щось схоже на статеве розмноження таки відбувається. В системі, що відома як «ізогамія», індивіди не розрізняються за двома статями. Будь-хто може спаровуватись із будь-ким. Двох різних типів гамет (сперматозоїдів та яйцеклітин) немає, натомість всі статеві клітини є однаковими і називаються ізогаметами. Нові організми утворюються завдяки поєднанню двох ізогамет, кожна з яких є продуктом мейотичного поділу. Якби ми мали три ізогамету A , B та C , то A могла б поєднатися з B чи C , B — з A чи C . У нормальних системах статевого розмноження це ніколи не відбувається. Якщо A — сперматозоїд і він може поєднатися з B чи C , тоді B та C повинні бути яйцеклітинами і B аж ніяк не може поєднатися з C .

Поєднуючись, обидві ізогамету надають новому організмові однакову кількість генів, а також однаковий запас поживних речовин. Сперматозоїди та яйцеклітини теж надають однакову кількість генів, але яйцеклітини забезпечують значно більший запас поживних речовин: по суті, сперматозоїди не роблять жодного внеску взагалі, а турбуються лише про якомога швидше транспортування своїх генів до яйцеклітини. Таким чином, в момент зачаття батько вкладає в нащадка меншу, аніж 50 %, частки ресурсів. Через те, що сперматозоїд дуже дрібний, самець може дозволити собі виробляти їх декілька мільйонів щодня. Це означає, що, використовуючи різних самиць, він потенційно здатний долучитися до дуже великої кількості дітей за короткий

проміжок часу. Це можливо лише тому, що достатню кількість їжі кожному новому ембріону завжди забезпечує матір. Таким чином, це накладає обмеження на кількість дітей, яку може мати самиця, але кількість дітей, що їх може мати самець, є практично необмеженою. Саме з цього і починається експлуатація жінок*.

Як така асиметрія могла виникнути з первинно ізогамного стану справ, пояснив Паркер із колегами. Коли ще всі статеві клітини були взаємозамінними та мали приблизно однаковий розмір, деякі з них виявилися трохи більшими за інші. Частково велика ізогамета мала перевагу над середньою, бо за рахунок більшого запасу поживних речовин могла дати своєму ембріонові кращий старт для розвитку. Мабуть, тому й розвинулася еволюційна тенденція до збільшення гамет. Але це стало пасткою. Еволюція ізогамет, що були більшими, ніж це суворо необхідно, надала б підстави для егоїстичної експлуатації. Індивідам, які виробляли менші за середні гаметети, могло би бути вигідно поєднати свої дрібні гаметети зі значно більшими. Цього можна було б досягти за умови, що дрібні гаметети більш мобільні та здатні активно шукати великі. Перевага індивіда, що має дрібні швидкі гаметети, полягала б у здатності створювати більшу кількість статевих клітин, а отже, потенційно мати більше дітей. Природний добір сприяв виробництву статевих клітин, що були дрібними та активно шукали великі для поєднання з ними. Таким чином, можна говорити про виникнення двох дивергентних «стратегій» статевого розмноження. Першою була «чесна» стратегія великого внеску. Але потім вона автоматично поступилася визискувальній стратегії малого внеску. Одразу після свого початку дивергенція (розходження) цих двох стратегій, мабуть, розвивалася дедалі швидше. Проміжні гаметети середнього розміру каралися, бо не мали переваг жодної з двох крайніх стратегій.

Експлуаторські гамети ставали дедалі меншими та мобільнішими. Чесні ж ставали дедалі більшими, аби компенсувати менший внесок експлуаторських, та менш мобільними, бо визискувачі і так завжди активно їх переслідували. Кожна чесна гамета, можливо, «віддала б перевагу» поєднанню з іншою чесною. Але тиск, що на них чинив природний добір з метою блокування визискувачів, мабуть, був слабшим за тиск на експлуаторів для обминання перешкод: їм було більше що втрачати, і тому в цьому еволюційному двобої перемогли вони. Чесні гамети стали яйцеклітинами, а експлуаторські — сперматозоїдами.

Отже, виглядає, що самці — це насправді нікчемні типи, і з простих міркувань «користі для цілого виду» слід очікувати зменшення їхньої чисельності порівняно із самицями. Оскільки один самець теоретично здатен виробити достатньо сперматозоїдів для обслуговування гарему зі 100 самиць, можна припустити, що в популяції тварин самиці мають переважати самців у співвідношенні 100 до 1. Тобто, для цілого виду самець є більш «витратною сировиною», а самиця — більш «цінною». Справді, щодо цілого виду це абсолютно справедливо. Візьмемо крайній приклад: в одному дослідженні морських слонів 4 % самців відповідали за 88 % усіх спаровувань, що відбувались у популяції. В цьому випадку, а також у багатьох інших, існував великий надлишок вільних самців, які могли ніколи не отримати шансу на спаровування. Але що стосується усього іншого, ці надлишкові самці жили звичайним життям, споживаючи запаси їжі популяції з не меншим апетитом, ніж інші дорослі особини. Для загальної користі виду це — неприпустиме марнотратство, тому надлишкових самців можна вважати соціальними паразитами. Це лише ще один приклад складнощів, які трапляються на шляху теорії групового добору. З іншого боку, теорії егоїстичного гена не становить жодних

труднощів пояснити, чому кількість самців і самиць зазвичай є однаковою, навіть коли самці, що насправді беруть участь у розмноженні, складають лише невеличку частину від загальної кількості. Першим своє пояснення запропонував Р. А. Фішер.

Проблема кількісного співвідношення самців та самиць серед новонароджених є особливою для батьківської стратегії. Так само, як ми говорили про оптимальну чисельність родини для тих батьків, що намагаються максимізувати виживання своїх генів, можна також говорити про оптимальне співвідношення статей. Кому краще довірити ваші коштовні гени: синам чи донькам? Уявімо, що мати вклала всі свої ресурси в синів і в неї нічого не залишилось, аби вкласти в доньок. Чи привнесе вона, загалом, до генофонду майбутнього більше, ніж та, що вклала все у доньок? Чи стануть гени, що надають перевагу синам, чисельнішими за гени, що надають перевагу донькам? Таким чином, Фішер засвідчив, що за нормальних умов стабільним співвідношенням статей є 50:50. Щоб побачити, чому так, ми повинні спершу дещо довідатися про механіку визначення статі.

Як у ссавців генетично визначається стать? Всі яйцеклітини однаково здатні розвинути як у самця, так і в самицю. Хромосоми визначення статі містяться в сперматозоїдах. Половина сперматозоїдів, вироблених самцем, несуть у собі X-хромосоми та породжують особин жіночої статі, а половина — Y-хромосоми і породжують особин чоловічої статі. Обидва різновиди сперматозоїдів дуже схожі між собою. Відрізняються вони лише однією хромосомою. Ген, який змушує батька зачинати лише доньок, може досягати своєї мети, змушуючи його виробляти винятково X-сперматозоїди. Натомість, ген, що змушує матір зачинати самих доньок, може працювати, змушуючи її виділяти вибірково сперміцид або взагалі викидати ембріони чо-

ловічої статі. Ми шукаємо щось еквівалентне еволюційно стабільній стратегії (ЕСС), хоча тут, ще більше, ніж у розділі, де йшлося про агресію, стратегія є лише мовним зворотом. Індивід не може в буквальному сенсі обирати стать своїх дітей. Але гени, що закладають тенденцію мати дітей певної статі, цілком можливі. Якщо припустити, що гени, які сприяють нерівному співвідношенню статей, існують, то чи можуть якісь із них стати в генофонді більше чисельними, ніж їхні конкурентні алелі, що сприяють рівному співвідношенню статей?

Уявімо, що у згадуваних вже морських слонів виник певний мутантний ген, який зазвичай змушує батьків народжувати саме доньок. Оскільки самців у популяції не бракує, ці доньки не повинні мати проблем із пошуком партнерів, а ген народження доньок собі б поширювався. Так співвідношення статей у популяції почало б змінюватись у бік надлишку самиць. Для користі цілого виду це виглядало б абсолютно правильно, бо, як ми вже бачили, невеличка кількість самців цілком здатна забезпечити сперматозоїдами, необхідними навіть для величезного надлишку самиць. Тому, на перший погляд, можна очікувати, що ген народження доньок поширюватиметься доти, доки співвідношення статей не розбалансується настільки, що кілька самців, що ще залишилися, вибиватимуться із сил, щоб хоч якось давати цьому раду. А тепер уявіть собі, яку величезну генетичну перевагу отримують ті декілька батьків, які мають синів. Той, хто народжуватиме синів, матиме дуже добрі шанси стати дідусем чи бабусею сотень морських слонів. Тим же, хто народжуватиме самих доньок, безумовно, гарантовані декілька онуків, але це ніщо, порівняно з чудовими генетичними можливостями, що їх отримують ті, хто спеціалізується на синах. Таким чином, гени народження синів ставатимуть дедалі чисельнішими, і ваги хитнуться в інший бік.

Ваги я згадав лише для образності. Насправді їм ніколи б не дозволили хитнутись на користь домінування самиць так далеко, бо, як тільки співвідношення статей стало б нерівним, тиск на користь народження синів почав би штовхати його назад. Стратегія народження однакової кількості синів і доньок є еволюційно стабільною через те, що будь-який ген нехтування нею завдасть самі збитки.

У своїй розповіді я скористався співвідношенням кількості синів і доньок для того, щоб спростити розуміння ситуації, але, правду кажучи, слід було б говорити з позиції батьківського внеску, маючи на увазі, що вся їжа та інші ресурси, які можуть запропонувати батьки, вимірюються саме так, як про це йшлося у попередньому розділі. Батьки мають однаково *вкладати* в синів і доньок. Зазвичай це означає, що вони мають народжувати однакову кількість синів і доньок. Але можливе й нерівне співвідношення статей, що стане еволюційно стабільним, за умови, що в синів і доньок, відповідно, вкладатиметься нерівна кількість ресурсів. Що стосується морських слонів, стабільною може бути стратегія народження втричі більше доньок, ніж синів, але перетворення кожного сина на суперсамця вимагатиме вкладання потрібної кількості їжі та інших ресурсів. Витрачаючи на сина більше їжі, щоб той став великим та сильним, батьки можуть збільшити його шанси запопасти головний приз, що ним є гарем. Але це — особлива ситуація. Як правило, батьківський внесок у кожного сина приблизно дорівнює внеску в доньку, і співвідношення між статями, якщо розглядати його в цифрах, зазвичай складає один до одного.

Таким чином, у своїй тривалій мандрівці крізь покоління середньостатистичний ген витрачає приблизно половину свого часу, перебуваючи в організмах самців, а іншу половину — в організмах самиць. Деякі впливи генів проявляються лише в організмах однієї статі. Їх називають ознаками,

обмеженими статтю. Наприклад, ген контролю довжини пеніса виявляє свій вплив лише в організмах самців, але наявний також в організмах самиць і може мати на них зовсім інакший вплив. Немає жодних підстав синові не успадкувати тенденцію до розвитку довгого пеніса від своєї матері.

В якому би з двох типів організмів не опинився ген, можна очікувати, що він якнайкраще скористається можливостями, що їх пропонує певний тип. Ці можливості цілком можуть відрізнятись залежно від того, належить організм самцеві чи самиці. Для зрозумілого викладу можна знову вдатися до порівняння організму з егоїстичною машиною, яка намагається зробити все можливе задля користі власних генів. Найкраща стратегія для такої егоїстичної машини досить часто буде різною для самця і самиці. Аби не виходити за межі стислого пояснення, уявімо, що індивід має певну свідому мету. Але маймо на увазі, що це лише мовний зворот. Насправді, організм є машиною, що сліпо запрограмована її егоїстичними генами.

Знову згадаймо пару статевих партнерів, про яких ішлося на початку цього розділу. Поводячись як егоїстичні машини, обидва партнери «хочуть» мати однакову кількість синів і доньок. Тут вони досягли розуміння. Розходяться ж вони, коли вирішуватимуть, хто нестиме головний тягар догляду за кожним із цих дітей. Будь-який індивід хоче, щоби вижило якомога більше його дітей. Але чим менше він чи вона будуть змушені витратитися на будь-якого з цих дітей, тим більше він чи вона зможе мати інших дітей. Очевидним способом досягти цього є змусити вашого статевого партнера вкласти в кожную дитину більше, ніж він вкладає зазвичай, що дасть вам змогу мати ще дітей з іншими партнерами. Це було би бажаною стратегією для будь-якої статі, але самиці досягти її складніше. Оскільки вона відразу вкладає більше, ніж самець (у вигляді великої, багатой

на поживні речовини яйцеклітини), мати вже у момент зачаття «віддана» кожній дитині більше за батька. Якщо дитина загине, вона втратить також більше за батька. Таким чином, знову їй довелося би вкласти більше за батька, аби так само довести до пуття нову дитину замість втраченої. Якби вона спробувала залишити дитину на батька, а сама пішла б до іншого самця, то батько міг би залишити дитину без особливих наслідків для себе. Тому, принаймні на ранніх стадіях розвитку дитини, якщо хтось когось лишає, то саме батько, а не мати. Так само можна очікувати, що самиці вклададуть у дітей більше, ніж самці не лише на початку, але й протягом усього їхнього розвитку. Так, у ссавців, наприклад, саме самиця виношує зародок у своєму тілі, виробляє молоко для годування дитини після народження та несе основний тягар її вигодовування і захисту. Жіночу статтю експлуатують, і фундаментальною еволюційною основою цього є той факт, що яйцеклітини більші за сперматозоїди.

Певна річ, у багатьох видів батько справді доглядає за дітьми старанно і чесно. Але навіть тоді слід розраховувати, що на самців зазвичай чинитиметься певний еволюційний тиск, аби вони вкладали в кожну дитину трохи менше і запрагнули мати більше дітей від інших самиць. Цим я хочу лише сказати, що тенденцію досягати успіху в генофонді матимуть гени, які наказуватимуть організмові: «Якщо ти — чоловічої статі, лишай свою партнерку трохи швидше, ніж тобі наказав би мій конкурентний алень, та шукай іншу». Межа, до якої цей еволюційний тиск превалює на практиці, різниться залежно від виду. Наприклад, у райських птахів самиця взагалі не отримує жодної допомоги від самця і піклується про своїх пташенят самотужки. Інші види, наприклад трипалі мартини, утворюють моногамні пари, що є зразками подружньої вірності, і тому саме обидва партнери піклуються про дітей. Саме тут ми повинні припустити

дію певного еволюційного контртіску, бо егоїстична стратегія експлуатації партнерки, мабуть, пов'язана не лише з вигодою, але й з покаранням, причому у трипалих мартинів покарання переважає вигоду. Принаймні, батькові може бути вигідно залишити дружину з дитиною, якщо дружина має достатньо шансів вигодувати дитину самотужки.

Тріверс розглянув можливий план дій, досяжних для матері, яку покинув її партнер. Найкраще за все для неї було би спробувати обдурити іншого самця, аби той прийняв її дитину, «гадаючи», що вона від нього. Це може бути не так вже й складно, якщо мова йде про зародок — ще ненароджену дитину. Звичайно ж, ця дитина матиме половину генів матері, але ні жодного гена свого легковірного вітчима. Природний добір мав би суворо карати таку легковірність у самців та, по суті, сприяти самцям, які наважуються на вбивство будь-яких потенційних прийомних дітей одразу ж після того, як почали жити з новою дружиною. Цілком можливо, що саме цим пояснюється так званий ефект Брюс: самець миші виділяє хімічну речовину, запах якої здатний спричинити у вагітної самиці викидень. Причому викидень відбувається лише за умови, що цей запах інший, ніж у її колишнього партнера. Таким чином самець миші знищує потенційних прийомних дітей та робить свою нову дружину сприйнятливою до його власних загравань. Ардрі, до речі, вбачає в ефекті Брюс механізм контролю чисельності популяції! Схоже поводитися і самці левів, які одразу після своєї появи в прайді іноді вбивають вже народжених дитинчат чи не тому, що вони не є їхніми власними дітьми.

Самець може досягати того самого результату і не вбиваючи прийомних дітей. Перш ніж спаруватися, він може нав'язати самиці тривалий період залицяння, відганяючи від неї всіх інших самців та не даючи їй утекти. Саме так він може почекати, щоб впевнитися, чи не носить вона

часом у своєму лоні дітей не від нього, та покинути її, якщо це так. Є причина, чому цей довгий період «заручин» перед спаровуванням може бути бажаним також для самиці, але про це згодом. Поки йдеться про те, чому він може бути бажаним для самця. За умови, що він ізолює самицю від усіх контактів з іншими самцями, він уникне ролі вимушеного благодійника чужих дітей.

Уявімо, що покинута самиця не може змусити нового самця прийняти її дитину. Що ж тоді вона має зробити? Чимало залежить від віку потомства. Якщо дитина щойно зачата, то, попри використання на неї цілої яйцеклітини, і не лише, самиці все одно може бути вигідно скинути дитину і якомога швидше знайти собі нового партнера. За таких обставин перевагу від викидня отримали б і вона, і її потенційний новий чоловік — адже ми виходимо з припущення, що вона не має жодних підстав обманом змусити його прийняти дитину. Це пояснює, чому ефект Брюс може влаштовувати й самицю також.

Інша можливість, що відкривається перед покинутою самицею, — це змиритися та спробувати виростити дитину самотужки. Їй це може бути вигідно, коли дитина вже достатньо доросла. Чим дитина старша, тим більше на неї витрачено зусиль і тим менше знадобиться матері, аби остаточно завершити свою роботу. Навіть тоді, коли дитина ще надто мала, матері все одно може бути вигідно спробувати отримати користь від своїх витрат, хоч самець і пішов, і їй доведеться працювати вдвічі важче, щоб прогодувати дитину. Її не обходить, що дитина має половину генів батька, тому вона могла би покинути її на зло йому. Але у сліпій злості немає жодного сенсу. Дитина ж бо має половину її генів, тому проблему доведеться вирішувати самотужки.

Як це не парадоксально виглядає, але розумною стратегією для самиці, яку можуть покинути, буде піти від самця

раніше, ніж він від неї. У цьому є певна користь для неї навіть тоді, коли вона витратилася на дитину більше, ніж самець. Гірка правда полягає в тому, що в деяких обставинах перевагу отримує партнер, що кидає *першим*, байдуже, чи йдеться про батька чи матір. Як запевняє Тріверс, партнер, якого кидають, опиняється в безвиході. Цей аргумент доволі страхотливий, але дуже проникливий. Можна очікувати, що один із батьків піде тоді, коли зможе сказати: «Наша дитина достатньо розвинена, а тому будь-хто з нас *здатен* впоратися з нею надалі самотужки. Отже, саме тепер мені буде вигідно піти, але за умови, що мій партнер гарантовано не піде також. Якщо я піду тепер, мій партнер зробить усе можливе для її/його генів. Він/вона буде змушений приймати більш радикальні рішення, ніж я тепер, бо мене вже не буде поруч. Мій партнер «знатиме», що якщо він/вона піде теж, дитина напевне загине. Тому, припускаючи, що мій партнер прийме рішення, найкраще для його/її власних егоїстичних генів, я роблю висновок, що мені краще за все піти першим. Це підтверджується тим, що мій партнер може «думати» так само і в будь-яку хвилину перехопити ініціативу, покинувши мене!» Як і попередні, цей уявний монолог наведений лише як певна ілюстрація. Річ у тім, що добір сприятиме саме генам тих, хто залишатиме *першим*, бо інших генів просто не буде.

Отже, ми розмірковували над тим, що може зробити самиця, якщо її покине партнер. Та схоже, що всі варіанти лише пом'якшують прикру ситуації. А от чи може самиця відразу зменшити тиск експлуатації, що чинить її партнер? По суті, вона має один козир — відмовитись від спаровування. Вона користується попитом, і цей попит більший за пропозицію. Це тому, що вона має посаг — велику, багату на поживні речовини яйцеклітину. Самець, що успішно спарується з нею, отримає цінний запас їжі для своїх дітей.

Позиція самиці потенційно вигідна, бо вона може добряче поторгуватися перед спаровуванням. Спаровуючися же, вона одразу позбувається свого козиря — її яйцеклітиною розпоряджатиметься самець. Однак, якоїсь особливої торгівлі насправді не відбувається. Чи існує інший реалістичний спосіб, коли під впливом природного добору могло виникнути щось еквівалентне запеклій торгівлі? Розгляньмо дві головні можливості, які називаються стратегією сімейного щастя і стратегією сильного самця.

Найпростіша версія стратегії сімейного щастя є такою: самиця уважно приглядається до самців та намагається заздалегідь вирізнити у них ознаки вірності та турботливості. Самців будь-якої популяції неодмінно відрізнятиме між інших схильність бути вірними чоловіками. Якщо самиця зуміє заздалегідь розпізнати такі якості, то зможе отримати вигоду, маючи такого партнера. Одним із способів для самиці досягти цього є вдавання із себе протягом тривалого часу недосяжного об'єкта. Будь-який самець, достатньо терплячий, щоб дочекатися, коли самиця, врешті-решт, погодиться з ним спаруватись, навряд чи стане хорошим кандидатом на роль вірного чоловіка. Наполягаючи на довгому періоді заручин, самиця відлякує несерйозних залицяльників, після чого спаровується лише з тим самцем, що доведе свою вірність та наполегливість. Жіноча скромність, загалом, є дуже поширеною серед тварин, тому й виникають тривалі періоди залицянь або заручин. Як ми вже бачили, довгі заручини можуть також бути вигідними і для самця, коли існує небезпека, що його примусово змушують піклуватися про чужу дитину.

Ритуали залицяння часто включають у себе суттєвий внесок самця перед спаровуванням. Самиця може відмовлятися від спаровування, доки самець не збудує їй гніздо. Або самець має згодувати їй доволі значну кількість їжі. Це, певна

річ, дуже добре для самиці, але також пропонує іншу можливу версію стратегії сімейного щастя. Можливо, самиці змушують самців вкладати так багато в їхніх дітей *перед тим*, як вони дозволять спаровування, щоби самцям було вже не вигідно покинути їх *після* спаровування? Ідея доволі цікава. Самець, який чекає, поки скромна самиця, врешті-решт, із ним спарується, зазнає певних витрат: він відмовляється від можливості спаруватися з іншими самицями, а також витрачає багато часу та енергії, упадаючи коло неї. До того часу, коли йому нарешті дозволять спаруватися з конкретною самицею, він неминуче буде «залежний» від неї. У нього залишиться менше спокус піти від неї, якщо він знатиме, що будь-яка самиця, що йому колись трапиться, також виснажуватиме його, перш ніж узятися до справи.

Як я вже зазначав в іншій своїй роботі, саме тут у міркування Тріверса закралася помилка. Він вважав, що попередній внесок прирікає індивіда на майбутній внесок. Це якась неправильна економіка. Бізнесмен ніколи б не сказав: «Я вже вклав в авіалайнер «Конкорд» стільки, що тепер не можу дозволити собі пустити його на металобрухт». Натомість, він має завжди ставити собі запитання, чи буде йому вигідно *в майбутньому* зменшити витрати і згорнути цей проект тепер, хоча вже багато у нього вклав. Так само й самиці немає сенсу змушувати самця упадати біля неї, сподіваючись, що це автоматично не дасть самцеві в подальшому її покинути. Така версія стратегії сімейного щастя залежить від одного важливого припущення. Воно полягає в тому, що більшість самиць майже напевно грають у ту саму гру. Адже, якщо в популяції є вільні самиці, готові прийняти самців, які покинули своїх дружин, тоді самцеві може бути вигідно піти від дружини навіть з огляду на те, що викладався на її дітей.

Тому багато що залежить від манери поведінки більшості самиць у популяції. Якби ми могли виходити з припущення

про певну змову між самицями, то не виникало би жодних проблем. Але змова самиць так само можлива, як змова «голубів», про яку йшлося в 5-му розділі. Натомість, слід шукати еволюційно стабільні стратегії. Візьмімо метод аналізу агресивного суперництва Мейнарда Сміта і застосуємо його до статей*. Це буде трохи складніше, ніж випадок «яструбів» та «голубів», бо ми матимемо справу з двома стратегіями самиць та двома стратегіями самців.

Як і в дослідженнях Мейнарда Сміта, слово «стратегія» належить сліпій несвідомій програмі поведінки. Назвемо наші дві стратегії самиць «скромниця» та «розпусниця», а дві стратегії самців — «вірний» та «бабій». Правила поведінки цих чотирьох стратегій такі: «скромниці» не спаровуються з самцем, поки він не витримає довгий та витратний період залицяння, що триває кілька тижнів. «Розпусниці» спаровуються одразу будь з ким. «Вірні» згодні залицятися тривалий час, а після спаровування залишаються з самицею та допомагають їй дбати про дітей. «Бабії» швидко втрачають терпіння, якщо самиця не спаровується з ними негайно, після чого йдуть геть та шукають собі іншу самицю; після спаровування вони теж не лишаються поруч, а йдуть шукати нових самиць. Як і щодо «яструбів» та «голубів», це не єдині можливі стратегії, але, тим не менш, вивчення їхніх особливостей здатне багато що з'ясувати.

Як і Мейнард Сміт, ми скористаємось для оцінювання різноманітних витрат та вигоди довільними гіпотетичними параметрами. Загалом, це можна зробити й за допомогою алгебраїчних символів, але звичайні цифри легше зрозуміти. Уявімо, що генетична винагорода, що її отримує кожен із батьків при успішному вигодовуванні дитини, складає + 15 одиниць. Вартість вигодовування однієї дитини, а саме її харчування, часу, що був витрачений на неї, і всіх ризиків, узятих на себе заради неї, складає – 20 одиниць. Ця

вартість має знак мінус, бо вона «сплачується» батьками. У знак мінус також закладена вартість витраченого на тривалі залицяння часу. Нехай вона складатиме — 3 одиниці.

Уявіть, що ми маємо популяцію, де всі самиці — «скромниці», а всі самці — «вірні». Це буде ідеальне моногамне суспільство. В кожній парі самець та самиця отримують однакову середню винагороду. За кожну вигодовану дитину вони матимуть + 15, порівну ділячи між собою вартість її вигодовування (– 20), що, в середньому, складає – 10 для кожного з них. Вони обидва сплачують – 3 одиниці штрафу за змарнований на тривалі залицяння час. Таким чином, середня винагорода для кожного з них складає $+ 15 - 10 - 3 = + 2$.

Тепер уявімо, що в цій популяції з'являється одна «розпусниця». В неї все складається дуже добре. Вона не сплачує вартість затримки спаровування, бо не заохочує тривалі залицяння. Оскільки всі самці в популяції є «вірними», вона може розраховувати напевне знайти хорошого батька для своїх дітей. Загалом, її винагорода за кожну дитину складає $+ 15 - 10 = + 5$. Вона отримує на 3 одиниці більше, ніж її скромні суперниці. Тому гени «розпусниці» починають поширюватися.

Якщо успіх «розпусниць» настільки великий, що вони починають домінувати в популяції, зміни відбуваються також і в таборі самців. Досі монополію там мали «вірні». Але тепер, якщо в популяції з'являється «бабій», справи в нього йдуть краще, ніж у його суперників. В популяції, де всі самиці є «розпусницями», вибір для «бабія» багатющий. Він отримує + 15 одиниць за успішне вигодовування дитини і не сплачує жодних витрат. Така відсутність витрат, насамперед, означає для нього свободу піти собі після народження дитини та паруватися з новими самицями. Кожна з його нещасних дружин побивається, як їй вигодувати дитину самотужки, сплачуючи цілих – 20 одиниць витрат,

хоча нічого не сплачує за змарнований на залицання час. Чиста винагорода «розпусниці», коли вона натрапить на «бабія», складає $+15 - 20 = -5$; винагорода ж самого «бабія» складає $+15$. В популяції, де всі самиці — «розпусниці», гени «бабія» поширюватимуться зі швидкістю лісової пожежі.

Якщо кількість «бабіїв» зростає так швидко, що вони починають домінувати серед самців популяції, в «розпусниць» виникає проблема. Будь-яка скромна самиця може тоді отримати велику перевагу. Але якщо «скромниця» матиме справу з «бабієм», з цього нічого путнього не буде. Вона наполягає на тривалому залицанні, а він відмовляється та йде собі геть у пошуках іншої самиці. До того ж жоден із партнерів нічого не сплачує за марнування часу. Жоден із них також нічого не отримує, оскільки дитина не народжується. Таким чином, чиста винагорода для «скромниці» в популяції, де всі самці — «бабії», дорівнює нулю. Може здаватися, що нуль — це ніщо, але це краще, ніж -5 , що є середньою винагородою для «розпусниці». Навіть якби «розпусниця», покинута «бабієм», вирішила лишити свою дитину, вона все одно мала б зазнати суттєвих витрат, насамперед яйцеклітини. Отже, гени «скромниці» знову починають поширюватися цілою популяцією.

На завершення цього гіпотетичного циклу зазначимо: коли кількість «скромниць» зростає настільки, що вони починають домінувати, «бабіям», яким так легко жилося з «розпусницями», стає непереливки. Самиці одна за одною наполягають на довгих та активних залицаннях. У «бабіїв» розбігаються очі, але історія знову повторюється. Чиста винагорода для «бабія», коли всі самиці — «скромниці», дорівнює нулю. Тепер, якщо в популяції з'являється «вірний», «скромниці» спаровуються лише з ним. Його чиста винагорода складає $+2$, що краще, ніж у «бабія». Отже, генів «вірних» стає дедалі більше, і ми виходимо на нове коло.

Тоді, коли йшлося про аналіз агресії, я розповідав цю історію так, немов вона є нескінченною чередою коливань. Але, як і в тоді, можна сказати, що жодних коливань насправді не відбувається. Система тяжіє до стабільного стану*. Якщо провести відповідні підрахунки, виявиться, що популяція, де $\frac{5}{6}$ самиць — «скромниці», а $\frac{5}{8}$ самців — «вірні», є еволюційно стабільною. Звичайно, це стосується лише конкретних довільних чисел, з яких ми почали, але неважко визначити стабільні співвідношення і для будь-яких інших довільних припущень.

Як і в аналізах Мейнарда Сміта, нам не обов'язково думати, що існує два різних типи самців та два різних типи самиць. ЕСС може з тим самим успіхом бути досягнутою, якщо кожен самець проводить $\frac{5}{8}$ свого часу як «вірний» і решту часу — як «бабій», а кожна самиця — $\frac{5}{6}$ свого часу як «скромниця» і $\frac{1}{6}$ — як «розпусниця». Що би ми не думали про ЕСС, суть її така: будь-яка тенденція представників тієї чи іншої статі до відступу від їхнього відповідного стабільного співвідношення насамкінець каратиметься зміною співвідношення стратегій іншої статі, що, зі свого боку, не піде відступникові на користь. Саме так і зберігається ЕСС.

З цього можна зробити висновок, що виникнення популяції, яка складається переважно зі скромних самиць та вірних самців, безумовно, можливе. За таких обставин стратегія сімейного щастя для самиць, схоже, насправду працює. І тут не слід шукати якоїсь змови «скромниць». Скромність дійсно може бути вигідна егоїстичним генам самиці.

Є різні способи, якими самиці можуть застосувати цей тип стратегії на практиці. Я вже висував припущення, що самиця може відмовлятися спаровуватися з самцем, доки той не збудує для неї гніздо або, принаймні, не допоможе їй це зробити. І дійсно, у багатьох моногамних птахів спаровування не відбувається, доки не з'явиться гніздо.

Суть в тому, що за таких обставин на момент запліднення самець вже вкладає в дитину набагато більше, ніж самі його маловартісні сперматозоїди.

Вимога, щоби перспективний партнер спочатку збудував гніздо, є для самиці одним із ефективних способів загнати його в пастку. Здавалося б, теоретично тут знадобиться майже все, що вимагає від самця чималих витрат, навіть якщо ці витрати не безпосередньо йдуть на користь ще ненародженим дітям. Якби всі самиці популяції змушували самців вдатися до будь-якого складного і витратного вчинку (вбити дракона або підкорити гірську вершину), перш ніж погодитися з ними спаруватися, теоретично вони б могли зменшити спокусу для самців покинути їх після спаровування. Будь-якого самця, якому кортіло покинути партнерку та спробувати поширити більше своїх генів за допомогою іншої самиці, зупиняла би думка, що йому доведеться вбити ще одного дракона. Однак це мало ймовірно, що самиці поставили б своїм залицяльникам такі примхливі завдання, як вбивство чудовиська чи пошук Святого Грааля. Причина полягає в тому, що конкурентна самиця, яка б поставила завдання не менш складне, але більш корисне для неї та її дітей, отримала би перевагу над більш романтично налаштованою самицею, яка вимагала безглузвих проявів кохання. Збудувати гніздо, можливо, менш романтично, ніж дістати рідкісну квітку чи переплисти бурхливий потік, але значно корисніше.

Також корисною для самиці є практика, яку я вже згадував, а саме: протягом залицяння її годує самець. У птахів це, зазвичай, поціновується як певне повернення самиці до дитячої поведінки. Вона випрошує в самця їжу, вдаючися до тої самої мови тіла, що й маленькі пташенята. Існує думка, що це автоматично виглядає привабливим для самця, так само, як чоловік розчулюється, коли доросла жінка

лепече або надимає губки. В цей час самиця птаха потребує всієї додаткової їжі, яку тільки можна отримати, бо вона накопичує запаси для створення великих поживних яєць. Те, що самець годує протягом залицяння, схоже, становить його безпосередній внесок у створення яйця. Тому воно має ефект зменшення нерівності між первинними внесками батьків в їхнє спільне потомство.

До годування протягом залицяння вдаються також деякі комахи та павуки. Але тут час виникнути альтернативному поясненню. Оскільки, як і з богомолами, самцеві може загрожувати небезпека, що його з'їсть більша за розмірами самиця, йому піде на користь усе, що він тільки зможе зробити для зменшення її апетиту. Бідолашний самець богомола таки робить внесок у своїх дітей, але в доволі моторошному сенсі. Він використовується самицею як їжа, що сприяє створенню яйцеклітини, яку після його смерті запліднюють його ж власні накопичені сперматозоїди.

Самицю, що прагне стратегії сімейного щастя, лише привдяляючись до самців та заздалегідь намагаючись *розпізнати* ознаки вірності, легко ошукати. Будь-який самець, здатний видати себе за цілком вірного й люблячого, але насправді приховує потужну схильність до легковажності та невірності, може нею скористатися. Оскільки його покинуті колишні дружини мають шанс виростити хоча б кількох його дітей, «бабій» зможе поширювати більше генів, ніж конкурентний самець, що є чесним чоловіком та батьком. Таким чином, добір сприятиме поширенню самцями в генофонді генів ефективного обману.

І навпаки, природний добір, зазвичай, сприятиме самицям, які добре розпізнаватимуть такий обман. Один зі способів, яким вони можуть це зробити, — удавати з себе неймовірно скромну під час залицяння нового самця, але в подальші сезони розмноження дедалі швидше приймати

аванси відданого залицяльника. Це автоматично каратиме молодих самців, які вперше входять у сезон розмноження, облудники вони, чи ні. Потомство наївних самиць, які розмножуються вперше, могло б мати відносно велику частку генів невірних батьків, але вірні батьки мають перевагу в другий та подальші роки життя матері, бо їм не доводиться відбувати ті самі тривалі і виснажливі ритуали залицяння. Якщо більшість індивідів у популяції становлять діти досвідчених, а не наївних матерів (розумне припущення для будь-якого довговічного виду), то в генофонді починають превалювати гени чесного, сумлінного батьківства.

Задля певного спрощення я трактував самця або як абсолютно чесного, або як підступного брехуна. В реальності ж більш імовірно, що всі самці (по суті, всі індивіди) трохи схильні до брехні, бо запрограмовані не гаяти жодної можливості для експлуатації своїх партнерок. Удосконалюючи вміння кожного партнера викривати нечесність в іншому, природний добір утримує широкомасштабний обман на доволі низькому рівні. Самці можуть отримати від нечесності більший вигреш, ніж самиці, і слід очікувати, що навіть у тих видів, де самці демонструють безмежний батьківський альтруїзм, вони будуть схильні робити трохи менше за самиць і певніше наживають п'ятами. У птахів та ссавців це досить поширене явище.

Проте є види, де самець насправді більше піклується про дітей, ніж самиця. Серед птахів та ссавців такі приклади батьківської відданості надзвичайно рідкісні, але серед риб вони трапляються доволі часто. Чому? Для теорії егоїстичного гена це загадка, яка не давала мені спокою протягом тривалого часу. Оригінальну розгадку нещодавно запропонувала мені під час однієї з наших консультацій міс Т. Р. Карлайл. Вона скористалася представленою раніше ідеєю Тріверса про «безвихідь» таким чином.

Багато риб не спаровуються, а просто випускають свої статеві клітини у воду. Запліднення відбувається у відкритій воді, а не в тілі одного з партнерів. Можливо, саме так і починалося колись статеве розмноження. З іншого боку, наземні тварини, такі як птахи, ссавці та рептилії, не можуть собі дозволити таке зовнішнє запліднення, бо їхні статеві клітини є надто вразливими до пересихання. Гамети однієї статі (самця, оскільки сперматозоїди дуже рухливі) вводяться у вологу піхву представниці іншої статі (самиці). Досі були лише факти. Тепер починається здогад. Після спаровування самиця, яка мешкає на суші, стає фізичною власницею ембріона. Він перебуває всередині її тіла. Навіть якщо вона майже одразу відкладає запліднене яйце, самець все одно має час зникнути, таким чином заганняючи самицю в «безвихідь» Тріверса. Самець неминуче отримує можливість прийняти рішення піти першим, перекресливши варіанти самиці і змушуючи її вирішувати, чи покинути потомство на вірну смерть, чи залишитися з ним і вигодувати його. Тому серед наземних тварин материнська турбота поширена більше, ніж батьківська.

Але у риб та інших тварин, що мешкають у воді, ситуація зовсім інша. Якщо самець фізично не вводить свої сперматозоїди в тіло самиці, немає жодного сенсу казати, що самицю покинули «з дитиною». Будь-який партнер може швидко зникнути, залишивши тільки-но запліднені яйця іншому. Існує навіть причина, чому саме самець часто найбільше ризикує бути покинутим. Здається цілком імовірним, що може початись еволюційна сутичка за те, кому першому випустити у воду свої статеві клітини. Партнер, який це зробить, отримає перевагу, бо зможе тоді залишити турботу про нові ембріони на іншого. З другого боку, партнер, який випустить свої статеві клітини першим, ризикує, що його перспективний партнер може потім не зробити

так само. Тут більш вразливим є самець, хоча б тому, що сперматозоїди легші та швидше розносяться водою, ніж яйцеклітини. Якщо самиця випускає свої клітини зарано, тобто, випереджаючи самця, це не має великого значення, бо яйцеклітини, відносно великі та важкі, скоріш за все, триматимуться деякий час разом немов зчеплена кладка. Тому самиця риби може собі дозволити піти на «ризик», випустивши яйцеклітини першою. Самець на такий ризик не наслідиться, бо якщо він випустить сперматозоїди зарано, вони розсіюються ще до того, як буде готова самиця, а тоді вона теж не випускатиме яйцеклітини, бо це не матиме сенсу. Через загрозу розсіювання сперматозоїдів самець повинен чекати, поки самиця не відкладе ікру, а вже тоді випустити над цими яйцеклітинами свої сперматозоїди. Але при цьому самиця має кілька коштовних секунд, щоби зникнути, залишивши потомство на самця та змусивши його вирішувати дилему Тріверса. Таким чином, ця теорія чудово пояснює, чому батьківська турбота поширена у воді, але рідкісна на суходолі.

Облишивши риб, розглянемо тепер іншу основну стратегію самиць — стратегію сильного самця. У видів, де поширена така стратегія, самиці, по суті, пристають на те, що не отримують жодної допомоги від батька своїх дітей, але роблять це заради хороших генів. І вкотре вони вдаються до своєї зброї відтягування процесу спаровування. Вони відмовляються спаровуватися з першим-ліпшим самцем, ретельно придивляючись та вибираючи, перш ніж підпустити його до себе. Деякі самці, безумовно, містять більшу кількість хороших генів, ніж інші, — генів, які збільшили би шанси на виживання і синів, і доньок. Якщо самиця зуміє якимось чином виявити у самців хороші гени за допомогою зовнішніх ознак, то зможе принести користь своїм власним генам, поєднавши їх з хорошими батьківськими.

Використовуючи нашу аналогію команди з веслування, самиця може мінімізувати шанс того, що її гени програють, потрапивши у погане товариство. Вона може спробувати ретельно дібрати для своїх власних генів чудових товаришів по команді.

Скоріш за все, більшість самиць дійдуть згоди щодо того, які самці найкращі, оскільки всі вони мають однакову первинну інформацію. Тому спаровування, переважно, ляже на плечі цих кількох щасливчиків. На це вони цілком здатні, бо їм треба буде вділити кожній самиці лише трохи сперматозоїдів, що не завдасть їм особливих клопотів. Саме так, мабуть, відбувається у морських слонів та у райських птахів. Самиці дозволяють скористатись ідеальною стратегією егоїстичної експлуатації лише кільком самцям (до чого прагнуть всі самці), причому стежать, щоб така розкіш випадала лише найкращим.

Якими, з погляду самиці, що намагається дібрати кращі гени для поєднання з її власними, мають бути ці гени? Перш за все, вони мають свідчити про здатність до виживання. Безумовно, будь-який потенційний партнер, який до неї залицяється, вже довів свою здатність дожити, принаймні, до зрілого віку, але він ще не надто переконав, що може прожити значно довше. Доволі доброю стратегією для самиці може бути пошукати собі пару серед старших самців. Попри всі їхні недоліки, вони, принаймні, довели свою здатність до виживання, і вона, скоріш за все, поєднає свої гени з генами довговічності. Проте, немає жодного сенсу забезпечувати тривале життя своїм дітям, якщо вони не подарують їй багато онуків. Довголіття не є безсумнівною ознакою здатності до народження дітей. По суті, довговічний самець міг вижити *саме тому*, що не ризикував заради розмноження. Самиця, що обирає старшого самця, необов'язково матиме більше нащадків, ніж конкурентна

самиця, яка обирає молодшого, що демонструє якісь інші ознаки чудових генів.

Які ж це інші ознаки? Варіантів чимало. Наприклад, сильні м'язи як ознака здатності здобувати їжу; довгі ноги як ознака здатності тікати від хижаків. Самиця може принести користь своїм генам, поєднавши їх з такими характеристиками, оскільки вони можуть бути корисними якостями і для її синів, і для доньок. Тоді ми спершу маємо уявити, що самиці обирають самців, виходячи з абсолютно чітких знаків чи показників, які, зазвичай, засвідчують чудові гени у їхній основі. Але тут є дуже цікавий момент, який усвідомлював Дарвін і чітко сформулював Фішер. У суспільстві, де самці конкурують між собою, щоби бути вибраними самицями як сильні чоловіки, найкраще, що матір може зробити для своїх генів, — це народити сина, який колись також стане привабливим самцем. Якщо вона зможе забезпечити, щоби її син став одним із небагатьох щасливчиків, які виграють більшість спаровувань у суспільстві, коли виросте, то отримає величезну кількість онуків. Отже, однією з найбільш бажаних якостей, які самець може мати в очах самиці, є сама сексуальна привабливість. Самиця, що спаровується із суперпривабливим, сильним самцем, імовірно, матиме синів, привабливих для самиць наступного покоління, які подарують їй багато онуків. Тоді можна вважати, що спочатку самиці вибирали самців з огляду на безсумнівно корисні якості, такі як великі м'язи, але коли такі якості стали популярними в очах самиць виду, природний добір міг продовжити сприяти їм лише через їхню привабливість.

Отже, такі крайнощі, як хвости самців райських птахів, могли виникнути внаслідок якогось нестабільного, неконтрольованого процесу*. На ранніх етапах дещо довший за звичайний хвіст міг трактуватися самицями як бажана озна-

ка у самців, мабуть, тому що він засвідчував нормальний і здоровий розвиток свого власника. Короткий хвіст самця, либонь, вказував на певний дефіцит вітамінів, тобто був ознакою невміння шукати їжу. Можливо, що короткохвості самці не дуже добре вміли тікати від хижаків, а тому хвости в них були обскубані. Зауважте: ми зараз говоримо не про те, чи успадковувався короткий хвіст генетично, а лише, що він служив ознакою певної генетичного дефекту. В будь-якому разі, якою б не була причина, уявімо, що самиці предків райських птахів віддавали перевагу самцям з довшими за середній хвостами. За умови, що до природної варіації довжини хвоста самців робився якийсь генетичний внесок, з часом це могло б спричинити збільшення середньої довжини хвоста самців у популяції. Самиці дотримувалися простого правила: придивитись до самців та вибрати з них того, в кого хвіст найдовший. Будь-яка самиця, яка відступала від цього правила, була покарана, *навіть якщо* хвости вже стали такими довгими, що насправді лише заважали самцям, що їх мали. Це відбувалося тому, що будь-яка самиця, яка не народила довгохвостих синів, мала небагато шансів, що один з її синів вважатиметься привабливим. Подібно до моди на жіночий одяг або якусь модель автівки, тенденція щодо довших хвостів поступово пішла у власному напрямкові. Зупинити її вдалося лише після того, як хвости стали настільки гротескно довгими, що їхні очевидні недоліки стали більшими за перевагу з огляду на статеву привабливість.

Цю ідею складно осягнути, і скептики нею зацікавилися ще з тих часів, коли Дарвін запропонував її вперше під назвою «статевий добір». Один із тих, хто в неї не вірить, є А. Захаві, з теорією «Лиско, лиско» якого ми вже мали справу. Як конкурентне пояснення, він ставить на перший план свій власний, дратівливо протилежний, «принцип гандикапа»*. Він наполягає, що саме намагання самиць

вибрати серед самців хороші гени відкриває перед самцями можливість обману. Сильні м'язи можуть сприйматися самицею як однозначно чудовий критерій під час вибору партнера, але що тоді заважає самцям наростити непотрібні їм м'язи, так само справжні, як підмощені плечі в людей? Якщо непотрібні м'язи коштують самцеві менше, ніж справжні, то статевий добір має сприяти генам нарощення таких м'язів. Проте дуже скоро контрдобір призведе до появи самиць, здатних розпізнавати цей обман. Основна думка Захаві полягає в тому, що самиці зрештою почнуть розпізнавати порожню саморекламу. Тому він робить висновок, що насправді успішними будуть ті самці, які відмовляться від облудної самореклами, а переконливо запевнятимуть, що вони не брешуть. Якщо мова йде про сильні м'язи, то самці, які створюють лише їхню *погобу*, дуже скоро будуть виведені самицями на чисту воду. Натомість самець, що демонструє наявність по-справжньому сильних м'язів, піднімаючи велику вагу або відтискаючись від підлоги, буде для самиць переконливим. Тобто, Захаві вважає, що сильний самець повинен не лише *виглядати* високоякісним самцем, але й насправді *бути* ним, бо інакше скептично налаштовані самиці уникатимуть його. Таким чином, складається враження, що лише справді сильний самець має право на існування.

Досі все йшло добре. Але тепер настав час перейти до тієї частини теорії Захаві, з якою важко погодитися. Він висловлює думку, що хвости райських птахів та павичів, величезні роги оленів, а також інші надзвичайні ознаки з погляду статевого добору, які завжди виглядали парадоксальними, бо створюють очевидні перешкоди своїм власникам, виникають саме *тому*, що вони є перешкодами. Птах із довгим та незручним хвостом демонструє самицям свої якості сильного самця, бо він вижив *nonpro* свій хвіст. Уявіть собі жінку, яка спостерігає за перегонами між двома чоловіками.

Якщо обидва перетнуть фінішну лінію одночасно, але при цьому один спеціально покладе собі на плечі мішок з картоплею, жінки, природно, дійдуть висновку, що насправді швидшим бігуном є чоловік із тягарем.

Я не вірю в цю теорію, хоча вже й не настільки непохитний у своєму скептицизмі, коли почув її вперше. Тоді я сказав, що логічним висновком для неї має бути поява самців з лише однією ногою та оком. Захаві, який родом із Ізраїля, негайно відповів: «Деякі з наших найкращих генералів мають лише одне око!» Тим не менш, це не усуває проблему, що принцип гандикапа, схоже, містить у собі основне протиріччя. Якщо гандикап справжній (а суть теорії саме і полягає в тому, що він має бути справжнім), тоді він ускладнюватиме життя потомства з тією самою вірогідністю, з якою може приваблювати самиць. В будь-якому разі, важливо, щоби цей гандикап (перешкода, фізична вада) не передавався донькам.

Якщо перефразувати принцип гандикапа мовою генів, ми отримаємо приблизно таке пояснення. Ген, який розвиває у самців якусь фізичну ваду, наприклад, довгий хвіст, стає в генофонді більш чисельним, бо самиці обирають самців із такими вадами. Вони це роблять, бо гени, які спонукають до цього самиць, теж починають з'являтися в генофонді частіше. Це відбувається тому, що самиці, яких приваблюють самці з вадами, зазвичай автоматично обиратимуть самців з чудовими в іншому розумінні генами, оскільки ці самці дожили до зрілого віку попри свої вади. Ці хороші «інші» гени підуть на користь організмам дітей, які завдяки цьому доживуть до поширення генів самої вади, а також генів вибору самців із вадами. За умови, що гени самої вади виявляють свій вплив лише у синів, так само, як гени вибору самців із вадами — лише у доньок, ця теорія саме могла би працювати. Але поки вона сформульована лише на словах, ми не можемо бути впевнені, працюватиме

вона чи ні. Краще уявлення про те, наскільки така теорія реалістична, ми отримаємо, коли представимо її у вигляді математичної моделі. Поки що математичним генетикам не вдалося перетворити принцип гандикапа на робочу модель. Можливо, причина в тому, що цей принцип не придатний для обробки, а може, вони були недостатньо кмітливими. Одним із них є Мейнард Сміт, тому я більше схильюся до першого варіанту.

Якби самець міг демонструвати свою перевагу над іншими самцями у спосіб, що не передбачає якоїсь особливої вади, ніхто б не сумнівався, що він здатен збільшити свій генетичний успіх таким чином. Наприклад, морські слони завойовують та утримують свої гареми завдяки не власній естетичній привабливості для самиць, а тому, що здатні побити будь-якого самця, який спробує їхній гарем привласнити. Власники гаремів зазвичай перемагають у цих сутичках проти потенційних загарбників хоча б завдяки тому, чому саме вони зуміли стати власниками гаремів. Загарбники перемагають у цих сутичках не дуже часто, бо якби вони були здатні перемогти, то зробили би це раніше! Будь-яка самиця, що спаровується лише з власником гарему, цим пов'язує свої гени із самцем, достатньо сильним, щоб відбити подальші виклики з боку великої кількості відчайдушних холостяків. Якщо пощастить, її сини успадкують здатність свого батька утримувати гарем. Насправді самиця морського слона не має великого вибору, бо власник гарему сильно поб'є її, якщо вона спробує піти від нього. Проте тут продовжує діяти принцип, що самиці, які обирають для спаровування переможців у сутичках, можуть принести цим користь своїм генам. Як ми вже бачили, відомі приклади самиць, що віддають перевагу спаровуванню з самцями, які володіють своєю територією, а також із тими, що мають високий статус в ієрархії домінування.

Підсумовуючи все, що було викладене в цьому розділі досі, наявність у тварин різноманітних типів системи розмноження (моногамії, легковажних стосунків, гаремів тощо) можна пояснити конфліктом інтересів між самцями та самицями. Особини обох статей «хочуть» максимізувати свій загальний репродуктивний успіх протягом свого життя. Через фундаментальні відмінності між розміром та кількістю сперматозоїдів і яйцеклітин самці загалом схильні до легковажності та мінімальної батьківської турботи. Самиці мають у своєму розпорядженні два головні контрзаходи, які я називаю стратегіями сильного самця та сімейного щастя. Схильність самиць до застосування будь-якого з цих контрзаходів, а також реакція на них самців визначається особливостями умов існування виду. На практиці між двома стратегіями існує низка проміжних варіантів, і, як ми вже бачили, трапляється, що батько турбується про дитину більше за матір. Ця книга присвячена не особливостям конкретного виду тварин, тому я не говоритиму про те, що могло би схилити певний вид до конкретної форми системи розмноження. Натомість я розгляну відмінності, що звичайно спостерігаються між самцями та самицями загалом, та поясню, як їх можна трактувати. Отже, я не звертатиму особливої уваги на види, де відмінності між статями є незначними, бо зазвичай їхні самиці віддають перевагу стратегії сімейного щастя.

Самці мають схильність захоплюватися привабливими, яскравими кольорами, а от самиці найчастіше непоказні. Особини обох статей прагнуть не потрапити в пащу хижакам, а тому на них чиниться певний еволюційний тиск, що вимагає непомітного забарвлення. Яскраві кольори приваблюють хижаків аж ніяк не менше, ніж статевих партнерів. Мовою генетики це означає, що гени яскравих кольорів мають більші шанси завершити своє життя у шлункові

якогось голодного хижака, ніж гени непомітних. З іншого боку, гени невивражних кольорів мають менші шанси опинитися в наступному поколінні, бо непоказним особинам важче привабити партнера. Таким чином, виникає конфлікт між двома факторами добору: хижакими, що мають тенденцію вилучати з генофонду гени яскравих кольорів, та статевими партнерами, що мають тенденцію вилучати гени непомітності. Як і в дуже багатьох інших випадках, ефективні машини для виживання можна вважати компромісом у конфлікті між факторами добору. Наразі нас цікавить те, що оптимальний компроміс для самця, здається, відрізняється від оптимального компромісу для самиці. Це, звичайно, цілком збігається з нашим уявленням про самців як дуже азартних гравців з високими ставками. Через те, що самець виробляє декілька мільйонів сперматозоїдів на кожну яйцеклітину, вироблену самицею, сперматозоїди значно переважають кількість яйцеклітин у популяції. Тому будь-яка конкретна яйцеклітина має значно більші шанси на статеве поєднання, ніж будь-який конкретний сперматозоїд. Яйцеклітини є відносно цінними ресурсами, а тому для забезпечення запліднення її яйцеклітин самиці не потрібно бути такою ж статево привабливою, як самець. Самець цілком здатний стати батьком усіх дітей, що народяться у великій популяції самиць. Навіть якщо самець має коротке життя, бо його яскравий хвіст привертає увагу хижаків або застрягає в кущах, перш ніж померти, він може зачати напрочуд велику кількість дітей. Непривабливий або непоказний самець може прожити навіть стільки ж, як самиця, але має стосунок до малої кількості дітей, а його гени не передаються наступним поколінням. Яка самцеві користь, якщо він здобуде весь світ, але втратить свої безсмертні гени?

Інша поширена відмінність між статями полягає в тому, що самиці перебірливіші за самців щодо того, з ким вони

спаровуються. Однією з причин перебірливості особини будь-якої статі є потреба уникати спаровування з представником іншого виду. Такі гібридизації погані з різноманітних причин. Іноді, як з людиною та вівцею, спаровування не призводить до формування ембріона, тому втрата не велика. При схрещуванні між представниками більш споріднених видів, таких як коні і віслюки, втрати, принаймні, для партнера жіночої статі, можуть бути суттєвими. Цілком може сформуватися ембріон мула, який потім займатиме її матку протягом одинадцяти місяців. Він забиратиме велику частину її загального материнського внеску, причому не лише у формі їжі, поглинутої крізь плаценту, але пізніше й у вигляді висмоктаного молока. Найголовніше, він забиратиме час, який самиця могла би витратити на вирощування інших дітей. Потім, коли мул досягає зрілого віку, він виявляється безплідним. Вочевидь, це відбувається тому, що хоча хромосоми коня та віслюка достатньо подібні для співпраці у створенні здорового й сильного організму мула, вони недостатньо подібні, аби як слід працювати разом під час мейозу. Якою б не була точна причина, весь суттєвий внесок матері у вигодовування мула цілком марнується з позиції її генів. Кобили мають вельми уважно стежити за тим, аби особина, з якою вони спаровуються, була саме конем, а не віслюком. З погляду генетики будь-який ген коня, який наказує організмові: «Якщо ти — самиця, спаруйся з будь-яким старим самцем, віслюк він чи кінь», є геном, який може дуже скоро опинитися в безвиході, тобто в організмі мула, а внесок матері в цього новонародженого мула сильно зашкодить її здатності виростити здатних до розмноження коней. Самець, з іншого боку, може втратити менше, якщо спарується з представником не того виду, і, хоча він може нічого не отримати також, слід очікувати, що самці будуть менш перебірливими в їхньому

виборі статевих партнерок. Це виявилось правильним в усіх досліджуваних прикладах.

Причини для перебірливості можуть бути навіть всередині одного виду. Кровозмісні спаровування на кшталт гібридизації цілком можуть мати шкідливі генетичні наслідки, а саме через прояв летальних та напівлетальних рецесивних генів. І знову самиці можуть втратити більше, ніж самці, оскільки їхній внесок у будь-яку конкретну дитину зазвичай більший. Там, де існують табу на кровозмішування, слід очікувати, що самиці будуть дотримуватись їх більш суворо, ніж самці. Якщо ми припустимо, що активним ініціатором кровозмішування скоріш за все буде старший із партнерів, то слід очікувати, що кровозмісні союзи, в яких самець є старшим за самицю, будуть більш поширеними, ніж ті, в яких старшою є самиця. Наприклад, кровозмішування між батьком та донькою має бути більш поширеним, ніж між матір'ю та сином. Кровозмішування ж між братом та сестрою має бути проміжним за поширеністю.

Загалом, самці зазвичай більш нерозбірливі, ніж самиці. Оскільки самиця виробляє обмежену кількість яйцеклітин з відносно невеликою швидкістю, вона мало що може отримати від великої кількості спаровувань з різними самцями. З іншого боку, самець, що здатен виробляти мільйони сперматозоїдів кожного дня, може отримати все від стількох нерозбірливих спаровувань, скільки здатен мати. Надмірні спаровування можуть коштувати самиці лише марно витрачених часу та енергії, але насправді вони не дають їй нічого корисного. А от самець, скільки б він не спаровувався з різними самицями, ніяк не може цим задовольнитися: слово «надмірність» не має для нього жодного значення.

Я не мав на увазі виключно людину, але, розглядаючи еволюційні аргументи, що були наведені у цьому розділі, ми не можемо не звернути увагу на наш власний вид і наш

власний досвід. Приклад самиць, які зволікають із спаровуванням, допоки самець не надасть якісь докази тривалої вірності, декому з нас видадуться дуже навіть зрозумілими. Це може означати, що жінки частіше дотримуються стратегії сімейного щастя, ніж стратегії сильного самця. Багато людських суспільств є, по суті, моногамними. В нашому власному суспільстві внесок обох батьків у їхнє потомство є значним, без очевидного дисбалансу. Безумовно, матері роблять для своїх дітей більше безпосередньої роботи, ніж батьки, але батьки дуже часто тяжко працюють у більш непрямому сенсі, щоби забезпечити матеріальні ресурси, які вкладаються в дітей. З іншого боку, деякі людські суспільства є невибагливими у зв'язках, а багато ґрунтуються на ідеї гарему. Таке дивовижне різноманіття наводить на думку, що спосіб життя людини, переважно, визначається культурою, а не генами. Тим не менш, можливо, що чоловіки загалом мають тенденцію до нерозбірливості, а жінки — тенденцію до моногамії, як ми могли б передбачити на підставі еволюційних свідчень. Яка з цих двох тенденцій перемагає в конкретних суспільствах, залежить від особливостей їхньої культури, так само, як у різних видів тварин це залежить від умов існування.

Серед рис нашого власного суспільства безперечно аномальним видається ідея статевої самореклами. Як ми вже бачили, виходячи з еволюційних міркувань, цілком слід очікувати, що там, де статі відрізняються одна від одної, рекламуватимуть себе самці, тоді як самиці будуть непоказними. Сучасні мешканці Заходу є безумовними винятками в цьому. Це, звичайно, правда, що деякі чоловіки люблять вдягатися барвисто, а деякі жінки прагнуть лишатися непоказними, але, загалом, не може бути жодних сумнівів, що в нашому суспільстві еквівалент павичевого хвоста демонструють саме самиці, а не самці. Жінки фарбуються та вкладають вії. Крім особливих прикладів, коли йдеться про

акторів, чоловіки такого не роблять. Жінки, схоже, дуже зацікавлені в своєму зовнішньому вигляді, до чого їх заохочують журнали та рекламні проспекти. Натомість, чоловічі журнали приділяють менше уваги статевій привабливості чоловіків, і чоловік, надзвичайно зацікавлений в своєму гардеробі та зовнішньому вигляді, може викликати підозру в обох статей. Коли в розмові змальовують жінку, то, скоріш за все, неодмінно згадують її сексуальну привабливість або її відсутність. І це не залежить від статі того, хто говорить. Коли ж описують чоловіка, прикметники, які використовуються, майже напевно жодним чином із сексом не пов'язані.

Зважаючи на ці факти, біолог був би змушений запідозрити, що він має справу із суспільством, де самиці конкурують за самців, а не навпаки. Що стосується райських птахів, ми вирішили, що самиці є непоказними, бо їм не потрібно конкурувати за самців. Самці ж яскраві та показні, бо самиці користуються попитом і можуть собі дозволити бути перебірливими. Причина, чому самиці райських птахів користуються попитом, полягає в тому, що яйцеклітини є більш цінним ресурсом, ніж сперматозоїди. Що ж сталося з сучасними мешканцями Заходу? Можливо, в наш час чоловіки стали більш цінною статтю, яка користується попитом і може собі дозволити бути перебірливою? Якщо це дійсно так, то з якої причини?

10

ПОЧУХАЙ МЕНІ СПИНУ, І Я НА ТВОЇЙ ПРОЇДУСЬ

Ми вже розглянули взаємодії між машинами для виживання, що належать до одного й того ж самого виду: батьками та дітьми, представниками різних статей, а також окремими агресивними індивідами. Проте існують також вражаючі аспекти взаємодій між тваринами, що, здається, не підпадають під жодну з цих категорій. Одним із них є схильність дуже багатьох тварин до життя групами. Птахи збиваються в зграї, комахи — в рої, риби та кити — в косяки, рівнинні ссавці пасуться стадами або полюють невеликими групами. Як правило, в ці об'єднання входять представники лише одного виду, але бувають і винятки. Наприклад, зебри часто пасуться разом з антилопами гну, та й змішані зграї птахів не є дивиною.

Запропонований дослідниками перелік переваг, які егоїстичний індивід може отримати від життя в групі, вийшов доволі різноманітним. Я не збираюсь тут коментувати його весь, а торкнувся лише декількох моментів. Під час цього я повернуся до прикладів явно альтруїстичної поведінки, наведених у 1-му розділі, які обіцяв пояснити пізніше. Це приведе нас до розгляду особливостей життя соціальних комах, без яких жоден опис альтруїзму тварин не був би

повним. Нарешті, в цьому доволі неоднорідному розділі, я торкнуся важливої ідеї взаємного альтруїзму, а саме принципу: «Почухай мені спину, і я почухаю тобі».

Якщо тварини живуть разом групами, їхні гени повинні отримувати від такого об'єднання більше, ніж вони в нього вкладають. Зграя гієн здатна зловити значно більшу здобич, ніж одна гієна, а тому кожній егоїстичній особині може бути вигідно полювати зграєю, навіть попри те, що їжею тоді доведеться ділитися. Мабуть, з подібних причин і деякі павуки співпрацюють між собою заради створення величезної спільної павутини. Імператорські пінгвіни туляться одні до одних, щоб не замерзнути, бо таким чином кожен із них виставляє на холод меншу поверхню тіла, ніж якби був сам-один. Риба, яка плаває трохи збоку та ззаду іншої, отримує гідродинамічну перевагу від турбулентності, викликані передньою рибою. Можливо, це також впливає на прагнення риб збиватися в косяки. Схожий трюк, пов'язаний з повітряною турбулентністю, добре відомий велогонщикам і може пояснити, чому перелітні птахи шикуються клином. Існує, мабуть, конкуренція за те, аби уникнути невідповідної позиції на чолі зграї. Можливо, птахи змінюють один одного в ролі вимушеного лідера, що є певною формою відкладеного взаємного альтруїзму, про яку ми докладніше поговоримо наприкінці цього розділу.

Багато переваг групового життя, що припускаються вченими, пов'язані з прагненням тварин не потрапити в зуби хижаків. Просте формулювання такої теорії запропонував В. Д. Гамільтон у своїй роботі «Геометрія для егоїстичного стада». Задля уникнення непорозумінь підкреслюю, що під «егоїстичним стадом» він мав на увазі «стадо егоїстичних індивідів».

І знову ми почнемо з простої «моделі», яка, хоч і абстрактна, допоможе нам зрозуміти реальний світ. Уявімо, що на

певний вид тварин полює якийсь хижак, що зазвичай нападає на найближчу до себе здобич. З погляду хижака це — розумна стратегія, оскільки вона дозволяє зменшити витрати енергії. Однак з погляду здобичі така стратегія має цікавий наслідок: вона означає, що кожна жертва постійно намагається не стати найближчою до хижака. Якщо здобич зуміє виявити хижака здалеку, то просто втече. Але якщо хижаків вдасться з'явитися раптово, без попередження, скажімо, вигулькнути з високої трави, кожна жертва все одно може дещо зробити, аби звести до мінімуму ризик опинитися найближчою до нього. Уявіть, що кожна потенційна жертва немов оточена «зоною небезпеки». Ця зона визначається як ділянка землі, на якій всі точки є ближчими до цього індивіда, ніж до будь-кого іншого. Наприклад, якщо жертви пересуваються на певній відстані одна від одної, утворюючи правильну геометричну побудову, то зона небезпеки навколо кожної з них (якщо тільки вона не скраю) може приблизно нагадувати шестикутник. Якщо хижак раптом вигулькне в шестикутній зоні небезпеки, яка оточує індивіда А, то цього індивіда, скоріш за все, з'їдять. Особливо вразливі індивіди скраю стада, оскільки їхньою зоною небезпеки є не просто якийсь відносно маленький шестикутник, а й широка ділянка з відкритого боку.

Тепер ми бачимо, що будь-який «розумний» індивід прагнучиме до того, аби його зона небезпеки завжди була якомога меншою. Зокрема, він намагатиметься не опинитись скраю стада. Якщо ж він там якимось чином опиниться, то негайно вживатиме заходів, аби потрапити до центру. На жаль, хтось однак має бути скраю, але свідомо жоден індивід не допустить, щоби це був він! Відбуватиметься безупинна міграція с країв скупчення тварин до його центру. Якщо раніше стадо було безладним та розсіяним, то в результаті доцентрової міграції воно швидко стане щільнішим.

Навіть якщо спочатку наша модель не мала жодної тенденції до скупчення взагалі, а тварини-жертви були випадково розсіяні, егоїстичним прагненням кожного індивіда буде зменшити його зону небезпеки, намагаючись розташуватись проміж іншими індивідами. Це швидко призведе до утворення скупчень, які ставатимуть дедалі щільнішими.

Вочевидь, в реальному житті тенденція збиратися в зграї буде обмежуватися протилежним тиском: інакше всі індивіди зіплилися б в одну тісну купу! Але ця модель все одно є цікавою, оскільки показує нам, що причини об'єднання індивідів можуть бути на диво простими. Були запропоновані й інші, більш досконалі моделі. Але той факт, що вони більш реалістичні, не зменшує цінність простішої моделі Гамільтона для розуміння нами причин об'єднання тварин.

По суті, в моделі егоїстичного стада немає місця співпраці. Тут немає жодного альтруїзму — тільки егоїстична експлуатація всіма індивідами усіх інших. Але в реальному житті бувають випадки, коли індивіди, здається, роблять активні кроки заради убезпечення своїх товаришів по групі від хижаків. На думку одразу спадають тривожні крики птахів. Безумовна функція цих криків як сигналів тривоги полягає в тому, що вони спонукають індивідів, які їх чують, негайно вжити заходів щодо уникнення небезпеки. Ніхто не каже, що птах, який кричить, «намагається відвести загрозу» від своїх товаришів. Він лише повідомляє їх про наявність хижака — попереджає їх. Тим не менш, сам акт такого крику здається, принаймні на перший погляд, альтруїстичним, бо має *ефект* привернення уваги хижака до того, хто кричить. Ми можемо зробити такий висновок опосередковано, виходячи з факту, що його описав Р. Р. Марлер. Фізичні характеристики сигналів тривоги, схоже, ідеально ускладнюють їхню локалізацію. Якби інженерові-акустику

замовили розробити звук, джерело якого було б складно викрити хижакам, він би створив щось схоже на крики тривоги, властиві багатьом дрібним співочим птахам. В природі ж на таку форму сигналів, напевно, справив вплив природний добір, а ми знаємо, що це означає. Насамперед те, що велика кількість індивідів загинула, бо їхні сигнали тривоги були недостатньо досконалими. Отже, сигнали тривоги пов'язані з певною небезпекою. Теорія егоїстичного гена має запропонувати якусь переконливу перевагу їхнього виконання, яка була б достатньо великою, аби перевершити саму небезпеку.

По суті, це не дуже складно. Сигнали тривоги птахів безліч разів називали «незручними» для теорії Дарвіна, тому вигадувати для них пояснення стало певним спортом. Тому сьогодні ми маємо стільки чудових пояснень, що важко пригадати, з чого це все взагалі почалося. Вочевидь, якщо є хоч один шанс, що в зграї присутні близькі родичі, то ген сигналу тривоги може поширитися в генофонді, бо цілком може перебувати в організмах деяких із врятованих індивідів. Це справедливо, навіть якщо птах, який подає сигнал, сплачує за свій альтруїзм високу ціну, привертаючи увагу хижака до себе.

Якщо така ідея родинного добору вас не задовольняє, можете вибрати собі одну з багатьох інших теорій. Існує багато способів, якими крикун може отримати егоїстичну вигоду від того, що попередив своїх товаришів. Тріверс одну за одною запропонував цілих п'ять цікавих ідей, але найбільш переконливими я вважаю дві мої власні.

Першу я називаю теорією *кей-ві*, від латинського слова «стерезись», яке й досі використовують школярі, аби попередити про наближення вчителя. Ця теорія підходить для птахів, що на час небезпеки завмирають у підліску, не вирізняючись від інших своїм забарвленням. Уявімо, що зграя

таких птахів харчується в полі. Десь осторонь від них пролітає яструб. Він ще не побачив зграю і не летить прямо до них, але є небезпека, що його гострий зір може зафіксувати їх у будь-яку мить, після чого він одразу ж нападе. Уявімо, що один із членів зграї бачить яструба, але решта поки що ні. Цей один гостроокий індивід міг би одразу зачітись у високій траві. Але це принесло б йому мало користі, бо його товариші все ще блукають довкола, геть не криючись та галасуючи. Будь-хто з них може привернути увагу яструба, і тоді вся зграя опиниться у небезпеці. Із суто егоїстичного погляду найкращою стратегією для індивіда, який помітив яструба першим, є просвістити своїм товаришам швидко попередження і цим втихомирити їх, зменшивши ймовірність того, що вони ненавмисно наведуть яструба на його розташування.

Іншу теорію, яку я хочу згадати, можна назвати теорією «ніколи не вибувай з лав». Вона підходить для тих видів птахів, що, помітивши хижака, летять геть або, скажімо, злітають на дерево. І знову уявімо, що один індивід у зграї птахів, що харчуються в полі, помітив хижака. Що йому робити? Він міг би просто злетіти на дерево сам, не попереджаючи своїх товаришів. Але тоді він би став птахом-одинаком, перестав бути частиною відносно однорідної зграї та привернув всю увагу хижака до себе. По-перше, відомо, що яструби полюють на самотніх голубів, а по-друге, навіть якби це було не так, є багато теоретичних причин вважати, що втеча може бути самовбивчою стратегією. Навіть якщо його товариші згодом полетять за ним, індивід, що першим злетить над землею, на деякий час збільшить свою зону безпеки. Правильна конкретна теорія Гамільтона чи ні, життя у зграї повинно мати якусь важливу перевагу, інакше птахи би так не жили. Якою б не була ця перевага, індивід, який залишає зграю раніше

за інших, принаймні частково, втрачає цю перевагу. Якщо ж він не повинен вибувати з лав, що ж тоді робити спостережливому птахові? Можливо, він має продовжувати свої справи, немов нічого не сталося, та покладатися на захист, який обіцяє його членство в зграї. Але такий варіант дій теж несе в собі смертельні ризики. Він залишається на видноті і є дуже вразливим. На дереві йому було би значно безпечніше. Найкращою стратегією для нього буде злетіти на дерево, *але переконатися, що так зробили й усі інші*. Так він не вирізняється зі зграї й не втратить перевагу як частина натовпу, але отримає перевагу перельоту в безпечне місце. І знову подача сигналу тривоги, схоже, має суто егоїстичну перевагу. Е. Л. Чарнов та Дж. Р. Кребс запропонували аналогічну теорію, в якій зайшли настільки далеко, що використали для опису дій крикуна щодо решти зграї слово «маніпуляція». Оце, справді, довгий шлях від чистого безкорисливого альтруїзму!

На перший погляд, ці теорії можуть здатися несумісними з твердженням, що індивід, який подає сигнал тривоги, наражає на небезпеку й самого себе. Але насправді жодного протиріччя тут немає. Не подаючи сигналу, він би наразився на ще більшу небезпеку. Звичайно, деякі індивіди загинули через те, що не вдалися до сигналів тривоги, особливо ті, чиї сигнали було легко локалізувати. Але інші індивіди загинули через те, що не зробили цього. Теорії «кей-ві» та «ніколи не вибувай із лав» — це лише два з багатьох пояснень, чому так сталося.

А як щодо стрибків газелі Томсона, яку я згадував у 1-му розділі та очевидний самовбивчий альтруїзм якої змусив Ардрі категорично стверджувати, що пояснити його можна лише груповим добором? Тут теорія егоїстичного гена зіштовхується зі складнішим викликом. Сигнали тривоги у птахів дійсно працюють, але вони однозначно покликані

бути якомога більш непримітними та обережними. Високі ж стрибки газелі не такі. Вони якраз добре помітні та показні, межуючи з неприхованою провокацією. Здається, що газелі навмисно привертають до себе увагу хижака, ледь не дражнять його. Це спостереження призвело до появи на диво сміливої теорії. В основу цієї теорії лягли ідеї Н. Смайта, але до логічного висновку вона однозначно була доведена А. Захаві.

Теорію Захаві можна викласти приблизно так. В її основі лежить переважно ідея про те, що стрибки газелей зовсім не є сигналом для інших газелей, а насправді призначені для хижаків. Те, що їх помічають інші газелі, коригуючи відповідним чином свою поведінку, не має великого значення, бо, в першу чергу, в процесі еволюції добір сприяв їм як сигналам для хижаків. Якщо перекласти зрозумілою мовою, ці стрибки означають приблизно таке: «Дивись, як я стрибаю: я — бадьора й здорова газель, і ти мене не зловиш. Для тебе було б значно мудріше спробувати зловити мою сусідку, яка так високо не стрибає!» Вдаючися до менш антропоморфних термінів, малоімовірно, що гени високих та показних стрибків будуть з'їдені хижакими, бо ті схильні вибирати собі на обід тварин, які здаються легкою здобиччю. Зокрема відомо, що багато хижаків із класу ссавців полюють саме на старих та хворих. Тварина, яка високо стрибає, підкреслено демонструє, що вона не є ані старою, ані хворою. Згідно з цією теорією, така демонстративна поведінка немає нічого спільного із альтруїстичною. Вона радше егоїстична, оскільки її метою є переконати хижаків зацікавитися кимось іншим. В певному сенсі відбувається змагання на звання найкращого стрибуну, причому найгіршого обирає хижак.

Іншим прикладом, до якого я обіцяв повернутись, є випадок бджіл-камікадзе, які жалять викрадачів меду, майже

напевне здійснюючи при цьому самогубство. Медоносна бджола — це лише один приклад високо *соціальних* комах. Іншими є оси, мурахи, а також терміти (або, як їх ще називають, «білі мурахи»). Я збираюся розглянути всіх таких комах загалом, а не лише бджіл-самогубців. Про здібності соціальних комах ходять легенди, зокрема про їхнє дивовижне вміння працювати разом та очевидний альтруїзм. Самовбивчі напади на ворогів є типовими прикладами їхньої самопожертви. У так званих медових мурах є каста робітників з гротескно роздутими, напханими їжею черевцями, числою єдиною функцією в житті є непорушно звисати зі стелі, немов електричні лампочки, використовуючись іншими робочими мурахами як запаси їжі. В людському розумінні вони взагалі живуть не як окремі особини; їхня індивідуальність явно підпорядкована спільному добробуту групи. Родина мурах, бджіл або термітів досягає певної індивідуальності на більш високому рівні. Їжа є спільною до такої міри, що можна говорити про один спільний шлунок. Завдяки хімічним сигналам та знаменитому «танцю» бджіл, інформація поширюється настільки ефективно, що родина поводить майже як одне ціле зі своєю спільною нервовою системою та органами чуттів. Сторонні особини розпізнаються та відганяються з вибірковістю імунної системи окремого організму. Доволі висока температура всередині бджолиного вулика регулюється майже так само точно, як і в людському організмі, навіть попри те, що окремі бджоли не є «теплокровними» тваринами. Нарешті найважливіше: аналогія поширюється також на процес розмноження. Більшість індивідів у колонії соціальних комах — це безплідні робітники. «Лінія зародків» — лінія безперервності безсмертних генів — проходить крізь організми меншості індивідів, так званих репродуктивів. Це аналоги людських репродуктивних клітин у наших з вами

ясчках та яєчниках. Безплідні ж робітники є аналогами нашої печінки, м'язів та нервових клітин.

Самовбивча поведінка та інші форми альтруїзму й співпраці робочих комах вже не дивують, як тільки ми визнаємо той факт, що вони безплідні. Організм звичайної тварини зазнає маніпуляції з метою забезпечити виживання її генів завдяки народженню потомства і турботі про інших індивідів, які містять ті самі гени. Самогубство в інтересах турботи про інших індивідів несумісне з майбутнім народженням власного потомства. Тому самовбивча самопожертва еволюціонує рідко. Але ж робоча бджола ніколи не народжує своїх власних дітей. Всі її зусилля спрямовані на збереження її генів завдяки турботі про інших родичів, а не власних нащадків. Загибель однієї безплідної робочої бджоли є для її генів не більш серйозною подією, ніж скидання восени одного листочка для генів усього дерева.

Коли розповідаєш про соціальних комах, іноді виникає спокуса вдарятися в містику, але насправді для цього немає жодної потреби. Краще трохи детальніше розглянемо, як спосіб їхнього існування вкладається в теорію егоїстичного гена. Зокрема, цікавим є пояснення еволюційного походження такого надзвичайного явища, як безпоширеність робочих особин, що має, здається, далекосяжні наслідки.

Колонія соціальних комах становить величезну родину, всі члени якої зазвичай походять від однієї матері. Робітники, які майже ніколи не розмножуються самі, часто діляться на ряд окремих каст дрібних робітників, великих робітників, солдатів, а також високо спеціалізовані касти на кшталт медових мурах. Репродуктивні самиці називаються матками, або королевами. Репродуктивні самці іноді називаються трутнями, або королями. В більш розвинених спільнотах репродуктивні особини ніколи не займаються нічим іншим, крім розмноження, але цю одну справу вони

виконують напрочуд добре. Щодо їжі та захисту вони цілковито покладаються на робочих особин, які також доглядають за потомством. У деяких видів мурах та термітів матка роздувається в якусь велетенську фабрику яець, ледь схожу на комаху взагалі, в сотні разів більшу за робітників та абсолютно нездатну рухатись.

Вона постійно обслуговується робітниками, які чистять її, годують, а також розташовують яйця, які вона без угаву відкладає, до спільних ясел. Якщо такій монструозній матці колись доведеться вийти зі своєї королівської чарунки, вона з помпою виїжджає на спинах цілих ескадронів захеканих робітників.

У 7-му розділі була продемонстрована різниця між народженням і турботою. Я говорив, що за нормальних умов часто виникають змішані стратегії, що поєднують в собі і народження, і турботу про потомство. В 5-му розділі ми бачили, що змішані еволюційно стабільні стратегії можуть бути двох загальних типів. Кожен індивід популяції може поводитися змішаним чином (так індивіди зазвичай досягають розумного поєднання народження та турботи) або популяція може бути поділена на два різні типи індивідів (саме так відбувалося, коли ми говорили про баланс між «яструбами» та «голубами»). Досягти еволюційно стабільного балансу між народженням та турботою теоретично можливо другим способом: поділом популяції на тих, хто народжує потомство, і тих, хто про нього турбується. Але такий стан може бути еволюційно стабільним лише за умови, що ті, хто турбується, близько споріднені з індивідами, про яких вони турбуються, принаймні, не менш близько, ніж з їхніми власними дітьми, якщо вони їх мають. Хоча теоретично еволюційний процес може піти у цьому напрямку, схоже, що насправді це сталося лише у соціальних комах*.

Соціальні комахи діляться на дві основні групи: тих, що народжують, та тих, що піклуються. Ті, що народжують, — це репродуктивні самці та самиці. До тих, що піклуються, належать робітники — безплідні самці та самиці у термітів і безплідні самиці у всіх інших соціальних комах. Обидві групи роблять свою основну роботу найбільш ефективно, бо їм не доводиться займатися нічим іншим. Але з якого погляду вона ефективна? Перед теорією Дарвіна постає знайоме запитання: «А що отримують з того робітники?»

Дехто вже відповів на це: «Нічого». Вважається, що матка робить усе це заради самої себе, маніпулюючи робочими особинами хімічними засобами заради своїх власних егоїстичних цілей, змушуючи їх турбуватися про її численне потомство. Це різновид теорії «батьківської маніпуляції» Александера, з якою ми вже мали справу у 8-му розділі. Протилежна ідея полягає в тому, що робітники «тримають» репродуктивів немов худобу, маніпулюючи ними з метою підвищення їхньої продуктивності у справі поширення реплік генів робітників. Звичайно, машини для виживання, народжені маткою, не є потомством робочих особин, але вони все одно близькі родичі. Саме Гамільтон блискуче усвідомив, що, принаймні, у мурах, бджіл та ос робітники насправді можуть бути більш тісно споріднені з потомством, аніж сама матка! Це привело його, а пізніше й Тріверса та Хейра, до одного з найбільш вражаючих тріумфів теорії егоїстичного гена. Суть їхніх міркувань була приблизно така.

Комахи ряду перетинчастокрилих, до якого входять мурахи, бджоли та оси, мають дуже дивну систему визначення статі. Терміти до цього ряду не належать і такої особливості не мають. У гнізді перетинчастокрилих, як правило, є лише одна статево зріла матка. Вона робить лише один шлюбний виліт в ранньому віці, запасуючи сперматозоїди до кінця свого довгого життя — на десять чи навіть більше

років. Протягом усіх цих років вона використовує свої запаси для запліднення яєць у міру їхнього проходження статевими шляхами. Але запліднюються не всі яйця. З незапліднених розвиваються самці. Таким чином, у самця немає батька, а всі клітини його тіла містять лише одинарний набір хромосом (цілком отриманий від його матері), замість подвійного (одного від батька та одного від матері), як у нас з вами. Дотримуючись аналогії з 3-го розділу, самець перетинчастокрилих має у кожній зі своїх клітин лише одну копію кожного «тому» замість звичайних двох.

З другого боку, самиця перетинчастокрилих є цілком нормальною, тому що вона має батька, а також звичайний подвійний набір хромосом у кожній клітині її організму. Розвинеться самиця в робочу особину чи матку, залежить не від її генів, а від умов її вирощування. Я маю на увазі, що кожна самиця має повний набір генів матки, а також повний набір генів робочої особини (або радше набори генів будь-якої спеціалізованої касті: робітників, солдатів тощо). Який саме з цих наборів «увімкнеться», залежить від того, як самиця буде утримуватись, зокрема, від їжі, яку вона отримуватиме.

Хоча там вистачає складних моментів, загалом стан справ є таким. Чому виникла ця незвичайна система статевого розмноження, ми не знаємо. Безумовно, для цього були свої вагомі причини, але наразі ми змушені просто прийняти це як цікавий факт про перетинчастокрилих. Якою б не була першопричина такої особливості, вона руйнує чіткі правила 6-го розділу для розрахунку спорідненості. Це означає, що сперматозоїди одного самця замість того, щоб усім бути різними, як у нас, абсолютно однаковісінькі. У кожній з клітин його організму самець має лише один набір генів, а не два. Тому кожен сперматозоїд отримує повний набір генів, а не 50-відсоткову вибірку, а отже, всі сперматозоїди

конкретно взятого самця абсолютно ідентичні. Спробуємо тепер розрахувати коефіцієнт спорідненості між матір'ю та сином. Якщо відомо, що самець має ген *A*, то яка ймовірність наявності цього гена в його матері? Відповідь повинна бути «100 %», оскільки самець не мав батька і всі свої гени отримав від матері. А тепер припустимо, що якась матка має ген *B*. Ймовірність наявності цього гена в її сина складає лише 50 %, оскільки він містить лише половину її генів. Це здається протиріччям, але насправді жодного протиріччя тут немає. Самець отримує всі свої гени від матері, але матір дає синові лише *половину* своїх генів. Ключем до вирішення цього очевидного парадоксу, по суті, є те, що самець має лише половину звичайної кількості генів. Немає жодного сенсу ламати собі голову над тим, дорівнює «справжній» коефіцієнт спорідненості $\frac{1}{2}$ чи 1. Цей коефіцієнт є лише прийнятим у людей засобом вимірювання, і якщо він призводить до ускладнень в певних випадках, ми цілком можемо відмовитися від нього та повернутися до базових принципів. З погляду гена *A* в організмі матки ймовірність наявності цього гена в її сина складає $\frac{1}{2}$, так само, як і в доньки. Тому з погляду матки її потомство будь-якої статі споріднене з нею так само близько, як і людські діти з їхньою матір'ю.

Коли ж мова заходить про сестер, ситуація стає цікавішою. Рідні сестри не лише мають одного й того ж батька: ті два сперматозоїди, які їх зачали, були ідентичні у кожному своєму гені. Таким чином, коли йдеться про гени, отримані від їхнього батька, сестри еквівалентні однойцевим близнюкам. Якщо одна самиця має ген *A*, вона могла отримати його від батька або від матері. Якщо вона отримала його від матері, тоді існує 50-відсоткова ймовірність, що його отримала також її сестра. Але якщо вона отримала його від батька, то ця ймовірність складає 100 %. Тому спо-

рідненість між перетинчастокрилими рідними сестрами дорівнює не $\frac{1}{2}$, як це було би у тварин зі звичайним статевим розмноженням, а $\frac{3}{4}$.

Виходить, що самиця перетинчастокрилих споріднена зі своїми рідними сестрами тісніше, ніж зі своїм потомством будь-якої статі*. Як зауважив Гамільтон (хоча він висловився не зовсім так), це цілком може схилити самицю тримати свою власну матір як ефективну машину з виготовлення сестер. Ген компенсаторного створення сестер копіює себе швидше, ніж ген безпосереднього створення потомства. В результаті й виникла безпоширеність робочих особин. Мабуть, не випадково, що справжній соціальний спосіб життя, з безплідністю робочих особин, схоже, *незалежним чином* виникав у перетинчастокрилих в процесі еволюції не менше одинадцяти разів, тоді як в усій решті царства тварин лише один раз, а саме, у термітів.

Проте тут є пастка. Якщо робітники успішно тримають свою матір як машину з виготовлення сестер, вони повинні якось приборкувати її природну тенденцію приносити їм також однакову кількість маленьких братів. З погляду робочої особини, імовірність наявності в будь-якого з братів її конкретного гена складає лише $\frac{1}{4}$. Тому, якщо дозволити матці виробляти репродуктивне потомство у рівних пропорціях самців та самиць, то в плані робочих особин її утримання не виправдає себе. Вони просто не зможуть максимізувати поширення своїх дорогоцінних генів.

Тріверс та Хейр розуміли, що робітники змушені намагатися зсунути співвідношення статей на користь самиць. Вони взяли розрахунки оптимального співвідношення статей Фішера (які ми розглядали у попередньому розділі) та переробили їх під особливий випадок перетинчастокрилих. Виявилося, що стабільне співвідношення внеску для матері складає, як звичайно, 1:1. Проте стабільне співвідношення

для сестри складає 3:1 на користь сестер, а не братів. Якщо ви — самиця перетинчастокрилих, то найбільш ефективним способом для вас поширити свої гени є утриматися від розмноження самій, а натомість змусити вашу матір забезпечити вас репродуктивними сестрами та братами у співвідношенні 3:1. Але якщо ви *повинні* мати своє власне потомство, то можете принести своїм генам найбільшу користь, народжуючи репродуктивних синів та доньок у рівних пропорціях.

Як ми вже бачили, різниця між матками та робітниками не є генетичною. Якщо говорити про гени, то ембріон самиці в подальшому може стати або робочою особою, для якої «бажане» співвідношення статей 3:1, або маткою, для якої «бажане» співвідношення 1:1. Що ж означає це «бажане»? Воно означає, що ген, який опиняється в організмі матки, може поширюватись найкраще, якщо цей організм робить однакові внески в репродуктивних синів та доньок. Але той самий ген, який опиняється в організмі робочої особини, може поширюватись найкраще, змушуючи матір цього організму народжувати більше доньок, ніж синів. Насправді тут немає жодного парадоксу. Ген повинен максимально використати всі важелі впливу, які йому тільки вдасться задіяти. Якщо він опиниться у зручній позиції для впливу на розвиток організму, який пізніше стане маткою, його оптимальна стратегія експлуатації цього контролю буде одною. Якщо ж він опиниться у зручній позиції для впливу на розвиток організму робочої особини, його оптимальна стратегія експлуатації цього впливу буде іншою.

Це означає, що у «триманні» маток спостерігається конфлікт інтересів. Матка «намагається» робити однаковий внесок у самців та самиць. Робітники ж намагаються зсунути співвідношення репродуктивів у напрямку співвідношення, де самиць буде тричі більше за самців. Якщо ми

праві, змальовуючи робітників як фермерів, а матку як їхню племінну кобилу, то перші, вочевидь, успішно досягатимуть бажаного для них співвідношення 3:1. Якщо ж ні, якщо насправді матка живе по-королівськи, а робітники є її рабами та слухняними няньками при королівських яслах, тоді слід очікувати співвідношення 1:1, превалювання якого «бажане» для матки. Хто ж перемагає в цьому особливому змаганні між поколіннями? Це питання можна дослідити, що й зробили Тріверс та Хейр, використовуючи велику кількість видів мурах.

Якщо говорити про співвідношення статей, то тут особливий інтерес викликає співвідношення репродуктивних самців до самиць. Йдеться про великих крилатих комах, які періодично масово вилітають із мурашників з метою спаровування, після чого молоді матки можуть спробувати заснувати нові колонії. Саме цих крилатих комах слід рахувати, аби отримати оцінку співвідношення статей. Треба зазначити, що у багатьох видів репродуктивні самці та самиці зовсім неоднакові за розмірами. Це ускладнює ситуацію, оскільки, як ми бачили в попередньому розділі, розрахунки Фішера щодо оптимального співвідношення статей застосовуються не до *кількості* самців та самиць, а до *кількісної оцінки внеску* в самців та самиць. Тріверс та Хейр врахували цей момент. Вони взяли 20 видів мурах та оцінили співвідношення статей, виходячи з внеску в репродуктивів. При цьому вони отримали доволі переконливий результат, близький до співвідношення самиць до самців 3:1, передбаченого теорією про те, що робітники керують процесом на власну користь*.

Тоді здається, що у досліджуваних мурах в конфлікті інтересів «перемагають» робітники. Це не надто дивує, оскільки робітники, які є охоронцями ясел, мають більший вплив у практичному плані, ніж матки. Гени, які намагаються

керувати світом через організми маток, програють генам, які впливають на світ через організми робочих особин. Цікаво було б пошукати якісь особливі обставини, в яких можна очікувати, що матки матимуть більший практичний вплив, ніж робітники. Тріверс та Хейр розуміли, що існує якраз одна така обставина, яку можна використати для показової перевірки цієї теорії.

Вона випливає з того факту, що деякі види мурах мають рабів. Робітники таких рабовласницьких видів або взагалі не виконують свою звичайну роботу, або виконують її погано. Що вони роблять добре, так це влаштовують набіги на сусідів з метою захоплення рабів. Військові дії, коли супротивники б'ються на смерть великими арміями, відомі лише у людей та соціальних комах. У багатьох видів мурах спеціальна каста робітників, відома як солдати, має грізні бойові щелепи та присвячує весь час битвам за свою рідну колонію проти армій інших мурах. Набіги для захоплення рабів — це просто один із різновидів військово-економічної діяльності. Мисливці за рабами атакують гніздо мурах, що належать до іншого виду, намагаючись повбивати захисників із числа робітників або солдатів та захопити їхні яйця. Нові особини вилуплюються вже у мурашнику тих, хто їх захопив. Вони не «усвідомлюють», що вони — раби, і починають працювати, дотримуючись закладених в їхній нервовій системі програм, виконуючи всі обов'язки, які б виконували за нормальних умов у своєму власному мурашнику. Робітники або солдати рабовласників продовжують свої загарбницькі рейди, тоді як раби залишаються вдома та займаються повсякденними справами з обслуговування мурашника, прибиранням, збиранням їжі та доглядом за потомством.

Раби, звичайно, перебувають у щасливому незнатті стосовно того, що вони не споріднені з маткою та потомством,

про яке дбають. Мимоволі вони ростять нові загони мисливців за рабами. Безумовно, природний добір, діючи на гени виду рабів, зазвичай сприяє антирабським адаптаціям. Проте ті насправді не зовсім ефективні, бо рабство є надзвичайно поширеним явищем.

Наслідком рабства, цікавим із нашої нинішньої точки зору, є те, що матка рабовласницького виду отримує можливість зсувати співвідношення статей у напрямку, якому вона «віддає перевагу». Це відбувається тому, що її власні, справжні діти (рабовласники), більше не мають практичного впливу в яслах. Цей вплив тепер мають раби. Раби «думають», що вони доглядають за своїми рідними братами чи сестрами і, вочевидь, роблять усе, що *було б належним у їхніх власних мурашниках* для досягнення бажаного співвідношення 3:1 на користь сестер. Але матка рабовласницького виду здатна вжити контрзаходів, нейтралізувати які рабам не дає відсутність добору, оскільки вони зовсім не споріднені з потомством.

Наприклад, уявімо, що у якогось виду мурах матка «робить спробу» приховати яйця з майбутніми самцями, надаючи їм запах яєць із майбутніми самицями. За нормальних умов, природний добір сприятиме будь-якій тенденції робітників розпізнати такий обман. Можна уявити собі еволюційну битву, в якій матки безперервно «змінюють код», а робітники його «зламують». Цю війну виграє той, хто зуміє провести більше своїх генів у наступне покоління через організми репродуктивів. Як ми вже бачили, зазвичай перемагають робітники. Але коли код змінює матка *рабовласницького* виду, у робітників-рабів абсолютно не виникає спромоги його зламати. Це відбувається тому, що будь-який ген «зламування коду» у робітників-рабів не представлений в організмі жодного репродуктивного індивіда, а отже, не передається наступним поколінням. Всі

репродуктиви належать до рабовласницького виду та споріднені з маткою, але не з рабами. Якщо гени рабів взагалі потраплять до організму якогось репродуктива, то це буде репродуктив, що походить із того самого мурашника, з якого вони були викрадені. Якщо робітники-раби й будуть займатись зламуванням коду, то неправильного! Тому матки рабовласницького виду можуть вільно змінювати свій код, без жодної загрози, що гени його зламування поширяться в наступному поколінні.

Висновок із цього складного аргументу полягає в тому, що у рабовласницького виду слід очікувати співвідношення внеску в репродуктивів двох статей на рівні радше 1:1, ніж 3:1. У цьому випадку матка отримає бажане. Саме це й встановили Трівєрс та Хейр, хоча розглянули лише два рабовласницьких види.

Необхідно нагадати, що я розповів цю історію дещо ідеалізованим чином. Насправді ж у житті не все відбувається так чисто й гладенько. Наприклад, найвідоміший з усіх видів соціальних комах — медоносна бджола — здається, робить зовсім «неправильно». Її внесок у трутнів є значно більшим, ніж у маток, що виглядає безглуздим як щодо робітників, так і матки. Можливе вирішення цієї загадки запропонував Гамільтон. Він вказує на те, що, коли бджолина матка залишає вулик, її супроводжує великий почт робочих бджіл, які допомагають їй започаткувати нову колонію. Ці робочі бджоли є втраченими для батьківського вулика, і витрати на них слід вважати частиною витрат на розмноження: на кожну матку, яка йде, потрібно створити багато *gogatkovих* робочих бджіл. Внесок у цих додаткових робочих бджіл слід вважати частиною внеску в репродуктивних самиць. Підраховуючи співвідношення статей цих додаткових робочих бджіл, треба включати в баланс по інший бік від самців. Тому загалом серйозних проблем із цією теорією не було.

Значно слабшою ланкою в елегантній роботі цієї теорії є той факт, що у деяких видів молода матка під час свого шлюбного вильоту спаровується з кількома самцями замість одного. Це означає, що середній коефіцієнт спорідненості серед її доньок складає менше $\frac{3}{4}$, а в крайніх випадках може навіть наближатися до $\frac{1}{4}$. Спокусливо (хоча, мабуть, не дуже логічно) розцінювати це як підступ маток проти робочих бджіл! До речі, може здаватися, що робочі бджоли мають супроводжувати матку в її шлюбному польоті, аби не дати їй спаруватися більше одного разу. Але це жодним чином не допомогло би власним генам робочих бджіл, а лише генам їхніх прийдешніх поколінь. Серед робочих бджіл як класу немає духу єднання. Кожна з них «турбується» виключно про свої власні гени. Можливо, робоча бджола й «хотіла б» супроводжувати свою власну матір, але вона позбавлена такої змоги, якщо тільки в ці дні не відбувається її зачаття. Молода матка під час свого шлюбного вильоту доводиться нинішньому поколінню робочих бджіл сестрою, а не матір'ю. Тому вони радше на її боці, ніж на боці наступного покоління робочих бджіл, які є лише їхніми племінницями. Не знаю, як вам, а мені вже в голові паморочиться від цих складних міркувань, а отже, варто цю тему завершувати.

Описуючи відносини між перетинчастокрилими робітниками та їхніми матерями, я використав аналогію з утриманням домашньої худоби. Це свого роду генна ферма. Немов справжні фермери, робітники використовують свою матір як більш ефективного виробника копій їхніх власних генів, ніж вони були б самі. Гени сходять з виробничої лінії упаковками, що називаються репродуктивними індивідами. Правда, є й дещо інший сенс, в якому соціальних комах можна назвати фермерами. Адже вони ще задовго до людини відкрили, що стале вирощування їжі може бути ефективнішим за полювання та збирання.

Наприклад, декілька видів мурах у Новому Світі, а також, досить незалежно від них, терміти в Африці вирощують своєрідні «грибні сади». Найбільш відомі цим так звані парасолькові мурахи Південної Америки. Успіхи в них просто надзвичайні. Вони створюють окремі колонії, в яких нараховується понад два мільйони особин. Їхні гнізда мають вигляд величезних комплексів широко розгалужених підземних ходів та галерей на глибині до трьох метрів і навіть більше, під час будівництва яких викопується цілих 40 тонн ґрунту. В спеціальних підземних камерах розміщуються їхні грибні сади. Мурахи спеціально висаджують гриби конкретного виду на грядки з особливого компосту, який вони готують, пережувавши і так подрібнивши листя. Замість того, аби збирати одразу їжу для себе, мурахи-робітники збирають спочатку листя для виготовлення компосту. «Апетит» колонії парасолькових мурах до листя просто величезний. Це робить їх головним шкідником економіки, але цим листям харчуються не вони самі, а вирощувані ними гриби. Зрештою мурахи збирають врожай, харчуються грибами самі та годують ними своє потомство. Користь такої схеми полягає в тому, що гриби краще перетравлюють листовий матеріал, ніж власні шлунки мурах. Можливо, що гриби також отримують від цього вигоду, навіть попри те, що використовуються в їжу: мурахи поширюють їх більш ефективно, ніж цього міг би досягти їхній власний механізм розсіювання спор. Крім того, мурахи «прополюють» грибні сади, розчищаючи їх від чужих видів грибів. Усунення конкуренції також може йти на користь домашнім грибам мурах. Можна сказати, що між мурахами та грибами існує певний різновид відносин взаємного альтруїзму. Цікаво, що дуже подібна система вирощування грибів виникла також незалежним чином у доволі неспоріднених із мурахами термітів.

Мурахи не лише вирощують рослини та збирають врожаї, але й мають своїх власних домашніх тварин. Попелиці — зелені яблуневі та подібні до них комахи — добре пристосовані для смоктання соку з рослин. При цьому вони викачують із рослинних вен поживні соки ефективніше, ніж в подальшому їх перетравлюють. Насамкінець, вони виділяють назовні рідину, поживна цінність якої ще дуже й дуже висока. На задньому кінці тіла попелиць щогодини одна по одній з'являються краплинки багатой на цукор «медвяної роси», причому в деяких випадках вони важать навіть більше за тіло самої комахи. Зазвичай ця медвяна роса дощем скрапує на землю — це цілком могла бути та сама послана Богом їжа, відома як «манна небесна» зі Старого Заповіту. Але мурахи деяких видів перехоплюють її, як тільки вона виділяється з організму попелиць. Більш того, мурахи «до-ють» попелиць, погладжуючи їхні задні частини тіла своїми вусиками та лапками. Попелиці відповідають на це, в деяких випадках утримуючи свої краплинки, допоки якась мурашка їх не погладить, та навіть втягують свої краплинки назад, якщо мураха не готова до збору поживи. Було також зроблено припущення, що у деяких попелиць задня частина тіла в процесі еволюції на вигляд та дотик стала схожою на писок мурахи, аби краще приваблювати «доярок». Вочевидь, завдяки таким відносинам попелиці отримують захист від їхніх природних ворогів. На кшталт нашої власної дійної худоби, вони ведуть безпечне життя, а ті види, що найбільше використовуються мурахами, взагалі втратили свої звичайні захисні механізми. В деяких випадках мурахи піклуються про яйця попелиць всередині своїх власних підземних гнізд, годують їхніх малюків, а потім, коли ті підростуть, обережно виносять їх нагору на захищені пасовища.

Взаємовигідні відносини між представниками різних видів називаються мутуалізмом або симбіозом. Представники

різних видів дуже часто мають багато що запропонувати один одному, бо здатні привнести в партнерство різні «вміння». Такого роду фундаментальна асиметрія може приводити до еволюційно стабільних стратегій взаємної співпраці. Попелиці мають чудовий ротовий апарат, добре пристосований для висмоктування соків рослин, але для самозахисту він непридатний. Мурахи ж смоктати рослинні соки не дуже вміють, але вони добре б'ються. Тому добір сприяв поширенню генів розведення та захисту попелиць у генофонді мурах та генів співпраці з мурахами у генофонді попелиць.

Взаємовигідні симбіотичні відносини досить поширені серед тварин та рослин. На перший погляд лишайник здається цільною окремою рослиною, як і будь-яка інша. Але насправді він є тісним симбіотичним союзом між грибом та зеленою водорістю. Причому жоден партнер не може жити без іншого. Якби їхній союз став хоч трохи тіснішим, ми взагалі більше не могли би говорити, що лишайник є подвійним організмом. Тоді, можливо, існують й інші подвійні чи ще складніші множинні організми, які ми поки просто не сприймаємо як такі. А раптом це ми з вами?

Всередині кожної з наших клітин живуть численні крихітні організми, які називаються *мітохондріями*. Це свого роду хімічні фабрики, відповідальні за постачання більшої частини потрібної нам енергії. Якби ми втратили наші мітохондрії, то миттєво б померли. Нещодавно з'явилось доволі вірогідне припущення, що за своїм походженням мітохондрії є симбіотичними бактеріями, які ще на ранніх етапах еволюції об'єднали свої зусилля з нашим типом клітин. Подібні припущення були зроблені й щодо інших дрібних організмів, які мешкають всередині наших клітин. Це — одна з тих революційних ідей, що потребують часу для звикання, але час цієї ідеї саме настав. Думаю,

колись ми дійдемо до ще більш радикальної думки про те, що симбіотичною одиницею є кожен із наших генів. Ми є велетенськими колоніями симбіотичних генів. Говорити про справжні «докази» цієї ідеї поки що не можна, але, як я намагався показати у попередніх розділах, вона міцно пов'язана з самим способом нашого мислення про роботу генів у видів зі статевим розмноженням. Правда, є й інший бік медалі — віруси можуть бути генами, які відкололись від таких «колоній», як ми з вами. Віруси складаються з чистої ДНК (або спорідненої молекули, що сама себе реплікує), оточеної білковою оболонкою. Всі вони ведуть паразитичний спосіб життя. Припускається, що вони еволюціонували з «бунтівних» генів, які відкололись і тепер переносяться з організму до організму безпосередньо через повітря, а не в більш загально визнаних транспортних засобах — сперматозоїдах та яйцеклітинах. Якщо це правда, ми могли б з таким самим успіхом вважати себе колонією вірусів! Деякі з них підтримують симбіотичну співпрацю й переносяться з організму до організму в сперматозоїдах та яйцеклітинах. Це якраз «гени» у загально визнаному розумінні. Інші просто паразитують в організмах господарів і переносяться так, як можуть. Якщо паразитична ДНК переноситься в сперматозоїдах та яйцеклітинах, то, мабуть, і створює «парадоксальний» надлишок ДНК, який я згадував у 3-му розділі. Якщо ж вона переноситься повітрям або якимось іншим безпосереднім чином, то називається «вірусом» у звичайному сенсі цього слова.

Все це, безумовно, цікаво, але не зовсім на часі. Наразі нас цікавить симбіоз на вищому рівні відносин між багатоклітинними організмами, а не всередині них. Словом «симбіоз» прийнято називати об'єднання між представниками різних видів. Але тепер, коли нам вдалося уникнути погляду

на еволюцію з погляду «користі для цілого виду», здається, немає жодних логічних причин відрізнити об'єднання між представниками різних видів від об'єднань між представниками одного виду. Загалом взаємовигідні об'єднання виникають, якщо кожен партнер може отримати в них більше, ніж вкладає. Це справедливо, говоримо ми про членів однієї зграї гієн чи про зовсім різних істот, таких як мурахи і попелиці чи бджоли і квіти. На практиці буває доволі складно відрізнити непідробну двосторонню взаємну вигоду від односторонньої експлуатації.

Теоретично еволюцію взаємовигідних об'єднань нескладно уявити, якщо вигоди надаються й отримуються одночасно, як у випадку партнерів у складі лишайнику. Але якщо між наданням якоїсь вигоди та відплатою за неї є затримка, починаються проблеми. Це відбувається тому, що перший отримувач вигоди може відчувати спокусу піти на обман та відмовитись відплатити тим самим, коли настане його черга. Вирішення цієї проблеми доволі цікаве та заслуговує на детальний розгляд. Думаю, найкращим чином буде представити його у вигляді гіпотетичного прикладу.

Уявімо, що на якомусь виді птахів паразитує особливо паскудний різновид кліщів, що переносять небезпечну хворобу. Дуже важливо знімати цих кліщів якомога швидше. Зазвичай кожен птах легко знімає з себе кліщів самотужки, коли чистить пір'я. Проте є одне місце — маківка голови — до якого він своїм дзьобом дістати не може. Людина б вирішила таку проблему дуже швидко. Можливо, сам індивід до своєї голови й не дістане, але немає нічого простішого, ніж попросити товариша зробити це для нього. Пізніше, коли у товариша самого заведуться паразити, за послугу буде віддячено. Взаємне обшукування, по суті, дуже поширене як у птахів, так і у ссавців.

Тут все одразу інтуїтивно зрозуміло. Той, хто здатен до свідомого передбачення, визнає, що використовувати схеми взаємного чухання спини цілком розумно. Але ми навчені не довіряти тому, що здається інтуїтивно розумним. Ген до передбачення не здатен. Чи може теорія егоїстичних генів пояснити взаємне чухання спини — «взаємний альтруїзм», де між доброю справою та відплатою за неї є затримка? Цю проблему коротко розглянув Вільямс у своїй книзі 1966 року, на яку я вже посилався. Як і свого часу Дарвін, він прийшов до висновку, що відкладений взаємний альтруїзм може виникати у видів, здатних розпізнавати та запам'ятовувати один одного як індивідів. У 1971 році Триверс пішов у цьому трохи далі. Тоді він ще не мав під рукою концепції еволюційно стабільної стратегії Мейнарда Сміта. Якби ж мав, то, на мою думку, скористався б нею, бо вона пропонує зручний спосіб висловлення його ідей. Його посилення на «дилему в'язня» — улюблену тему теорії ігор — показує, що він вже мислив у тому самому напрямку.

Уявімо, що індивід *B* має в себе на маківці паразита. Індивід *A* його знімає. Трохи згодом паразит з'являється на голові *A*. Він, звичайно, розшукує *B*, аби той відплатив йому такою ж доброю справою. Але *B* гне кирпу та йде собі у своїх справах. Виходить, що *B* — шахрай, який приймає вигоду від альтруїзму інших індивідів, але не повертає її або повертає недостатньою мірою. Шахраям живеться краще, ніж нерозбірливим альтруїстам, бо вони отримують вигоди, не сплачуючи витрат. Звичайно, витрата від обшукування голови іншого індивіда здається незначною, порівняно з вигодою від зняття з себе небезпечного паразита, але нехтувати нею не слід. Адже навіть на це треба витратити трохи цінної енергії та часу.

Уявімо, що популяція складається з індивідів, які використовують одну з двох стратегій. Як і в аналізах Мейнарда

Сміта, ми говоримо не про свідомі стратегії, а лише про програми несвідомої поведінки, закладені генами. Назвемо ці дві стратегії «простак» та «шахрай». «Простаки» допомагають знімати паразитів усім без винятку, хто цього потребує. «Шахраї» ж приймають альтруїзм від «простаків», але ніколи не допомагають іншим, навіть тим, хто раніше допоміг їм. Як і у випадку «яструбів» та «голубів», встановімо довільно розмір винагороди в очках. Для цього точні значення неважливі, оскільки вигода від допомоги перевищує витрати на її надання. Якщо кількість нападів паразитів висока, будь-який окремо взятий «простак» у популяції «простаків» може розраховувати на допомогу приблизно так само часто, як допомагає сам. Відповідно, середня винагорода «простака» в середовищі «простаків» буде позитивною. По суті, вони всі живуть доволі непогано, так що навіть слово «простак» здається недоречним. Але тепер уявімо, що в популяції з'являється «шахрай». Будучи єдиним «шахраєм», він може розраховувати на допомогу всіх інших індивідів, але нічого за це не платить. Його середня винагорода є більшою за середню для «простака». Тому гени «шахрая» починають поширюватися по всій популяції. Гени ж «простака» дуже швидко вимирають. Це відбувається тому, що, яким би не було співвідношення стратегій у популяції, «шахраї» завжди житимуть краще за «простаків». Наприклад, розглянемо випадок, коли популяція складається з 50 % «простаків» та 50 % «шахраїв». Середня винагорода для обох стратегій буде меншою, ніж для будь-якого індивіда в популяції, де всі 100 % складають «простакки». Але «шахраї» все одно житимуть краще за «простаків», бо вони отримують всі вигоди — якими б ті не були — але нічого за це не платитимуть. Коли частка «шахраїв» сягає 90 %, середня винагорода для всіх індивідів стає дуже низькою: багато представників обох стратегій починають по-

мирати від інфекції, яку розносять кліщі. Але «шахраї» все одно житимуть краще, ніж «простаки». Навіть якщо популяція пройде увесь шлях до повного вимирання, ніколи не настане такий момент, коли б «простаки» жили краще за «шахраїв». Тому, допоки ми розглядаємо лише ці дві стратегії, ніщо не зможе зашкодити вимиранню «простаків» та, дуже ймовірно, вимиранню всієї популяції.

А тепер уявімо, що існує якась третя стратегія під назвою «злопам'ятний». «Злопам'ятні» допомагають зняти кліщів незнайомцям та тим, хто раніше допоміг їм. Проте, якщо хтось їх обдурив, вони це пам'ятають і тримають на нього зло: в майбутньому вони відмовляються допомагати такому індивідові. В популяції «злопам'ятних» та «простаків» просто неможливо відрізнити одних від інших. Обидва типи поведуться альтруїстично щодо інших, причому обидва отримують однаково високу середню винагороду. В популяції, що складається здебільшого з «шахраїв», один «злопам'ятний» не став би дуже успішним. Він би витрачав чимало енергії, допомагаючи більшості зустрічних індивідів — адже щоб тримати зло проти них усіх, йому потрібен час. З другого боку, ніхто би не допомагав йому навзаєм. Якщо ж «злопам'ятних» буде значно менше за «шахраїв», їхні гени поступово вимруть. Однак як тільки «злопам'ятним» вдасться збільшити свою кількість настільки, щоб досягти критичної частки, їхній шанс зустрітися стає достатньо великим, аби компенсувати зусилля, змарновані на допомогу «шахраям». Після досягнення цієї критичної частки вони починають отримувати вищу середню винагороду, ніж «шахраї», які дедалі швидше наблизатимуться до вимирання. Коли ж «шахраї» майже вимруть, зменшення їхньої кількості сповільниться, і вони зможуть протягом доволі довгого часу існувати як меншість. Це відбувається тому, що для будь-якого рідкісного «шахрая» є лише невеличкий шанс зустрітися

з тим самим «злопам'ятним» двічі: тому частка у популяції індивідів, які тримають зло на будь-якого конкретного «шахрая», буде незначною.

Я розповів про ці стратегії так, немов інтуїтивно передбачаю, що саме так все станеться. Однак це не очевидно, і я вирішив підстрахуватися, змодельовавши їх на комп'ютері, аби перевірити правильність інтуїтивних здогадок. Виявилось, що «злопам'ятний» дійсно є еволюційно стабільною стратегією проти «простака» та «шахрая» в тому сенсі, що популяцію, де більшість складають «злопам'ятні», не здатен окупувати ні «шахрай», ні «простак». Проте «шахрай» теж є ЕСС, бо популяцію, де більшість складають «шахраї», не здатен окупувати ні «злопам'ятний», ні «простак». Популяція може дотримуватись будь-якої з цих двох ЕСС. З часом вона може переключатись з однієї на іншу. Залежно від точної величини винагород — змодельовані припущення були, звичайно, абсолютно довільними — будь-який з цих двох стабільних станів матиме більші «зони тяжіння» та досягатиметься з більшою ймовірністю. Зауважте, до речі, що, хоча популяція «шахраїв» може щезнути з більшою ймовірністю, ніж популяція «злопам'ятних», це жодним чином не впливає на її статус як ЕСС. Якщо якась популяція досягає ЕСС, що призводить її до вимирання, то вона вимирає, і з цим нічого не вдієш*.

Доволі цікаво спостерігати за комп'ютерним моделюванням, що починається за умов переважної більшості «простаків», меншості «злопам'ятних» (яких лише трохи більше критичної межі) та приблизно такої самої за розміром меншості «шахраїв». Перш за все, відбувається різке зменшення кількості «простаків» через безжальну експлуатацію їх «шахраями». Кількість «шахраїв» у популяції стрімко збільшується, сягаючи свого піку одночасно зі зникненням останнього «простака». Але «шахраям» все ще

доводиться мати справу зі «злопам'ятними». Під час різкого занепаду «простаків» кількість «злопам'ятних» повільно зменшувалась під навалою успішних «шахраїв», але якимось чином вони все ж зуміли вистояти. Коли ж вимирає останній «простак» і «шахраї» більше не можуть продовжувати егоїстичну експлуатацію так легко, «злопам'ятні» повільно починають збільшувати свою кількість за рахунок «шахраїв». Поступово зростання їхньої популяції набуває інерції. Воно різко прискорюється, популяція «шахраїв» руйнується ледь не до вимирання, а потім вирівнюється, коли вони отримують привілеї своєї рідкості та порівняну свободу від злопам'ятства, яку ті з собою несуть. Проте «шахраї» повільно та невблаганно вимирають, а «злопам'ятні» залишаються єдиними господарями популяції. Парадоксально, але на початку нашої історії присутність «простаків» фактично загрожувала «злопам'ятним», бо вони відповідали за тимчасове процвітання «шахраїв».

До речі, мій гіпотетичний приклад про небезпеки неотримання допомоги цілком імовірний. У мишей, яких тримають поодиноці, спостерігається тенденція до розвитку неприємних виразок на тих частинах голів, до яких вони не можуть дістати. В одному дослідженні миші, яких тримали групами, не страждали від цього, бо вилизували голови одна одною. Було б цікаво перевірити теорію взаємного альтруїзму експериментально, і миші, здається, могли би стати придатними об'єктами для цієї роботи.

Тріверс розповідає про дивовижний симбіоз риби-чистильника. Взагалі відомо десь із п'ятдесят видів, включаючи дрібних риб та креветок, які живуть тим, що збирають паразитів з поверхні тіла більших риб інших видів. Великим риbam явно вигідна така чистка, тоді як чистильники отримують з цього добре джерело їжі. Відносини між ними

є симбіотичними. В багатьох випадках великі риби відкривають свої роти та дозволяють чистильникам запливати всередину, щоб почистити їм зуби, а потім виплисти крізь зябра, які вони теж чистять. Можна було б очікувати, що велика риба хитрим чином дочекається, поки її ретельно почистять, а потім проковтне чистильника. Однак вона зазвичай спокійно дає йому виплисти неушкодженим. Це є суттєвим проявом альтруїзму, бо в багатьох випадках чистильник має той самий розмір, що й звичайна здобич великих риб.

Чистильники мають особливе смугасте забарвлення та характерні танцювальні рухи, які відрізняють їх від інших риб. Великі риби зазвичай утримуються від поїдання дрібних, які мають відповідні смужки та наближаються до них з відповідним танцем. Замість нападу вони впадають у свого роду транс та дозволяють чистильникам вільно дістатися до свого тіла ззовні та зсередини. Знаючи сутність егоїстичних генів, не дивно, що безжальні, експлуаторські шахраї цим користуються. Існують види дрібних риб, що виглядають як чистильники і так само танцюють з метою безпечного перебування поблизу великих риб. Коли ж велика риба впадає в свій очікуваний транс, шахрай, замість знімати з неї паразитів, швидко відкушує в неї шматок плавця та кидається навтьоки. Проте, незважаючи на окремих шахраїв, відносини між чистильниками та їхніми клієнтами переважно є дружніми та стабільними. Професія чистильника відіграє важливу роль у повсякденному житті мешканців коралового рифу. Кожен чистильник має свою власну територію, і було спостережено, що великі риби стають до них на прийом у чергу, немов клієнти в перукарні. Мабуть, саме ця прив'язка до території і робить можливою цю еволюцію відкладеного взаємного альтруїзму. Вигода для великих риб від можливості неоднора-

зово звертатись до однієї й тієї самої «перукарні», а не кожен раз шукати нову, напевно, переважає витрати від непоїдання чистильника. Оскільки чистильники доволі дрібні, повірити в це нескладно. Присутність шахраїв, які маскуються під чистильників, мабуть, опосередковано загрожує чесним чистильникам, дещо підштовхуючи великих риб поїдати смугастих танцюристів. Прив'язка ж до певної території з боку чистильників дозволяє клієнтам легко знаходити їх та уникати шахраїв.

У людини добре розвинені довга пам'ять та здатність до розпізнавання окремих індивідів. Тому можна очікувати, що взаємний альтруїзм зіграв важливу роль у людській еволюції. Тріверс навіть припускає, що багато наших психологічних характеристик — заздрість, усвідомлення провини, вдячність, симпатія тощо — були сформовані природним добром для покращення здатності до шахрайства, виявлення шахрайства, а також уникнення підозр у шахрайстві. Особливий інтерес становлять «майстерні шахраї», які начебто дають щось навзаєм, але постійно відплачують трохи менше, ніж отримують. Можливо навіть, що великий мозок людини та її схильність до математичного мислення виникли як механізм дедалі більш хитрого обману та дедалі більш проникливого виявлення шахрайства з боку інших. Формальним символом відкладеного взаємного альтруїзму є гроші.

Захоплюючим гіпотезам, які породжує ідея взаємного альтруїзму при її застосуванні до нашого власного виду, немає кінця. Проте, якими б спокусливими вони не були, я розуміюся на них не краще за когось іншого, а тому залишаю читачеві розважатись із ними далі на власний розсуд.

МЕМИ. НОВІ РЕПЛІКАТОРИ

Досі я не багато говорив конкретно про людину, хоча й не обминав її у своїх міркуваннях навмисно. Причина, чому я використовував термін «машина для виживання», почасти полягає в тому, що слово «тварина» залишило би поза увагою рослини, а, отже, і людину. Наведені мною аргументи мають без жодного вагання співвідноситись із будь-якою живою істотою, яка тільки виникла в процесі еволюції. Для вилучення будь-якого виду з обговорення потрібні дуже чіткі й вагомі причини. А от чи існують якісь вагомі причини для припущення, що наш власний вид є унікальним? На мою думку, відповідь на це є позитивною.

Найбільш характерну особливість людини можна підсумувати одним словом: «культура». І я не використовую його в якомусь снобістському сенсі, а виключно як учений. Успадкування культури аналогічне успадкуванню генетики, адже, виглядаючи загалом консервативною, вона здатна покласти початок певній формі еволюції. Англійський поет XIV століття Джеффри Чосер не зміг би підтримати бесіду із сучасним англійцем, навіть попри те, що вони пов'язані між собою нерозривним ланцюгом десь із двадцяти поколінь, кожне з яких могло спілкуватися зі своїми найближчими сусідами по ланцюгу так само легко, як син говорить із батьком. Схоже, що мова «еволюціонує» неге-

нетичними шляхами та зі швидкістю значно більшою, ніж це відбувається під час генетичної еволюції.

Культурна спадщина не є унікальною для людини. Найкращий відомий мені приклад, що її не стосується, нещодавно навів П. Ф. Дженкінс, де йдеться про співи птаха під назвою тіко південний, або новозеландський шпак, який мешкає на островах поблизу узбережжя Нової Зеландії. На острові, де працював автор дослідження, був зафіксований цілий репертуар із дев'яти різних пісень. Будь-який самець співав лише одну або декілька з цих пісень. Усіх самців можна було поділити на своєрідні діалектні групи. Наприклад, одна група з восьми самців, що жили по сусідству, співали особливу пісню під кодовою назвою *СС*. Інші діалектні групи знали інші пісні. Іноді представники якоїсь групи мали більше однієї спільної пісні. Порівнюючи пісні батьків і синів, Дженкінс показав, що структура пісні не успадковується генетично. Кожен молодий самець, схоже, переймав пісні від своїх територіальних сусідів, повторюючи за ними звук за звуком так само, як відбувається у людей, коли ті вчать мову. За той час, поки там перебував Дженкінс, на острові спостерігалась фіксована кількість пісень, певний «пісенний фонд», з якого кожен молодий самець черпав свій власний невеличкий репертуар. Але Дженкінсові траплялося стати свідком «вигадування» нової пісні, що ставалося через якусь помилку у виконанні старої. Він пише: «Виявилось, що нові пісенні форми виникають по-різному: інша висота ноти, повторення певної ноти, вилучення нот та комбінування різних частин наявних пісень... Поява такої нової форми є раптовою подією, але результат залишається доволі стабільним протягом довгих років. Надалі, в деяких випадках, цей варіант точно передається в його новій формі молодшим птахам таким чином, що виникає група схожих між собою

пісень». Першопричинами появи нових пісень Дженкінс називає «культурні мутації».

Спів новозеландського шпака дійсно еволюціонує негенетичним чином. Відомі також інші приклади культурної еволюції у птахів та мавп, але йдеться лише про окремі цікаві випадки. На що дійсно здатна культурна еволюція, демонструє наш власний вид. І мова тут є лише одним прикладом із багатьох. Мода на одяг та дієту, різні церемонії та звичаї, мистецтво та архітектура, інженерія та технології — все це виникає у належний історичний час і нагадує неймовірно прискорену генетичну еволюцію, але насправді не має з нею нічого спільного. Проте, як і при генетичній еволюції, зміни можуть бути прогресивними. В певному сенсі сучасна наука дійсно краща за античну. З плином століть наше розуміння Всесвіту не лише змінилося — воно покращилося. Загальновизнано, що нинішнє інтенсивне вдосконалення почалося лише в епоху Ренесансу, якій передував похмурий період стагнації, коли європейська наукова культура застигла на рівні, досягнутому ще давніми греками. Але, як про це йшлося в 5-му розділі, процес генетичної еволюції теж може мати вигляд низки короткочасних прискорень розвитку між періодами стабільності.

Аналогія між культурною та генетичною еволюцією застосовується часто, причому іноді в контексті недоречного містицизму. Особливо детально аналогія між науковим прогресом та генетичною еволюцією завдяки природному доборові була висвітлена сером Карлом Поппером. Я ж хочу піти ще далі у напрямках, що наразі досліджуються також генетиком Л. Л. Каваллі-Сфорца, антропологом Ф. Т. Клоком та етологом Дж. М. Калленом.

Як завзятого дарвініста, мене не задовольнили пояснення поведінки людей, яке запропонували мої колеги-ентузіасти. Вони намагалися відшукати «біологічні переваги» різнома-

нітних атрибутів людської цивілізації. Наприклад, племінна релігія розглядалась як механізм зміцнення групової ідентичності, цінної для виду, що полює зграєю, члени якої покладаються на співпрацю, аби спіймати велику та прудку здобич. Дуже часто первинна еволюційна концепція, в межах якої формуються такі теорії, наводить на думку про груповий добір, але ці теорії можна викласти завдяки термінам ортодоксального генного добору також. Цілком можливо, що велику частину останніх кількох мільйонів років людина жила невеличкими родинними групами. З метою вироблення багатьох наших базових психологічних властивостей та тенденцій на людські гени могли впливати родинний добір і добір на користь взаємного альтруїзму. Раз так, ці ідеї схожі на правду, але я вважаю, що вони не здатні пояснити саме явище культури, культурної еволюції та глибоких відмінностей між культурами народів світу — від крайнього егоїзму народу *ік* в Уганді, описаного Коліном Тернбуллом, до м'якого альтруїзму племені *аранеш*, що його досліджувала Маргарет Мід. На мою думку, нам слід почати все знову і повернутися до першопричин. Аргумент, що його я зараз наведу, яким би неймовірним він не був для автора попередніх розділів, полягає в тому, що прагнучи збагнути еволюцію сучасної людини, не треба розглядати ген як єдину основу наших ідей стосовно еволюції. Я є палким прихильником теорії Дарвіна, але я вважаю дарвінізм надто великою теорією, щоб обмежувати його вузьким контекстом гена. Ген увійде в мою тезу як аналогія, але не більше.

Врешті-решт, чим гени такі особливі? Тим, що вони є реплікаторами. Припускається, що закони фізики чинні в усьому осяжному нам Всесвіті. Але чи існують якісь принципи біології, що мали би подібну універсальну чинність? Коли астронавти вирушать до далеких планет у пошуках життя, то можуть натрапити там на істот, надто дивовижних та

неземних для нашої уяви. Але чи є щось, що повинно бути справедливим для всього живого, де б воно не перебувало і якою б не була його хімічна основа? Якщо існують форми життя, хімія яких базується на кремнії замість вуглецю або на аміаку замість води, якщо відкрито істоти, які зварюються на смерть при – 100 градусах Цельсія, якщо знайдено форму життя, що взагалі базується не на хімії, а на електронних схемах, то чи залишатиметься якийсь загальний принцип, справедливий для всього живого? Зрозуміло, що я цього не знаю, але, якби мені довелося битися об заклад, то я би поставив гроші на один фундаментальний принцип. Це закон про те, що все живе еволюціонує завдяки диференційному виживанню реплікуючих одиниць*. Так сталося, що реплікуючою одиницею, яка превалює на нашій власній планеті, є ген — молекула ДНК. Але ж можуть існувати й інші. Якщо вони існують, то, завдяки дотриманню певних інших умов, майже неминуче ставатимуть основою будь-якого еволюційного процесу.

Але чи потрібно нам вирушати до далеких світів, аби знайти інші види реплікатора та, відповідно, інші види еволюції? На мою думку, новий різновид реплікатора нещодавно виник на нашій з вами планеті. Він дивиться просто на нас. Поки що він перебуває на ранній стадії розвитку, незграбно дрейфуючи в своєму первісному бульйоні, але вже береться до еволюційної зміни зі швидкістю, що залишає старий добрий ген далеко позаду.

Новий бульйон — це бульйон людської культури. Нам потрібна назва для нового реплікатора, іменник, що передав би ідею одиниці культурного успадкування, або одиниці *імітації*. Від придатного грецького кореня походить слово «мімем», але мені більш до вподоби щось односкладове, що трохи нагадувало би слово «ген». Сподіваюся, що мої друзі, прихильники класичної освіти, вибачать мені, якщо я скорочу «мімем» до «мем»*. Якщо комусь так більше по-

добається, він може вважати, що це слово має певний стосунок до пам'яті або до французького слова *même*. Вимовляється воно в риму зі словом «крем».

Прикладами мемів є різні мелодії, ідеї, гасла, модні фасони, способи виліплювання горщиків чи будівництва арок. Так само, як гени поширюються в генофонді, перестрибуючи з одного організму до іншого за допомогою сперматозоїдів або яйцеклітин, меми поширюються в мемофонді, перестрибуючи з мозку до мозку завдяки процесові, що його, у широкому сенсі, можна вважати імітацією. Якщо якийсь учений чує або читає про певну цікаву ідею, він ділиться цією інформацією зі своїми колегами та учнями, наводить її в своїх статтях та лекціях. Якщо ідею підхоплюють, тоді йдеться про її поширення, мандрування від одного мозку до іншого. Як вдало підсумував мій колега Н. К. Гампфрі, прочитавши чернетку цього розділу: «... меми слід вважати живими структурами, не лише метафорично, але й технічно*. Коли ви висаджуєте в мій розум якийсь плідний мем, то буквально заражаєте мій мозок паразитом, перетворюючи його на транспортний засіб для поширення мему тим самим способом, завдяки якому вірус може паразитувати на генетичному механізмі клітини господаря. І це не лише фігура мови, бо мем, скажімо, "віри в життя після смерті" насправді реалізується фізично мільйони й мільйони разів у вигляді певної структури нервової системи деяких людей у всьому світі».

Розглянемо ідею Бога. Ми не знаємо, як вона з'явилась у мемофонді. Можливо, вона виникла безліч разів завдяки незалежним одна від одної «мутаціям». В будь-якому разі, вона надзвичайно стара за своєю суттю. Як вона реплікується? За допомогою усного та письмового слова, що їм сприяє величній музика з мистецтвом. Чому вона має такий високий показник виживання? Пам'ятайте, що «показник виживання» тут означає не показник гена в генофонді, а показник мему

в мемофонді. Насправді питання стоїть так: «Що такого є в ідеї Бога, що надає їй високої стабільності і здатності потрапляти до культурного середовища?» Показник виживання мему Бога в мемофонді є результатом великої психологічної привабливості цієї ідеї. На перший погляд, вона пропонує правдоподібну відповідь на глибокі та хвилюючі запитання про наше існування. Вона наводить на думку, що несправедливість у цьому житті може бути виправлена в наступному. «Вічні розкриті обійми» бережуть нас від власних помилок, подібно до лікарського плацебо, уявна сила якого не робить його менш ефективним. Це лише декілька причин, чому ідея Бога так охоче копіюється в мізки наступних поколінь індивідів. Бог існує хоча б у формі мему з високим показником виживання (інфекційної сили) в середовищі, яке забезпечує людська культура.

Деякі з моїх колег зауважують, що такий погляд на показник виживання мему Бога надто легко приймається на віру. За першої-ліпшої нагоди вони прагнуть повернутися до «біологічної переваги». Їм недостатньо чути, що ідея Бога має «велику психологічну привабливість». Вони хочуть знати, чому вона її має. Психологічна привабливість означає привабливість для мозку, а мозок формується природним добром генів у генофонді. Вони хочуть зрозуміти, яким чином наявність такого мозку покращує виживання генів.

Я дуже симпатизую такому поглядові і не маю ані найменшого сумніву, що наявний у нас тип мозку, має генетичні переваги. Однак я вважаю, що ці колеги, якщо вони уважно поглянуть на засади своїх власних припущень, збагнуть, що приймають на віру не менше, ніж я. По суті, причина, чому прийнятною стратегією для нас буде спробувати пояснити біологічні явища термінами генетичної переваги, полягає в тому, що гени є реплікаторами. Як тільки первісний бульйон забезпечив умови, за яких молекули змогли ро-

бити копії самих себе, реплікатори взяли цю справу на себе. Протягом понад трьох тисяч мільйонів років ДНК була єдиним вартим уваги реплікатором у світі. Але вона зовсім не обов'язково володіє цими монопольними правами весь час. Кожного разу, коли виникають умови, за яких новий різновид реплікатора *може* робити копії самого себе, ці нові реплікатори *прагнутьимуть* взяти гору та почати новий різновид своєї власної еволюції. Після ж початку цієї нової еволюції вона у жодному сенсі не буде обов'язково підпорядкована старій. Створюючи мозок, стара еволюція, що постала завдяки генному доборові, забезпечила поживне середовище, в якому виникли перші мему. А після появи мемів, здатних до самокопіювання, почався їхній власний, значно швидший, різновид еволюції. Ми, біологи, засвоїли ідею генетичної еволюції настільки глибоко, що зазвичай забуваємо, що це лише один із багатьох можливих різновидів еволюції як такої.

У широкому сенсі, імітація — це спосіб, завдяки якому мему *здатні* реплікувати. Але так само, як не всі гени, що здатні реплікувати, роблять це успішно, так і деякі мему є менш успішними за інших у мемфонді. Це аналог природного добору. Я вже наводив деякі приклади властивостей, що підвищують показник виживання серед мемів. Але, загалом, вони не надто відрізняються від описаних для реплікаторів у 2-му розділі: довговічність, поширеність, а також точність копіювання. Довговічність будь-якої копії мему, мабуть, відносно неважлива, як і будь-якої копії гена. Копія старої пісні «Олд Ленг Сайн», що існує в моєму мозку, лишатиметься там до кінця мого життя*. Копія тієї самої пісні, що надрукована в моєму томику «Збірки шотландських студентських пісень», навряд чи збережеться набагато довше. Але я можу бути впевненим, що деякі копії тієї самої пісні в мозку людей та на папері зберігатимуться століттями. Як і стосовно генів, значно важливішою за довговічність

конкретної копії є її поширеність. Якщо конкретний мем — це певна наукова ідея, її поширення залежатиме від того, наскільки вона прийнятна для популяції окремих учених; приблизно оцінити її показник виживання можна завдяки підрахункові чисельності посилань на неї в наукових журналах, зроблені в подальші роки*. Якщо мова про популярну пісню, її поширення в мемофонді можна оцінити за кількістю людей, що насвистують її на вулицях. Якщо це модель жіночого взуття, меметик популяції може скористатися статистикою продажів у взуттєвих крамницях. Деякі меми, як і деякі гени, досягають блискучого нетривалого успіху в справі поширення, але надовго в мемофонді не затримуються. Прикладами і є саме різні популярні пісеньки та черевички на шпильках. Інші ж, такі як закони іудаїзму, можуть поширюватися подальші тисячі років, завдяки довговічності письмових записів.

Це підводить мене до третьої загальної властивості успішних реплікаторів: точності копіювання. Тут я мушу визнати, що почувуюсь невпевнено. На перший погляд, виглядає на те, що меми не є аж такими точними реплікаторами взагалі. Кожного разу, коли вчений чує якусь ідею та переказує її комусь іншому, він, схоже, децю її видозмінює. Я не приховую, що запозичив для цієї книги ідеї Р. Л. Тріверса. Однак я не використую їх так, як це робив він. Я переінакшив їх відповідно до своїх намірів, змінивши наголос, поєднавши їх з ідеями власними та інших людей. Меми передаються вам у зміненій формі. Це зовсім не схоже на властивість генів передаватися чітко й точно за принципом «так або ніяк». Схоже, що поширення мемів зазнає постійної мутації, а також поєднання.

Можливо, що таке враження неточності є ілюзорним і що аналогія з генами не порушена. Зрештою, якщо поглянути на спадковість багатьох генетичних ознак, таких як людський зріст або колір шкіри, то це не схоже на роботу неподільних

та непокєднєваних генїв. При спаровуванні чорної та білої людини їхні діти не виходять або чорними, або білими: вони є проміжними. Це не означає, що гени тут не точні. Просто з кольором шкіри пов'язані так багато з них, причому вплив кожного настільки малий, що вони *неначе* поєднуються. Досі я говорив про мєми так, немов склад одиничного мєму є очевидним. Але він, певна річ, далеко не очевидний. Я вже казав, що пісня — це один окремий мєм, але як щодо симфонії: скільки мємїв у ній? Чи є одним окремим мємом кожен такт, кожна впізнавана фраза пісні, кожен рядок, акорд чи що там іще?

Скористаюся тим самим словесним прийомом, що й у 3-му розділі. Там я ділив «генний комплекс» на великі й малі генетичні одиниці, а також одиниці всередині одиниць. «Ген» визначався не у жорсткій манері, а як зручна одиниця, ділянка хромосоми із саме достатньою точністю копіювання, аби стати життєздатною одиницею природного добору. Якщо окрема музична фраза з дев'ятої симфонії Бєтховєна є достатньо характерною та незабутньою, щоб її можна було вирвати з контексту всієї симфонії та використовувати як заставку однієї дратівливо нав'язливої європейської телерадіокомпанії, тоді вона цілком варта називатися одним мємом. Вона, до речі, суттєво вплинула на втіху, що її колись давала сама симфонія.

Так само й тоді, коли ми говоримо, що всі біологи в наші дні вірять у дарвінівську теорію, то не маємо на увазі, що кожен біолог не закарбував у своєму мозкові точної копії слів самого Чарльза Дарвіна. Кожен з них має власне тлумачення ідей цього вченого. Вони цілком могли довідатися про них не з власних робіт Дарвіна, а від більш пізніх авторів. Багато подробиць з того, що мав на увазі Дарвін, переказуються неправильно. Якби Дарвін прочитав цю книгу, то навряд чи впізнав у ній свою власну первинну теорію, хоча тішу себе, що йому мав би сподобатися мій

виклад. Хоча, попри все це, наявна певна суть дарвінізму, і вона присутня в голові всіх, хто розуміє цю теорію. Якби було інакше, тоді будь-яке твердження про двох людей, що погоджуються поміж собою, не мало б сенсу. «Ідею-мем» можна визначити як одиницю, здатну передаватися від одного мозку до іншого. Таким чином, мем теорії Дарвіна — це той обов'язковий базис ідеї, який є в мозку усіх, хто розуміє цю теорію. Отже, *вігмінності* у способах, якими люди представляють цю теорію, не мають жодного стосунку до мему. Якщо теорію Дарвіна можна поділити на складові так, щоб одні люди вірили в складову *A*, а не складову *B*, тоді як інші надавали перевагу складовій *B*, а не *A*, тоді *A* та *B* слід вважати окремими мемами. Якщо ж майже всі, хто вірить у *A*, вірять також у *B*, — тобто, меми тісно «поєднані», використовуючи генетичний термін, — тоді їх зручно об'єднати в один мем.

Розгляньмо далі аналогію між мемами та генами. Протягом усієї цієї книги я наголошував, що не слід вважати гени свідомими, цілеспрямованими агентами. Проте сліпий природний добір змушує їх поводитися так, немов вони мають перед собою якусь мету, тому, аби бути стислими, про гени зручно говорити, маючи на увазі мету. Наприклад, коли ми говоримо: «гени намагаються збільшити свою кількість у майбутньому генофонді», то насправді маємо на увазі: «зазвичай ми бачимо в світі вплив тих генів, які поводяться таким чином, щоб досягти збільшення своєї кількості в майбутньому генофонді». Аналогічно тому, що нам зручно сприймати гени як активних агентів, які цілеспрямовано працюють заради свого виживання, можливо, було би зручно так само ставитися і до мемів. У будь-якому разі, не варто зловживати містикією. Обидва рази ідея мети є лише метафорою, але ми вже бачили, якою плідною є ця метафора стосовно генів. Ми навіть вдавалися щодо генів до слів, таких як «егоїстичні» та «безжальні», добре знаючи,

що це лише мовні фігура. Чи не могли б ми точнісінько так само мати на увазі егоїстичні або безжальні мему?

Однак, постає певна проблема, пов'язана з природою конкуренції. Там, де існує статеве розмноження, кожен ген конкурує, перш за все, зі своїми алелями — претендентами на те саме місце у хромосомі. Схоже, що мему не мають нічого подібного до хромосом і алелей. Я припускаю, що в певному тривіальному сенсі можна сказати, що багато ідей мають свої «протилежності». Але загалом мему нагадують перші молекули, що вдалися до реплікації, які хаотично й вільно плавали в первісному бульйоні, а не сучасні гени в їхніх чудових парних хромосомних конфігураціях. Тоді в якому ж сенсі мему конкурують між собою? Чи слід нам очікувати, що вони будуть «егоїстичними» або «безжальними», якщо вони не мають алелей? Відповідь полягає в тому, що це цілком можливо, бо в певному сенсі вони повинні зазнавати певного різновиду конкуренції між собою.

Будь-який користувач цифрового комп'ютера знає, як цінуються машинний час та обсяг пам'яті. В багатьох великих комп'ютерних центрах вони буквально сплачуються грошима — кожному користувачеві виділяється певна норма часу, вимірювана в хвиликах, а іноді й норма пам'яті, вимірювана в «словах». Комп'ютери, в яких живуть мему, — це людський мозок.* Час їх, можливо, здатен більше обмежити, ніж обсяг пам'яті, а тому він стає об'єктом гострої конкуренції. Людський мозок та тіло, яке він контролює, не здатні робити більше однієї чи декількох речей одночасно. Якщо певний мем привертає увагу людського мозку, то, мабуть, робить це за рахунок «конкурентних» мемів. Пригадаймо, за що ще конкурують мему, — це радіо- та телевізійний час, площі рекламних щитів, газетних колонок та бібліотечних полиць.

Що стосується генів, про що вже йшлося в 3-му розділі, в генофонді можуть виникати коадаптовані генні комплекси.

Великий набір генів, пов'язаний з мімікрією у метеликів, так міцно поєднався між собою в одній і тій самій хромосомі, що їх вже можна вважати одним цілісним геном. У 5-му розділі ми розглядали більш складну ідеєю еволюційно стабільного набору генів. У генофонді м'ясоїдів еволюціонували взаємопов'язані зуби, кігті, кишківник та органи чуттів, а от з генофонду травоядних сформувався інший стабільний набір характеристик. Чи відбувається щось аналогічне в мемофонді? Чи пов'язаний мем Бога, скажімо, з якимись іншими мемами і чи сприяє така асоціація виживанню кожного мему, який її стосується? Можливо, коадаптивним стабільним набором взаємодопоміжних мемів можна було би вважати якусь організовану церкву з її архітектурою, ритуалами, догмами, музикою, мистецтвом та письмовими джерелами інформації.

Розгляньмо конкретний приклад — аспект доктрини, дуже ефективний у зміцненні релігійних поглядів, а саме загрозу пекельного полум'я. Багато дітей та навіть деякі дорослі щиро вірять, що, якщо вони не дотримуватимуться церковних правил, то після смерті терпітимуть страшні муки. Це напрочуд підда техніка переконання, що спричиняла великі психологічні страждання протягом усього Середньовіччя та продовжує це робити навіть сьогодні. Однак вона неймовірно ефективна. Її цілком могли спеціально розробити безчесні священники, які знали на таких техніках глибокого психологічного навіювання. Проте я маю сумнів, що ці священники були аж такими розумними. Значно імовірніше, що підсвідомі меми забезпечили собі виживання завдяки тим самим якостям буцімто жорстокості, що їх демонструють успішними генами. Завдяки своєму глибокому психологічному впливові, ідея пекельного полум'я справді *увічноє себе сама*. Вона виявилась пов'язаною з мемом Бога, бо вони підтримують одна одну та сприяють взаємному виживанню у мемофонді.

Інший комплекс релігійних мемів зветься вірою. Йдеться про сліпу віру, що не вимагає доказів та навіть непохитна попри докази цілком протилежного. Історія невірного Хоми існує не для того, щоби ми захопилися Хомою, а насамперед нас мають вразити інші апостоли. Бо Хома, як на те, вимагав доказів. Для певних різновидів мему немає нічого гіршого, ніж докази. Інші апостоли, чия віра була такою сильною, що не потребувала доказів, вважаються вартими наслідування. Мем сліпої віри забезпечує своє існування за допомогою такого простого несвідомого прийому, як розохочення до раціонального вивчення питання.

Сліпа віра може виправдати будь-що*. Коли людина вірить в іншого бога, або навіть користується іншими ритуалами поклоніння тому самому богові, сліпа віра може наказати її вбити — розіп'яти, спалити, простромити мечем хрестоносця, застрелити на вулиці Бейрута або підірвати у барі Белфаста. Меми сліпої віри мають власні безжалні способи поширення, причому це стосується не лише релігійної сліпої віри, але й патріотичної та політичної.

Хоча меми та гени часто зміцнюють одні одних, вони іноді вступають у протидію. Наприклад, звичай целібату явно не успадковується генетично. Його ген приречений у генофонді на поразку, за винятком дуже особливих обставин, таких, які спостерігаються в соціальних комах. Зрештою, мем целібату може стати успішним у мемофонді. Наприклад, уявімо, що успіх мему значною мірою залежить від того, скільки часу люди витрачають на його активне поширення серед інших людей. Будь-який час, витрачений не на намагання поширити мем, з погляду мему можна вважати змарнованим. Священики передають мем целібату молодим хлопцям, які ще не вирішили, на що їм присвятити своє життя. Засобом поширення є будь-який людський вплив, усне і письмове слово, особистий приклад

тощо. Уявімо, сталося так, що шлюб послабив здатність священника впливати на певного парохіянина, скажімо, через те, що почав вимагати великої частки часу та уваги. Саме це, загалом, і стало офіційною причиною зміцнення позицій целібату серед священників. Якщо це саме так, тоді мем целібату матиме більший показник виживання, ніж мем укладання шлюбу. Однак, для гена целібату все виглядало би цілковито інакше. Якщо священник є машиною для виживання мемів, то целібат є корисною ознакою, яку варто в цю машину вбудувати. Целібат є лише молодшим партнером у великому комплексі взаємодопоміжних релігійних мемів.

Я припускаю, що коадаптовані комплекси мемів виникають таким самим чином, як і коадаптовані комплекси генів. Добір сприяє мемам, що використовують своє культурне середовище на власну користь. Це культурне середовище складається з інших мемів, які також улягають доборові. Тому мемфонд набуває властивості еволюційно стабільного набору, до якого новим мемам виявляється складно потрапити.

Досі я говорив про меми доволі негативно, але вони мають також і позитивні риси. Помираючи, ми можемо залишити після себе дві речі: гени та меми. Ми були створені як генні машини, задумані для поширення наших генів. Але цей аспект забудеться вже через три покоління. Ваші діти та навіть онуки можуть бути схожими на вас рисами обличчя, музичними талантами, кольором волосся. Але з кожним поколінням внесок ваших генів ставатиме вдвічі меншим. Дуже скоро він досягне таких значень, на які можна взагалі не зважати. Наші гени, можливо, й безсмертні, але *сукупність* генів, якою є будь-хто з нас, неминуче розпадеться. Королева Єлизавета II є прямим нащадком Вільгельма Завойовника, проте цілком можливо, що в ній не перебуває жоден ген цього володаря з минулого. Не слід шукати безсмертя у розмноженні.

А от якщо ви робите певний внесок до світової культури, пропонуєте певну цікаву ідею, складаєте пісню, винаходите свічку запалювання, пишете вірш, вони можуть існувати в незмінному вигляді ще тоді, коли ваші гени вже розчиняться у загальному генофонді. Як зауважив Дж. К. Вільямс, сьогодні в світі можуть існувати кілька генів Сократа або не існувати, але кого це обходить? Натомість, мемокомплекси Сократа, Леонардо, Коперника та Марконі не втратили свого впливу й досі.

Якою б спекулятивною не була моя версія теорії мемів, є один серйозний момент, на якому я хотів би наголосити. Річ у тім, що, розглядаючи еволюцію культурних ознак та показник їхнього виживання, ми повинні чітко розуміти, про *чиє* виживання йдеться. Як ми вже бачили, біологи звикли шукати переваги на рівні гена (індивіда, групи або виду, кому що більш до вподоби). Але раніше нам і в голову не приходило, що та чи інша культурна ознака може еволюціонувати саме таким чином лише тому, що це *вигідно для неї самої*.

Не треба шукати звичні для нас біологічні показники виживання таких ознак, як релігія, музика та ритуальні танці, хоча ці показники теж можуть бути присутні. Після того як гени забезпечують свої машини для виживання мозком, здатним до швидкої імітації, меми автоматично беруть її на себе. Нам навіть не треба виходити з якоїсь генетичної переваги імітації, хоча це, напевно, допомогло би. Головне — мозок має бути *здатним* до імітації, бо тоді виникатимуть меми, які використовуватимуть цю здатність на повну силу.

Наразі я припиняю говорити на тему нових реплікаторів та завершую цей розділ компетентним сподіванням. Однією з унікальних рис людини, яка могла еволюціонувати завдяки мемам, є її здатність до свідомого передбачення. Егоїстичні гени (та, якщо ви не заперечуєте щодо гіпотези цього розділу, меми теж) передбачень не мають. Це несвідомі, сліпі

реплікатори. Той факт, що вони реплікують, разом з певними подальшими умовами, означає, що вони несамохіть схильні до еволюції властивостей, які, з огляду на особливий сенс цієї книги, можна назвати егоїстичними. Простий реплікатор, хай то буде ген чи мем, не має підстав відмовитися від миттєвої егоїстичної переваги, навіть якщо згодом це йому дасться взнаки. Про це йшлося в розділі про агресію. Навіть попри те, що так звана «змова «голубів»» може бути кращою для *кожного окремого individa*, ніж еволюційно стабільна стратегія, природний добір неминуче сприятиме ЕСС.

Можливо, що ще однією унікальною якістю людини є здатність до щирого, безкорисливого, правдивого альтруїзму. Я дуже на це покладаюся, але не маю наміру наводити аргументи ні за, ні проти, або розмірковувати про її можливу мемічну еволюцію. Я лише хочу сказати, що, навіть якщо зважати лише на темний бік та припускати, що певна людина є фундаментально егоїстичною, наше свідоме передбачення — наша здатність моделювати майбутнє в уяві — може врятувати нас від найгірших егоїстичних проявів сліпих реплікаторів. Ми маємо, принаймні, ментальне спорядження для переслідування наших далекосяжних егоїстичних інтересів, а не лише короткосяжних. Ми можемо побачити далекосяжну користь від участі у «змові "голубів"» та сісти поруч, аби обговорити способи зробити цю змову ефективною. Ми маємо силу ігнорувати егоїстичні гени, з якими народилися, та, якщо необхідно, егоїстичні меми, що їх засвоїли. Ми навіть здатні обговорювати способи навмисної культивування та підживлення щирого, безкорисливого альтруїзму — щось, чого немає в природі, щось, що ще ніколи не існувало протягом усієї історії світу. Ми створені як машини генів та виховані як машини мемів, але ми маємо сили протистояти нашим творцям. Ми — єдині на Землі, хто здатен повстати проти тиранії егоїстичних реплікаторів*.

12

ЧЕМНІ ХЛОПЦІ ФІНІШУЮТЬ ПЕРШИМИ

Чемні хлопці фінішують останніми. Цей вислів, здається, походить зі світу бейсболу, але деякі авторитети стверджують, що першим все ж було її протилежне значення. Американський біолог Гарретт Гардін скористався ним, аби сформулювати ідею про те, що можна назвати «соціобіологією» або «егоїстичною генетикою». Переконатися у доречності цього не складно. Якщо перекласти загальноживане значення виразу «чемний хлопець» його дарвінівським еквівалентом, то чемний хлопець — це індивід, який сприяє іншим представникам свого виду у поширенні їхніх генів у наступних поколіннях за власний рахунок. Тоді чемні хлопці, схоже, приречені на зменшення своєї чисельності: чемність, за Дарвіном, не здатна вижити. Але є ще одна технічна інтерпретація поширеного слова «чемний». Якщо пристати на це визначення, яке не надто відрізняється від загальноживаного, тоді чемні хлопці таки можуть фінішувати *першими*. Саме такому більш оптимістичному поглядові й присвячений цей розділ.

Пригадайте «злопам'ятних» з 10-го розділу. То були птахи, що допомагали одні одним від доброго серця, але відмовляли у допомозі (тримали на них зло) індивідам, які раніше відмовили їм. «Злопам'ятні» починали домінувати в популяції,

бо передавали майбутнім поколінням більше генів, ніж «простаки» (які допомагали іншим без винятку, а тому експлуатувалися) та «шахраї» (які намагались безжально визискувати всіх навколо та наважувалися згодом на обманом). Історія «злопам'ятних» проілюструвала важливий загальний принцип, який Роберт Тріверс назвав «взаємним альтруїзмом». Як ми бачили на прикладі риби-чистильника, взаємний альтруїзм не обмежується представниками одного виду. Він працює в усіх відносинах, що називаються симбіотичними — наприклад, між мурахами та попелицями, де попелиці використовуються як дійна худоба. Після того, як був написаний 10-й розділ, американський політолог Роберт Аксельрод (частково у співпраці з В. Д. Гамільтоном, ім'я якого вигулькує безліч разів на сторінках цієї книги), скерував ідею взаємного альтруїзму у вражаюче несподіваних керунках. Саме Аксельрод сформулював технічне значення слова «чемний», на яке я посилаюся у першому абзаці цього розділу.

Подібно до більшості політологів, економістів, математиків та психологів, Аксельрод був зачарований немудрящою азартною грою під назвою «дилема в'язня». Вона настільки проста, що я знав досить тямущих людей, які розуміли її абсолютно неправильно, гадаючи, що у ній криється щось значно більше! Але простота її оманлива. Різновиди цієї захоплюючої гри займають не одну полицю бібліотек. Багато впливових людей вважають, що у ній захований ключ до стратегічного оборонного планування і що нам слід вивчати її, щоб запобігти Третій світовій війні. Як біолог, я згоден з Аксельродом та Гамільтоном, що багато диких тварин та рослин постійно залучаються до гри в дилему в'язня, яка виникає протягом усього процесу еволюції.

В її первинній, людській версії ця гра розігрується таким чином. Є «банкір», який стежить за грою та виплачує виграші двом гравцям. Уявімо, що я граю проти вас (хоча, як

ми переконаємося згодом, «проти» — це саме те, чого нам слід уникати). На руках ми маємо лише по дві карти, на одній з яких написано СПІВПРАЦЮВАТИ, а на іншій — ЗРАДИТИ. На початку гри кожен із нас вибирає одну карту та кладе її на стіл написом вниз. Це робиться для того, щоб ніхто з нас не міг вплинути на хід іншого: по суті, ми ходимо одночасно. Після цього ми з тривогою чекаємо, поки банкір переверне наші карти. З тривогою, бо наш виграш залежить не просто від того, яку карту ми розіграли (а кожен з нас знає, що він обрав), але й від карти іншого гравця також (яку ми не знаємо, поки банкір її не відкриє).

Оскільки всього карт 2×2 , то загалом результатів гри може бути чотири. Для кожного результату наші виграші є такими (в доларах, з поваги до північноамериканського походження гри):

Результат I: Ми обидва розіграли СПІВПРАЦЮВАТИ. Банкір виплачує кожному з нас по 300 доларів. Ця цілком поважна сума називається «винагорода за взаємну співпрацю».

Результат II: Ми обидва розіграли ЗРАДИТИ. Банкір штрафує кожного з нас на 10 доларів. Це називається «покарання за взаємну зраду».

Результат III: Ви розіграли СПІВПРАЦЮВАТИ, а я — ЗРАДИТИ. Банкір виплачує мені 500 доларів (це називається «спокуса зрадити») та штрафує вас («простака») на 100 доларів.

Результат IV: Ви розіграли ЗРАДИТИ, а я — СПІВПРАЦЮВАТИ. Банкір виплачує вам 500 доларів («спокуса зрадити») та штрафує мене («простака») на 100 доларів.

Результати III та IV є, вочевидь, дзеркальними відображеннями: один гравець почувається напрочуд добре, а інший напрочуд погано. З результатами I і II ми почуваємось однаково, але результат I є кращим для нас обох, аніж результат II. Конкретні суми грошей не мають значення.

Неважливо навіть те, які суми мають знак «плюс» (у вигляді виплат), а які — «мінус» (у вигляді штрафів). Щоби гру можна було кваліфікувати як справжню дилему в'язня, важлива лише послідовність ранжування результатів. Спокуса зрадити повинна бути кращою за винагороду за взаємну співпрацю, яка повинна бути краща, ніж покарання за взаємну зраду, що повинна бути краща за виграш «простака». (Однак, є ще одна умова кваліфікації гри як справжньої дилеми в'язня: середнє значення між спокусою та винагородою «простака» не повинне перевищувати винагороду за взаємну співпрацю. Причина цієї додаткової умови стане зрозуміла пізніше.) На Рис. А всі чотири результати представлені у вигляді матриці виграшів.

		ВАШІ ДІЇ	
		Співпраця	Зрада
МОЇ ДІЇ	Співпраця	<p>Доволі добре ВИНАГОРОДА (за взаємну співпрацю)</p> <p>напр ., 300 доларів</p>	<p>Дуже погано ВИГРАШ «ПРОСТАКА»</p> <p>напр., штраф 100 доларів</p>
	Зрада	<p>Дуже добре СПОКУСА (зрадити)</p> <p>напр., 500 доларів</p>	<p>Доволі погано ПОКАРАННЯ (за взаємну зраду)</p> <p>напр., 10 доларів</p>

Рис. А. Виграші від різних результатів гри в дилему в'язня

Тепер поміркуймо, чому ця гра називається «дилемою». Щоб відповісти на це запитання, погляньте на матрицю виграшів та уявіть думки, що рояться в моїй голові, коли я граю проти вас. Я знаю, що ви можете розіграти лише дві карти: СПІВПРАЦЮВАТИ або ЗРАДИТИ. Розгляньмо оби-

два варіанти по черзі. Якщо ви підете зі ЗРАДИТИ (це означає, що дивитися слід на праву колонку), то найкраще за все для мене було би також піти зі ЗРАДИТИ. Правда, тоді на мене чекає покарання за взаємну зраду, але якби я пішов зі СПІВПРАЦЮВАТИ, то отримав би виграш «простака», що ще гірше. Тепер подивимось на іншу річ, яку ви можете зробити (дивитися слід на ліву колонку), пішовши з карти СПІВПРАЦЮВАТИ. І знову найкращим для мене було би піти зі ЗРАДИТИ. Якби я пішов зі СПІВПРАЦЮВАТИ, ми обидва отримали б доволі непоганий виграш у 300 доларів. Але якби я пішов зі ЗРАДИТИ, то отримав ще більше — 500 доларів. З цього можна зробити висновок, що, яку б карту ви не розіграли, найкращим ходом для мене *завжди* буде ЗРАДИТИ.

Отже, завдяки непохитній логіці, я збагнув, що незалежно від ваших дій я мушу зраджувати. Зрештою ви завдяки не менш непохитній логіці дійдете такого самого висновку. Тому, зустрічаючися, два раціональних гравці обидва зраджуватимуть, а також обидва отримуватимуть штраф або малий виграш. Тим не менш, кожен із них чудово знає, що якби тільки вони обидва розіграли СПІВПРАЦЮВАТИ, то обидва отримали доволі високу винагороду за взаємну співпрацю (в нашому випадку йдеться про 300 доларів). Ось чому ця гра називається дилемою, чому вона здається такою нестерпно парадоксальною, а також чому навіть пропонували ухвалити закон проти неї.

Слово «в'язень» у назві дилеми походить від одного уявного прикладу. Валютою у ньому є не гроші, а терміни ув'язнення. Двоє чоловіків — назовемо їх Петерсон та Моріарті — сидять за ґратами за підозрою у співучасті в злочині. Кожному з в'язнів в його окремії камері пропонують видати колегу (ЗРАДИТИ), надавши проти нього свідчення в суді. Подальший перебіг подій залежить від дій обох

в'язнів, і жоден із них не знає, що обере інший. Якщо Петерсон покладе всю провину на Моріарті, а той не перечитиме і мовчатиме (співпрацюючи з його колишнім та, як виявилось, підступним другом), то Моріарті отримає суворий вирок, а от Петерсона звільнять за те, що він спокусився і зрадив. Якщо кожен із них видасть іншого, то обидва будуть засуджені, але отримають певне заохочення за згоду надати свідчення та трохи менший, хоча все одно суворий вирок — покарання за взаємну зраду. Якщо обидва співпрацюватимуть (між собою, а не зі слідством), відмовившись свідчити, то доказів для звинувачення їх у злочині буде недостатньо, і вони отримають лише несуттєвий вирок за менше правопорушення — винагороду за взаємну співпрацю. Хоча може здатися дивним вважати засудження до короткотермінового ув'язнення «винагородою», ці люди розцінили би його саме так, якщо альтернативою був би значно довший термін позбавлення волі. Як ви бачите, хоча «виграші» тут обраховуються не в доларах, а у судових вироків, усі важливі ознаки гри збережені (погляньте на послідовність ранжування чотирьох результатів від гіршого до кращого). Якщо ви уявите себе цими в'язнями, припускаючи, що обидва мотивуються раціональним егоїзмом та пам'ятаючи, що вони не можуть змовитися, то побачите, що жоден із них не має іншого вибору, крім як зрадити іншого, таким чином прирікши себе на суворий вирок.

Чи є якась розв'язання цієї дилеми? Обидва гравці знають, що, незалежно від дій їхнього суперника для них самих краще за все буде ЗРАДИТИ. Тим не менш, обидва також знають, що якби тільки вони *обидва* співпрацювали, то кожен із них виграє більше. Якби тільки... якби тільки... якби тільки був якийсь спосіб домовитись між собою, якийсь спосіб гарантувати кожному гравцеві, що іншому можна довіряти, що той не гнатиметься за егоїстичним

джекпотом, якийсь спосіб контролювати дотримання домовленості!

У простій грі в дилему в'язня немає жодного способу гарантувати взаємну довіру. Якщо хоча б один із гравців не виявиться дійсно безгрішним «простаком», надто добрим для цього світу, ця гра приречена завершитись взаємною зрадою з її парадоксально низьким вигрешем для обох гравців. Але існує й інша версія цієї гри. Вона називається «ітераційною», або «повторюваною» дилемою в'язня. Ця повторювана гра є складнішою, а її складність і приховує надія.

Повторювана гра — це лише звичайна гра, що за участю тих самих гравців повторюється невизначену кількість разів. І знову ми з вами сидимо навпроти одне одного, з банкіром посередині. І знову кожен із нас має на руках лише по дві карти, на одній з яких написано СПІВПРАЦЮВАТИ, а на іншій — ЗРАДИТИ. І знову ми ходимо, розігруючи ту чи іншу з цих карт, а банкір видає нам вигреш або вимагає штраф згідно з викладеними вище правилами. Але тепер, замість завершення гри після першого ж раунду, ми знову беремо наші карти та стаємо до наступного раунду. Послідовні раунди гри дають нам можливість відчути довіру або недовіру, віддячити супротивникові тим самим або пробачити чи помститися. Протягом нескінченно довгої гри важливим моментом є те, що ми обидва можемо виграти за рахунок банкіра, а не за рахунок один одного.

Після десяти раундів гри я теоретично міг би виграти цілих 5000 доларів, але лише якби ви були надзвичайно дурним (або легковірним) та розігравали СПІВПРАЦЮВАТИ кожного разу, попри той факт, що я весь час зраджую. Більш реалістично, що кожен із нас міг би легко виграти 3000 доларів грошей банкіра, якби ми обидва розігравали СПІВПРАЦЮВАТИ в усіх десяти раундах гри. Для цього нам не потрібно бути особливо легковірними, бо ми обидва

можемо бачити, з минулих ходів противника, що йому можна довіряти. Ми можемо, по суті, контролювати кожен хід противника. Може трапитися так, що жоден із нас не довіряв би іншому: ми обидва розігрували б ЗРАДИТИ протягом усіх десяти раундів гри, і банкір отримував по 100 доларів штрафу з кожного з нас. Найбільш імовірно, що ми довірятьмемо одне одному не завжди, і кожен розіграватиме якусь змішану послідовність СПІВПРАЦЮВАТИ та ЗРАДИТИ, отримуючи проміжну суму грошей.

Птахи з 10-го розділу, які знімали кліщів одне в одного, грали саме у повторювану дилему в'язня. Як це в них виглядало? Ви, мабуть, пам'ятаєте, що для птаха надзвичайно важливо позбутися власних кліщів, але він не може дістати до маківки голови та потребує допомоги товариша, що зробив би це для нього. Справедливо було би пізніше віддячити за отриману послугу. Але ця робота забирає у птаха певний час та енергію, хоча й не дуже багато. Якщо птах зуміє безкарно вдатися до шахрайства — щоби з нього кліщів зняли, а він згодом не повівся шляхетно — тоді отримає всі вигоди без жодних витрат. Подивіться на порядок ранжування результатів, і ви переконаєтеся, що, по суті, ми маємо тут справжню гру в дилему в'язня. Взаємна співпраця (знімання кліщів одне в одного) — це, певна річ, добре, але існує спокуса зробити ще краще, відмовившись сплачувати витрати, на які наражає взаємність. Взаємна зрада (відмова знімати кліщів) — це, звичайно, погано, але не так погано, як витратити зусилля для іншого і не позбутися власних кліщів. Матриця таких виграшів наведена на Рис. В.

Але це лише один приклад. Чим більше про це замислюєшся, тим більше розумієш, що життя напрочуд багате на приклади повторюваної дилеми в'язня, і не лише людське, але й життя тварин та рослин також. Життя рослин? Так, чому б ні? Згадайте, що ми говоримо не про свідомі стра-

тегії (хоча часом могли б), а про стратегії в «мейнардосмітівському» сенсі, тобто такі, що можуть бути наперед запрограмовані генами. Незабаром ми ще зустрінемося з рослинами, різноманітними тваринами та навіть бактеріями, які грають у повторювану дилему в'язня. А поки що детальніше розгляньмо, в чому полягає важливість повторення ходів.

ВАШІ ДІЇ

		Співпраця	Зрада
МОЇ ДІЇ	Співпраця	<p>Доволі добре ВИНАГОРОДА З мене знімають кліщів, але я також витрачаю зусилля, знімаючи ваших</p>	<p>Дуже погано ВИГРАШ «ПРОСТАКА» Я залишаюся із кліщами, але все одно витрачаю зусилля, знімаючи ваших</p>
	Зрада	<p>Дуже добре СПОКУСА З мене знімають кліщів, і я не витрачаю зусиль, знімаючи ваших</p>	<p>Доволі погано ПОКАРАННЯ Я залишаюся із кліщами, трохи втішаючись тим, що не знімаю ваших</p>

Рис. В. Гра в знімання кліщів у птахів: виграші від різних результатів

На відміну від простої гри, доволі передбачуваної в тому сенсі, що єдиною раціональною стратегією є ЗРАДИТИ, повторювана версія пропонує широкий діапазон стратегій. У простій грі можливі лише дві стратегії: СПІВПРАЦЮВАТИ та ЗРАДИТИ. Однак повторення відкриває можливість для різноманітних стратегій, причому яка з них найкраща, аж ніяк не очевидно. Наступна стратегія, наприклад, є лише однією з тисяч можливих: «СПІВПРАЦЮВАТИ більшу частину часу, але у довільних 10 % раундів викидати ЗРАДИТИ». Або стратегії можуть бути обумовлені передісторією

гри. Прикладом цього стає «злопам'ятний» гравець. Пам'ять у нього добра, і хоча зазвичай він схильний співпрацювати, він легко зраджує, якщо інший гравець колись зрадив його. Інші стратегії можуть бути більш вибачливими та мати коротшу пам'ять.

Вочевидь, стратегії, доступні у повторюваній грі, обмежуються лише нашою винахідливістю. Чи можемо ми виявити, яка з них найкраща? Саме таке завдання і поставив перед собою Аксельрод. У нього виникла цікава ідея влаштувати змагання, давши оголошення та попросивши експертів з теорії ігор представити свої стратегії. В цьому сенсі стратегії є наперед запрограмованими правилами дій, тому учасники змагання, відповідно, надіслали свої варіанти комп'ютерною мовою. Всього було представлено чотирнадцять стратегій. Для рівного рахунку Аксельрод додав до них п'ятнадцяту, назвавши її «випадковою», бо в ній СПІВПРАЦЮВАТИ та ЗРАДИТИ розігрувались абсолютно випадково, і яка виступала різновидом базової «антистратегії»: якщо якась стратегія не здатна перевершити «випадкову», то вона безумовно погана.

Аксельрод усі 15 стратегій однаково запрограмував, виставивши їх одну проти одної у великому комп'ютері. Кожна стратегія по черзі грала у повторювану дилему в'язня в парі з кожною іншою (включаючи копію самої себе). Оскільки стратегій було 15, в комп'ютері відбувались $15 \times 15 = 225$ окремих ігор. Після того, як кожна пара пройшла 200 раундів кожної гри, всі виграші були зведені разом і оголошено переможця.

Нас не цікавить, яка стратегія перемогла конкретного суперника. Головне — яка стратегія зібрала найбільше «грошей», отриманих в сумі за результатами усіх її 15 ігор. Під «грошима» тут маються на увазі «очки», присуджені за такою схемою: взаємна співпраця — 3 очки; спокуса зра-

дити — 5 очок; покарання за взаємну зраду — 1 очко (еквівалент невеликого штрафу в розглянутій раніше грі); виграш «простака» — 0 очок (еквівалент великого штрафу в розглянутій раніше грі).

		ВАШІ ДІЇ	
		Співпраця	Зрада
МОЇ ДІЇ	Співпраця	<p>Доволі добре ВИНАГОРОДА за взаємну співпрацю 3 очки</p>	<p>Дуже погано ВИГРАШ «ПРОСТАКА» 0 очок</p>
	Зрада	<p>Дуже добре СПОКУСА зрадити 5 очок</p>	<p>Доволі погано ПОКАРАННЯ за взаємну зраду 1 очко</p>

Рис. С. Комп'ютерний турнір Аксельрода: виграші від різних результатів

Максимально можливий виграш, який могла би отримати будь-яка стратегія, складав 15000 очок (200 раундів по 5 очок за раунд для кожного з 15 суперників). Мінімум виграш складав 0 очок. Годі й казати, що жоден із цих двох крайніх варіантів не був реалізований. Найбільший середній виграш, на який реально сподіватися тій чи іншій стратегії в одній із її 15 ігор, не може бути набагато більшим за 600 очок. Саме стільки отримає кожен із двох гравців, якщо вони обидва весь час співпрацюватимуть, заробляючи по 3 очки за кожен із 200 раундів гри. Якщо один із них піддасться спокусі і зрадить, це дуже ймовірно закінчиться меншою кількістю очок, ніж 600, через помсту

іншого гравця (в більшості представлених стратегій був вбудований певний різновид покаральної поведінки). Ми можемо використовувати 600 очок як певну базу для кожної гри, представляючи всі виграші як відсоток від неї. За такою шкалою теоретично можливо набрати 166 відсотків (1000 очок), але на практиці середній виграш жодної стратегії не перевищував 600 очок.

Не забувайте, що «гравцями» у цьому турнірі були не люди, а комп'ютерні програми, запрограмовані стратегії. Їхні автори-люди виконували ту саму роль, що й гени, які програмують організми (згадайте комп'ютерні шахи та андромедянський комп'ютер із 4-го розділу). Ці стратегії можна вважати мініатюрними «довіреними особами» їхніх авторів. По суті, один автор міг запропонувати більше однієї стратегії (хоча було б шахрайством — і Аксельрод навряд чи на це пристав — якби якийсь автор «завалив» усе змагання стратегіями, одна з яких скористалась би жертвовною співпрацею з боку інших).

Запропонували декілька дуже оригінальних стратегій, хоча вони були, звичайно, значно менш оригінальними, ніж їхні автори. Цікаво, що переможною стала саме найпростіша стратегія, на перший погляд, найменш оригінальна з усіх. Вона називалась «око за око» й була представлена професором Анатолем Рапопортом, відомим психологом та теоретиком ігор з Торонто. «Око за око» починається співпрацею на першому ході, після чого лише копіює попередній хід іншого гравця.

Як може відбуватися гра, що включає в себе стратегію «око за око»? Як і завжди, все залежить від іншого гравця. Насамперед уявімо, що інший гравець теж використовує «око за око» (пам'ятайте, що крім інших 14, кожна стратегія грає також і проти копії самої себе). Обидві стратегії починають свої ходи зі співпраці. На наступному ж ході

кожен гравець копіює попередній хід суперника, яким було СПІВПРАЦЮВАТИ. Обидва продовжують викидати СПІВПРАЦЮВАТИ до самого кінця гри і обидва отримують в результаті всі 100 % «базового» виграшу в 600 очок.

Тепер припустімо, що «око за око» грає проти стратегії під назвою «наївний випробувач». Насправді ця стратегія не входила до влаштованого Аксельродом змагання, але, зрештою, вона доволі повчальна. За своєю суттю вона ідентична стратегії «око за око», крім того моменту, що іноді (скажімо, раз на десять ходів) вона необґрунтовано викидає зраду та вимагає виграш за спокусу. Поки «наївний випробувач» не випробує одну з його зрад, обидва гравці начебто дотримуються стратегії «око за око». Здається, що довга та взаємовигідна послідовність співпраці й далі впливатиме на перебіг гри, в результаті якої обидва гравці отримують зручний виграш у 100 % бази. Але раптом, без попередження, десь на восьмому ході, «наївний випробувач» розіграє зраду. «Око за око», звичайно, розіграє на цьому ході СПІВПРАЦЮВАТИ, а тому одразу ж починає відставати, отримавши виграш «простака» в 0 очок. Складається враження, що в «наївного випробувача» все добре, оскільки він отримав за цей хід 5 очок. Але наступним ходом «око за око» «мститься». Ця стратегія розіграє ЗРАДИТИ, просто дотримуючись свого правила повторювати попередній хід суперника. «Наївний випробувач» тим часом, сліпо дотримуючись свого власного внутрішнього правила копіювання, копіює хід свого суперника СПІВПРАЦЮВАТИ. Тому тепер він записує на свій рахунок виграш «простака» в 0 очок, тоді як «око за око» отримує високий виграш у 5 очок. Наступним ходом «наївний випробувач» — доволі несправедливо, як це може виглядати, «помщається» за зраду стратегії «око за око». А тому чергування триває. Під час цих почергових розіграшів обидва

гравці отримують в середньому по 2,5 очки за раунд (середнє значення між 5 та 0). Це нижче, ніж стабільні 3 очки за раунд, які обидва гравці можуть мати, розігруючи взаємну співпрацю (і, до речі, це причина «додаткової умови», залишеної без пояснення в 9-му розділі). Отже, коли «наївний випробовувач» грає проти «око за око», обидві стратегії виграють менше, ніж коли «око за око» грає проти іншої стратегії «око за око». Проте, коли «наївний випробовувач» грає проти іншого «наївного випробовувача», вони обидва зазвичай виграють ще менше, оскільки серія взаємної зради має тенденцію починатися раніше.

Тепер розглянемо іншу стратегію під назвою «вибачливий випробовувач». Вона схожа на «наївного випробовувача», за винятком того, що вдається до активних дій для розірвання серії почергової помсти. Для цього потрібно мати трохи довшу «пам'ять», ніж для стратегій «око за око» чи «наївний випробовувач». «Вибачливий випробовувач» запам'ятовує, чи була зрада лише спонтанною, а також, чи був цей результат негайною помстою. Якщо так, він «вибачливо» надає своєму суперникові право на «один безкоштовний удар», не вдаючись до помсти. Це означає, що серія взаємної помсти припиняється ще на початку. Якщо тепер продовжити уявну гру між стратегіями «вибачливий випробовувач» та «око за око», то виявиться, що серії потенційної взаємної помсти негайно кладеться край. Більша частина гри минає у взаємній співпраці, до того ж обидва гравці раз-по-раз отримують втіху від великого виграша. Стратегія «вибачливий випробовувач» ефективніша проти «ока за око», ніж «наївний випробовувач», хоча й не так, як «око за око» проти самої себе.

Деякі зі стратегій, включених до турніру Аксельрода, були значно більш витонченішими, ніж «вибачливий випробовувач» або «наївний випробовувач», але вони теж, загалом, приносили меншу кількість очок, ніж проста «око

за око». По суті, найменш успішною з усіх стратегій (за винятком «випадкової») виявилась найскладніша. Ім'я її автора не було вказане, що стало приводом для улесливих здогадок. Хто її представив? Якийсь «сірий кардинал» із Пентагона? Голова ЦРУ? Генрі Кіссинджер? Сам Аксельрод? Гадаю, ми цього ніколи не дізнаємось.

Загалом же вивчати деталі всіх представлених конкретних стратегій не дуже цікаво. Ця книга не про винахідливість комп'ютерних програмістів. Значно цікавіше розподілити ці стратегії за певними категоріями та розглянути уважніше успіх цих ширших розділів. Найважливішою категорією, яку розрізняє Аксельрод, є «чемні». Чемна стратегія визначається як така, що ніколи не зраджує першою. Прикладом є «око за око». Вона здатна на зраду, але використовує її лише як відплату. Обидві стратегії «наївний випробовувач» та «вибачливий випробовувач» відносяться до «підступних», бо іноді зраджують (хоча й рідко), коли їх на це не провокують. Із 15 стратегій, включених до турніру, «чемними» були 8. Примітно, що ці ж самі 8 «чемних» стратегій і набрали найбільшу кількість очок, залишивши 7 «підступних» далеко позаду. «Око за око» отримала в середньому 504,5 очки — 84 % нашої бази в 600 очок та дуже непоганий виграш. Інші ж «чемні» стратегії набрали лише трохи менше, в діапазоні виграшів від 83,4 до 78,6 %. Чималеньке випередження від 66,8 %, набраних стратегією «Грааскамп», найуспішнішою з усіх «підступних»! Здається доволі переконливим, що чемні хлопці в цій грі почуваються добре.

Ще однією з технічних категорій Аксельрода є «вибачливі». «Вибачлива» стратегія, хоч і здатна віддячити тим самим, має коротку пам'ять. Вона швидко забуває старі образи. Стратегія «око за око» належить саме до таких. Вона негайно дає зраднику по руках, але після цього залишає минуле в минулому. «Злопам'ятний» з 10-го розділу

ніколи не прощає. Його пам'яті вистачає на всю гру. Він ніколи не забуває помститися гравцеві, який його зрадив, навіть якщо це трапилося лише раз. До турніру Аксельрода була включена ідентична «злопам'ятному» за своєю формою стратегія під назвою «Фрідман», яка особливого успіху не досягла. З усіх «чемних» (зверніть увагу, що вона «чемна» лише з технічного погляду, хоча зовсім не «вибачлива»), стратегія «злопам'ятний»/«Фрідман» була другою з кінця. Причина такого низького результату «невибачливих» стратегій полягає в тому, що вони не можуть розірвати серію взаємної помсти, навіть коли їхнім суперником є «вибачливий».

Бувають ще більш «вибачливі» стратегії, ніж «око за око». Наприклад, «око за два ока» дозволяє своїм суперникам дві зради поспіль, поки врешті не помщається. Така стратегія може виглядати надто легковірною та шляхетною. Проте Аксельрод з'ясував, що якби тільки хтось представив на турнір «око за два ока», то виграв би. І насамперед тому, що вона так добре уникає серій взаємної помсти.

Отже, ми визначили дві характеристики переможних стратегій: чемність та прощення. Це майже утопічне переконання — що чемність та прощення можуть бути вигідними — стало сюрпризом для багатьох експертів, які намагалися якось схитрувати, представивши витончено підступні стратегії, коли навіть ті, хто презентував «чемні» стратегії, не наважився на щось аж таке «вибачливе», як «око за два ока».

Незабаром Аксельрод оголосив про проведення другого турніру. Він отримав 62 пропозиції і знову додав до них свою «випадкову» стратегію, так що всього їх стало 63. Цього разу точна кількість ходів на одну гру не була зафіксована на 200, а залишалась необмеженою з вагомої причини, про яку згодом. Однак виграші все ще можна було подати як відсоток від «бази» (виграшу від постійної спів-

праці), навіть попри те, що ця база потребувала складнішого розрахунку та більше не становила фіксовані 600 очок.

У другому турнірі всім програмістам повідомили результати першого, включаючи аналіз Аксельрода, через що «око за око» та інші «чемні» і «вибачливі» стратегії мали такий успіх. Передбачалося, що суперники так чи інакше візьмуть цю довідкову інформацію до уваги. По суті, вони поділилися на дві групи прихильників різних поглядів. Одні вважали, що чемність та прощення є очевидно переможними якостями, а тому представили на турнір «чемні» і «вибачливі» стратегії. Джон Мейнард Сміт зазіхнув ще далі, бо представив украй «вибачливу» стратегію «око за два ока». Представники ж іншої групи розраховували на те, що багато їхніх колег, прочитавши аналіз Аксельрода, тепер представлять «чемні», «вибачливі» стратегії. Тому вони представили «підступні» стратегії, намагаючись експлуатувати заздалегідь визнаних слабаків!

Але підступність знову не дала користі. І знову перемогла стала стратегія «око за око», представлена Анатолем Рапопортом, яка набрала аж 96 % від бази. І знову «чемні» стратегії, загалом, були більш успішними, ніж «підступні». Серед 15 найкращих всі, крім однієї стратегії, виявились «чемними», тоді як серед 15 найгірших всі, крім однієї, виявились «підступними». Але хоча легковірна стратегія «око за два ока» й виграла би перший турнір, якби була на ньому представлена, вона б не виграла другого. Річ у тім, що на полі з'явилися тепер більш витончені «підступні» стратегії, здатні безжально поставитися до очевидного слабачка.

Це наголошує на одному важливому моменті щодо цих турнірів. Успіх певної стратегії залежить від того, які представлені інші стратегії. Це єдиний спосіб пояснити різницю між другим турніром, у якому «око за два ока» була оцінена в рейтингу доволі низько, та першим, який «око за два

ока» виграла б. Але, як я вже зазначав, ця книга не про винахідливість комп'ютерних програмістів. Чи існує якийсь об'єктивний спосіб, завдяки якому можна було б вирішити, яка стратегія дійсно найкраща в більш загальному та менш довільному сенсі? Читачі попередніх розділів мали би вже бути готовими знайти на це відповідь у теорії еволюційно стабільних стратегій.

Я був одним із тих, кому Аксельрод повідомив про свої перші результати і запросив представити стратегію для другого турніру. Цього я не зробив, але я зробив іншу пропозицію. Аксельрод вже почав думати мовою ЕСС, але я відчував, що ця тенденція настільки важлива, що написав йому, запропонувавши звернутися до В. Д. Гамільтона, який тоді працював (хоча Аксельрод про це не знав) на іншому факультеті того самого університету — Університету Мічигану. Він таки одразу ж звернувся до Гамільтона, і результатом їхньої подальшої співпраці стала блискуча спільна стаття, опублікована в журналі «Сайнс» у 1981 році. Ця робота отримала премію імені Ньюкомба Клівленда Американської асоціації сприяння розвитку науки. Окрім обговорення деяких чарівно далеких від життя біологічних прикладів повторюваної дилеми в'язня, Аксельрод та Гамільтон віддали, на мій погляд, належне ідеї ЕСС.

Зіставте ідею ЕСС з так званою «раундовою» системою, за якою відбувалися обидва турніри Аксельрода. Ця система дещо нагадує футбольну. Кожна стратегія грала проти іншої однаково кількість разів. Остаточним вигрешем стратегії була сума очок, яку вона отримала, граючи проти решти стратегій. Тобто, щоби досягти успіху в раундовому турнірі, певна стратегія мала добре зіграти проти решти стратегій, які гравці *надумали* представити. Стратегію, що добре грає проти низки інших стратегій, Аксельрод назвав «стійкою». «Око за око» виявилася стійкою стратегією. Але

набір стратегій, які люди надумали представити на турнірі, є довільним. Цей момент турбував нас найбільше. Трапилося так, що в першому турнірі Аксельрода близько половини пропозицій становили «чемні» стратегії. За таких умов перемогла «око за око», а «око за два ока» перемогла б, якби була представлена. Але уявімо, сталося б так, що майже всі представлені стратегії були «підступними». Це могло би статися дуже легко. Зрештою, «підступними» виявилися б із 14 представлених стратегій. Якби «підступними» були 13 із них, «око за око» не перемогла б. «Умови» для цього були би несприятливими. Не лише виграні гроші, але й рейтинг успіху серед стратегій залежить від того, які стратегії було надумано представити цього разу. Іншими словами, це залежить від чогось аж такого непередбаченого, як людська примха. Як можна вкоськати цю довільність? Лише розмірковуючи в дусі ЕСС.

Як ви, мабуть, пам'ятаєте з попередніх розділів, важливою характеристикою еволюційно стабільної стратегії є те, що вона і надалі добре працює, а саме тоді, коли стає численною в популяції стратегій. Сказати, що «око за око», наприклад, є ЕСС, було би все одно, що сказати, що «око за око» добре працює за умов домінування «ока за око». Це можна вважати особливим різновидом «стійкості». Як еволюціоністи, ми відчуваємо спокусу вважати це єдиним різновидом стійкості, який виглядає важливим. Чому це має таке велике значення? Тому, що у світі дарвінізму виграші не виплачуються грошима, вони виплачуються потомством. Для дарвініста успішною стратегією є та, що вже стала численною в популяції стратегій. Щоб залишатися успішною, стратегія повинна добре працювати, особливо, коли є численною, що відбувається за умов домінування копій її самої.

Власне кажучи, Аксельрод провів третій раунд свого турніру так, як його міг би провести природний добір, шукаючи

ЕСС. Щоправда, він не називав це третім раундом, оскільки не збирав нові пропозиції, а використовував ті самі 63 стратегії, що й у другому раунді. Мені зручно називати це третім раундом, бо вважаю, що він відрізняється від двох попередніх раундових турнірів більш фундаментально, ніж ці два турніри відрізняються один від одного.

Аксельрод узяв ті 63 стратегії та ввів їх знову в комп'ютер як «перше покоління» певної еволюційної послідовності. Таким чином, у першому поколінні «умови» склалися з рівних проявів усіх 63 стратегій. Наприкінці першого покоління виграші кожної стратегії оцінювалися не грошима або очками, а *потомством*, ідентичним до їхніх (нестатевих) батьків. Із плином поколінь деякі стратегії ставали дедалі рідкіснішими та врешті зникали. Інші ж стратегії ставали численнішими. З огляду на зміни пропорцій так само, відповідно, змінювалися й «умови», за яких відбувалися майбутні ходи.

Врешті-решт, приблизно через 1000 поколінь подальші зміни пропорцій та умов поступово припинилися. Було досягнуто стабільності. До цього успіх різноманітних стратегій зростав та падав, так само, як у моїй комп'ютерній моделі «шахраїв», «простаків» та «злопам'ятних». Деякі з цих стратегій йшли до занепаду від самого початку, і більшість зникли вже до 200 покоління. З «підступних» стратегій одна чи дві починали зі збільшення своєї частоти, але їхній розквіт, як і «шахраїв» у моїй моделі, тривав недовго. Єдина «підступна» стратегія, що залишалась після 200 покоління, мала назву «Харрінгтон». Протягом перших 150 поколінь успіх «Харрінгтона» різко йшов угору. Але потім він поступово зменшувався, досягаючи зникнення десь на межі 1000 покоління. Причина тимчасового успіху цієї стратегії була та сама, що й мого «шахрая». Подібно до «ока за два ока» (надто «примирливої»), ця стратегія експлуатувала слабаків,

поки вони ще траплялись. А от потім, коли слабаки зникали, «Харрінгтон», не маючи більше легкої здобичі, рушав за ними. Ігрове поле звільнялося для «чемних», але «провокованих» стратегій, такої як «око за око».

Сама ж стратегія «око за око», по суті, взяла гору в п'яти з шести серій третього раунду, так само, як і в перших двох раундах. П'ять інших «чемних», але провокованих стратегій мали майже такий самий успіх (були частими в популяції), як і «око за око»; по суті, одна з них виграла шосту серію. Коли всі найпідступніші стратегії зникли, не було вже жодної можливості відрізнити будь-яку «чемну» стратегію від «ока за око» або одну від іншої, бо вони всі, через те, що були «чемними», лише весь час грали СПІВПРАЦЮВАТИ одна з одною.

Наслідком такої нерозрізненості є те, що, хоча «око за око» схожа на ЕСС, вона, суворо кажучи, не є справжньою ЕСС. Пам'ятайте — для того, аби стати ЕСС, стратегія після свого поширення повинна бути захищеною від проникнення рідкісної мутантної стратегії. Дійсно, «око за око» не допускає проникнення будь-якої «підступної» стратегії, але інших чемних стратегій це не стосується. Як ми щойно побачили, в популяції чемних стратегій вони всі виглядають та поводитимуться абсолютно однаково: вони всі постійно розігруватимуть СПІВПРАЦЮВАТИ. Тому будь-яка інша «чемна» стратегія, наприклад, цілком легковірна «завжди співпрацювати», хоча й начебто не матиме при доборі позитивної переваги над «оком за око», все одно може непомітно потрапити в популяцію. Тому з технічного погляду «око за око» не є ЕСС.

Ви, можливо, вважаєте, що, позаяк світ лишається таким самим «чемним», «око за око» можна було б вважати ЕСС. Але, на жаль, переконайтеся лише, що відбувається далі. На відміну від «ока за око», стратегія «завжди співпрацювати»

не захищена від проникнення підступних стратегій, такої як «завжди зрадити». Стратегія «завжди зрадити» доволі ефективно діє проти «завжди співпрацювати», оскільки щоразу отримує високий виграш «спокуси». «Підступні» стратегії, такі як «завжди зрадити», не дають зрости кількості надто «чемних» стратегій, на зразок «завжди співпрацювати».

Але, хоча «око за око», якщо бути прискіпливими, не є справжньою ЕСС, на практиці буде, мабуть, справедливо вважати приблизним еквівалентом ЕСС певний різновид поєднання «чемних» у своїй основі, але насправді «мстивих» стратегій, такої як «око за око». Це поєднання може містити невеличкий домішок підступності. В одній із цікавих робіт за результатами досліджень Аксельрода Роберт Бойд та Джеффри Лорбербаум розглядали симбіоз «ока за два ока» та стратегії під назвою «недовірливе око за око». З технічного погляду ця стратегія є підступною, але не *гуже*. Після першого ходу вона поводить себе точно як «око за око» в чистому вигляді, але (і саме це робить її технічно підступною) зраджує вже з першого ходу гри. За умов повного домінування «ока за око», стратегія «недовірливе око за око» не має великого успіху, бо її первинна зрада викликає безперервну серію взаємної помсти. З другого боку, коли вона має справу з гравцем, який використовує «око за два ока», то більш примирлива «око за два ока» спиняє цю помсту відразу. Обидва гравці закінчують гру як мінімум з «базовим» результатом (трійками), причому «недовірливе око за око» отримує бонус за свою первинну зраду. Бойд та Лорбербаум засвідчили, що до популяції «ока за око» може потрапити, еволюційно кажучи, суміш стратегій «око за два ока» та «недовірливе око за око», які обидві розквітають у товаристві одна одної. Ця комбінація майже напевно є не єдиною, здатною потрапити до популяції таким чином. Цілком можливо, що існує чимало поєднань дещо

«підступних» стратегій з «чемними» та напрочуд примирливими стратегіями, які разом здатні сполучатися. Декому це може здатися віддзеркаленням знайомих нам аспектів людського життя.

Аксельрод розумів, що «око за око» не є безумовною ЕСС, а тому він змушений був визначити її як «колективно стабільну стратегію». Як і щодо справжніх ЕСС, колективно стабільними одночасно може бути більше однієї стратегії. А от яка саме з них досягне домінування в популяції, залежить від фортуни. Стратегія «завжди зрадити» є такою самою стабільною, як і «око за око». В популяції, де вже домінує «завжди зрадити», жодна інша стратегія не має більшого успіху. Таку систему можна назвати двостабільною, де однією стабільною точкою є «завжди зрадити», а іншою — «око за око» (або певне поєднання здебільшого «чемних» і «мстивих» стратегій). Яка б стабільна точка не почала домінувати в популяції першою, вона зазвичай домінантною й лишається.

Але що означає «домінувати» в чисельному вимірі? Скільки в популяції повинно бути стратегій «око за око», щоби вона мала більший успіх, ніж «завжди зрадити»? Це залежить від деталей виграшів, які банкір погодиться виплатити в цій конкретній грі. Загалом можна лише сказати, що існує певна критична частота, таке собі «лезо ножа». По один бік цієї межі перевищується критична частота «ока за око», і добір починає дедалі більше сприяти цій стратегії. По другий же бік перевищується критична частота «завжди зрадити», і добір дедалі більше сприяє саме цій стратегії. Як ви, можливо, пам'ятаєте, ми натрапляли на еквівалент такої межі в історії про «злопам'ятних» та «шахраїв» у 10-му розділі.

Таким чином, вочевидь має значення, по який бік від «леза ножа» популяція починає свій розвиток. І нам потрібно знати, яким чином популяція може час від часу пере-

ходити з одного боку на інший. Уявімо, що спочатку популяція перебуває на боці «завжди зрадити». Самі представники «ока за око» не зустрічають одні одних достатньо часто для того, щоб отримати взаємну користь. Тому природний добір підштовхує популяцію ще далі, до крайньої межі «завжди зрадити». Якби тільки популяція якось зуміла, завдяки випадковому зміщенню подолати цю межу, то могла би схилитися на бік «ока за око», і всім було б від цього значно краще за рахунок банкіра (або «природи»). Але, певна річ, популяції не мають ані волі, ані наміру, ані мети, притаманних групі. Вони нездатні до того, щоби прагнути подолати цю межу. Вони подолають її лише, якщо їх до цього скерують випадкові сили природи.

Яким чином це могло би статися? Один із варіантів відповіді був би: «випадково». Але слово «випадково» свідчить лише про наше незнання. Воно означає: «за рахунок впливу деяких поки що невідомих або нез'ясованих чинників». Ми можемо пошукати кращої відповіді. Наприклад, спробувати відшукати практичні шляхи, завдяки яким меншість представників стратегії «око за око» може розростися до критичної маси. Це рівноцінно пошукові можливих шляхів, з допомогою яких представники стратегії «око за око» можуть зібратися разом у достатній кількості, щоби всім отримати вигоду за рахунок банкіра.

Такий напрям роздумів виглядає перспективним, але й досить невизначеним. Як саме схожі між собою індивіди могли би зібратися разом, створивши локальні скупчення? В природі до цього спонукає генетична спорідненість — родинні зв'язки. Тварини більшості видів, насамперед, житимуть поруч зі своїми сестрами, братами та кузенами, ніж із випадковими членами популяції. І це не обов'язково їхній власний вибір. Це автоматично випливає з притаманної популяції «тягучості». Тягучість означає будь-яку тенден-

цію індивідів надалі жити поруч із тим місцем, де вони народилися. Наприклад, протягом більшої частини тривання історії, а також у більшості частин світу (хоча, так вже сталося, не в нашому сучасному світі), люди рідко селилися далі, ніж у декількох кілометрах від місця свого народження. В результаті існує тенденція до утворення локальних скупчень генетичних родичів. Пам'ятаю, як під час поїздки на віддалений острів біля західного узбережжя Ірландії мене вразив той факт, що майже всі місцеві мешканці мали величезні вуха, схожі на вушка глеків. Навряд чи це можна було пояснити кліматичними умовами (там дмуть сильні берегові вітри). Причина полягала в тому, що більшість мешканців острова були між собою близькими родичами.

Генетичні родичі зазвичай схожі між собою не лише рисами обличчя, але й в усьому іншому. Наприклад, вони мають спільну генетичну схильність грати (чи не грати), вдаючися до стратегії «око за око». Тому навіть якщо «око за око» рідко трапляється в популяції загалом, вона все ж може мати локальне поширення. В певній локальній зоні представники стратегії «око за око» можуть зустрічати один одного достатньо часто, аби втішатися від взаємної співпраці, навіть попри те, що розрахунки, де враховується лише глобальна поширеність у популяції загалом, засвідчують поширеність, що нижча за критичну кількість.

Якщо це трапляється, представники стратегії «око за око», які співпрацюють між собою на затишних невеличких територіях, можуть жити настільки добре, що їхні дрібні локальні скупчення розростаються до значно більших. Ці локальні скупчення можуть робитися аж такими великими, що поширюватимуться на інші райони, де раніше домінували представники стратегії «завжди зрадити». Якщо мати на увазі локальні скупчення, тоді мій ірландський острів є не дуже вдалою паралеллю, бо він фізично відрізаний від

решти світу. Уявіть собі, натомість, якусь велику популяцію, в якій не стається багато змін, через що її члени мають більшу схожість зі своїми найближчими сусідами, ніж із дальшими, навіть попри постійне перехресне розмноження на усій цій території.

Але вертаючися до нашої межі, можна запевнити, що стратегія «око за око» могла б її подолати. Для цього лише потрібне невеличке локальне скупчення на кшталт того, що зазвичай виникає у природних популяціях. «Око за око» має в собі дар, навіть за незначного поширення, перетинати межу, переходячи на свій власний бік. Здається, що під тією межею прокопаний таємний підземний хід. Але він має однобічний шлюз: певну асиметрію. На відміну від «ока за око», стратегія «завжди зрадити», хоча і є справжньою ЕСС, нездатна використовувати локальні скупчення для перетину межі. Навпаки. Локальні скупчення представників «завжди зрадити» в присутності одні одних, не лише не досягли розквіту, але й живуть особливо *погано*. Замість того, щоб нишком собі допомагати за рахунок банкіра, вони чинять тільки гірше. Таким чином, «завжди зрадити», на відміну від «ока за око», не отримує від родинних зв'язків або тягучості популяції жодної користі.

Отже, хоча «око за око» можна назвати ЕСС лише з певною умовою, вона має певну стабільність вищого рівня. Що це означає? Безумовно, стабільність — це стабільність. Але загляньмо трохи далі. «Завжди зрадити» опирається проникненню до популяції інших стратегій протягом тривалого часу. Але якщо чекати достатньо довго, можливо, тисячі років, «око за око», врешті-решт, досягне чисельності, потрібної для перетину межі, і популяція її подолає. А от зворотнього не станеться. Як ми вже бачили, «завжди зрадити» не здатна скористатися скупченнями, а тому й не досягає цієї стабільності вищого рівня.

Як ми вже пересвідчилися, «око за око» є «чемною» стратегією, в тому сенсі, що ніколи не зраджує першою, а також «вибачливою», бо не тримає зла за минулі вчинки. Тепер пропоную вашій увазі ще один із цікавих технічних термінів Аксельрода. «Око за око» є також «незаздрісною» стратегією. Бути *заздрісним*, в розумінні Аксельрода, означає прагнути отримати більше грошей, ніж інший гравець, а не максимальну кількість грошей банкіра. Бути ж незаздрісним означає почуватися цілком задоволеним, якщо інший гравець виграє однакову з вами кількість грошей, за умови, що ви обидва при цьому виграєте в банкіра більше. Насправді, «око за око» ніколи не «виграє» гру. Поміркуйте над цим, і ви переконаєтеся, що у жодній конкретній грі ця стратегія *незгатна* виграти більше, ніж її «суперник», бо вона ніколи не зраджує, крім тих випадків, коли помщається. Максимум, що вона може зробити, так це зіграти зі своїм суперником внічию. Але вона має тенденцію досягати кожної нічиєї з високим взаємним вигрешем. Коли йдеться про «око за око» та інші «чемні» стратегії, саме слово «суперник» не підходить. Проте, на превеликий жаль, коли психологи проводять ігри в повторювану дилему в'язня між реальними людьми, майже всі гравці відчують заздрість, а тому у фінансовому аспекті грають відносно погано. Здається, що багато людей, мабуть, навіть не замислюючися про це, радше обіграють іншого гравця, ніж співпрацюватимуть з ним проти банкіра. Робота Аксельрода показала, що це помилка.

Причому це помилка лише в певних різновидах гри. Теоретики ігор розрізняють ігри з нульовою сумою та ненульовою сумою. Гра з нульовою сумою — це та, в якій перемога для одного гравця є поразкою для іншого. До таких ігор належать шахи, бо метою кожного гравця є виграти, а це означає змусити іншого гравця програти. Проте дилема в'язня належить до ігор з ненульовою сумою. Там є банкір, який

виплачує гроші, а тому обидва гравці можуть об'єднати свої зусилля, разом попосміявшись над ним.

Говорячи про глум над банкіром, я пригадую чудовий рядок із твору Шекспіра:

*Перше, що ми зробимо, давайте вб'ємо всіх адвокатів.
«Генріх VI», частина 2*

У тому, що називається цивільними «суперечками», насправді дуже часто є великий простір для співпраці. Те, що здається конфронтацією з нульовою сумою, можна, якщо мати трохи доброї волі, перетворити на взаємовигідну гру з ненульовою сумою. Розглянемо це на прикладі розлучення. Міцний шлюб — це очевидна гра з ненульовою сумою, сповнена взаємної співпраці. Але навіть коли він розпадається, існує безліч причин, чому подружжю може бути вигідно продовжувати співпрацю, розглядаючи своє розлучення теж як гру з ненульовою сумою. Навіть якщо турбота про добробут дитини є недостатньою причиною, гонорар двох адвокатів здатен завдати великої шкоди фінансам родини. Тому розумна та цивілізована пара насамперед почне з того, що піде *разом* до одного адвоката, чи не так?

Якщо насправді, то не так. Принаймні, в Англії та (ще донедавна) аж у цілих п'ятдесяти штатах США закон або, точніше (та важливіше), власний професійний кодекс адвокатів, не надає їм такої змоги. Адвокат може зробити своїм клієнтом лише когось одного з подружжя. Іншій людині вказують на двері, і вона не отримує юридичної підтримки взагалі або змушена шукати собі адвоката деінде. Саме тут криється найцікавіше. Сидячи в окремих офісах, але в один голос, обидва адвокати одразу починають говорити про «нас» та «них». «Нас», як ви розумієте, не означає мене та мою дружину; це означає мене та мого адвоката проти неї та її адвоката. Коли ж

справа доходить до суду, вона значиться в реєстрі як «Сміт проти Сміт»! Сторони за визначенням сприймаються як вороги, почуваються вони такими чи ні, навіть якщо вони розсудливо спеціально домовились зберігати дружні відносини. Хто ж отримує вигоду від того, щоб сприймати цю суперечку як: «Я виграю, ти програєш»? Схоже на те, що лише адвокати.

Бідолашне подружжя мимоволі втягується в гру з нульовою сумою. Проте для їхніх адвокатів справа «Сміт проти Сміт» є чудовою прибутковою грою з ненульовою сумою, в якій виграші виплачують Сміти, а два професіонали живляться зі спільного рахунку своїх клієнтів завдяки ретельно прихованій співпраці. Одним із її способів їхньої є висунення пропозицій, що на них, як вони обидва знають, інша сторона не пристане. Це стає приводом для контрпропозиції, яка, знову-таки, буде відхилена, про що їм обом теж добре відомо. Так це і триває. Кожен лист, кожен телефонний дзвінок, якими обмінюються «супротивники», що співпрацюють, додає до рахунку адвокатів ще одну пачку грошей. Якщо пощастить, цей процес можна розтягти на місяці чи навіть роки з паралельним зростанням витрат клієнтів. Причому адвокати не зустрічаються для того, аби все це обговорити. Навпаки, іронія полягає в тому, що їхнє взаємне скрупульозне відсторонення і є насамперед головним інструментом цієї співпраці за рахунок клієнтів. Адвокати можуть навіть не здогадуватися, що вони роблять. Подібно до кажанів-вампірів, з якими ми ще матимемо справу, вони грають за чітко обумовленими правилами. Ця система працює без певного свідомого нагляду або організації. Головною її метою є нав'язати нам гру з нульовою сумою — нульовою для клієнтів, але аж ніяк не нульовою для адвокатів.

Що ж його робити? Пропозиція Шекспіра надто кривава. Було би значно простіше змінити закон. Але більшість членів парламенту — юристи за професією, а тому гра з нульовою сумою не суперечить їхньому менталітетові. Складно уявити

більш ворожу атмосферу, ніж британська Палата громад. (У судах, принаймні, дотримуються правил пристойності. Ще б пак, адже «ми з моїм ученим колегою» пречудово співпрацюємо, загрибаючи чужі гроші.) Можливо, добропорядних законодавців та адвокатів, що ще не позбулися совісті, варто навчити азам теорії ігор. Щоправда, справедливо буде зазначити, що деякі адвокати грають абсолютно протилежну роль, переконуючи клієнтів, яким кортить пограти з нульовою сумою, що їм було би краще досягти угоди з ненульовою сумою без суду.

А як щодо інших ігор у людському житті? Які з них є іграми з нульовою, а які з ненульовою сумою? Крім того (оскільки це не одне й те ж саме), які аспекти життя ми *сприймаємо* як ігри з нульовою або ненульовою сумою? Які аспекти людського життя заохочують «заздрість», а які сприяють співпраці проти «банкіра»? Поміркуйте, наприклад, про перемовини щодо розміру зарплати та «диференційних тарифів». Коли ми обговорюємо підвищення платні, чи штовхає нас до цього «заздрість», чи ми співпрацюємо, аби максимізувати наш реальний дохід? Чи вдаємо ми у реальному житті, так само, як у психологічних експериментах, що йдеться про гру з нульовою сумою, коли це не так? Я лише порушую ці складні запитання. Відповідь на них лежить за межами задуму цієї книги.

Грою з нульовою сумою є футбол. Принаймні, зазвичай. Але іноді він може ставати грою з ненульовою сумою. Так сталося в 1977 році у Футбольній лізі Англії (футбол за правилами асоціації, або «сокер», інші ігри під назвою футбол — регбі-футбол, австралійський футбол, американський футбол, ірландський футбол тощо — теж, зазвичай, є іграми з нульовою сумою). У цій футбольній лізі команди розподіляються на чотири дивізіони. Одні клуби грають проти інших у межах свого власного дивізіону, набираючи очки за кожну

перемогу або нічию протягом усього сезону. Грати у першому дивізіоні для клубу престижно та вигідно, оскільки це гарантує багато глядачів. Наприкінці кожного сезону три клуби з нижніх рядків турнірної таблиці першого дивізіону переводяться на наступний сезон до другого дивізіону. Схоже на те, що таке пониження вважається прикрою долею, вартою того, аби докласти великих зусиль заради її уникнення.

18 травня 1977 року було останнім днем тогорічного футбольного сезону. Два з трьох кандидатів на вибуття з першого дивізіону вже були визначені, але щодо третього ще велися суперечки. Ним очевидно мала стати одна з цих трьох команд: «Сандерленд», «Брістоль» або «Ковентрі». Їм, певна річ, було за що поборотися тієї суботи. «Сандерленд» грав проти четвертої команди (щодо подальшого перебування якої в першому дивізіоні не виникало жодних сумнівів). «Брістоль» та «Ковентрі» випало грати одне проти одного. Всі розуміли, що якщо «Сандерленд» програє свою гру, тоді «Брістоль» та «Ковентрі», аби залишитись у першому дивізіоні, достатньо буде зіграти між собою внічию. А от якщо «Сандерленд» виграє, тоді командою, яка вилетить, стане або «Брістоль», або «Ковентрі», залежно від результату їхньої гри між собою. Обидва вирішальні матчі мали проходити одночасно. Проте, насправді матч «Брістоль» — «Ковентрі» почався на п'ять хвилин пізніше. Через це результат гри «Сандерленду» став відомий ще до закінчення гри «Брістоль» — «Ковентрі». Ось як розгорталась ця складна історія.

Протягом більшої частини матчу між «Брістолем» та «Ковентрі» гра, за словами тодішнього коментатора, була «швидкою, а часом і шаленою» — захоплюючою (якщо ви полюбляєте таке) битвою з несталим успіхом. До вісімдесятої хвилини матчу глядачі побачили кілька блискучих голів з обох боків, і рахунок став 2:2. А потім, за дві хвилини до кінця гри, надійшла інформація з іншого стадіону, що

«Сандерленд» програв. Менеджер команди «Ковентрі» одразу ж вивів цю новину на величезне електронне табло в кінці поля. Вочевидь, усі 22 гравці вміли читати, і всі вони зрозуміли, що більше не треба напружуватись. Обом командам саме і потрібна була нічия, щоб не вилетіти з дивізіону. По суті, докладати зусиль для забивання голів було тепер однозначно поганою стратегією, оскільки відволікання гравців від оборони означало ризик програти — і таки вибути. Обидва суперники стали грати за збереження нічії. Наведу слова того самого коментатора: «Вболівальники, які ще декілька секунд назад були запеклими ворогами, допоки Дон Гіллс не забив на вісімдесятій хвилині за «Брістоль», зрівнявши рахунок, раптом об'єднались у спільному святкуванні. Арбітр Рон Чалліс безпорадно спостерігав, як гравці просто катали собі м'яча, майже не намагаючись відібрати його один в одного». Те, що до того було грою з нульовою сумою, раптом через коротку новину з навколишнього світу перетворилося на гру з ненульовою сумою. Вдаючися до термінів з нашого попереднього розгляду, у грі неначе якимось магічним чином з'явився зовнішній «банкір», що дозволило обом командам отримати вигоду від одного й того ж самого результату — нічії.

Зазвичай, такі видовищні види спорту, як футбол, є іграми з нульовою сумою з однієї вагової причини. Для глядачів більш захопливо спостерігати за гравцями, що відчайдушно борються один проти одного, ніж за тими, які по-дружньому співпрацюють. Але реальне життя, як людей, так і тварин та рослин, налаштоване не на те, щоб тішити глядачів. Багато ситуацій у реальному житті, власне кажучи, еквівалентні іграм з ненульовою сумою. Природа часто бере на себе роль «банкіра», а тому індивідам може бути вигідний успіх одне одного. Їм немає потреби брати гору над суперниками, аби отримати вигоду самим. Не заперечуючи фундаментальних законів егоїстичного гена, ми бачимо, як співпраця та вза-

ємне сприяння здатні процвітати навіть у світі, егоїстичному за своєю суттю. Ми бачимо, як, в аксельродівському значенні цього терміна, чемні хлопці здатні фінішувати першими.

Але ніщо з цього не діє, якщо гра не є *повторюваною*. Гравці повинні знати (або здогадуватися), що поточна гра — не остання між ними. «Тінь майбутнього» з нав'язливої фрази Аксельрода має бути довгою. Але наскільки довгою вона має бути? Вона не може бути нескінченно довгою. З теоретичного погляду тривалість гри не має значення; важливо лише те, що жоден гравець не має *знати*, коли ця гра закінчиться. Уявімо, що ми з вами граємо одне проти одного, а також уявімо, що ми обидва знаємо, що точна кількість раундів у цій грі дорівнює 100. В цьому разі ми обоє розуміємо, що 100-й раунд як останній буде еквівалентним простій разовій грі в дилему в'язня. Тому єдиною раціональною стратегією для будь-кого з нас на гру під час 100-го раунду буде ЗРАДИТИ, і кожен із нас може припустити, що інший гравець також так постановить і твердо вирішить зрадити в останньому раунді. Таким чином, останній раунд можна скинути з рахунку як передбачуваний. Але тепер еквівалентним разовій грі стає 99-й раунд, і єдиним раціональним вибором для кожного гравця на цю останню, але єдину гру, буде також ЗРАДИТИ. 98-й раунд скидається з тих самих міркувань і так далі. Якщо два беззаперечно раціональних гравці, кожен із яких припускає, що інший також є беззаперечно раціональним, чітко знають, скільки раундів триватиме гра, їм обом доведеться тільки зраджувати. З цієї причини, коли теоретики ігор говорять про повторювану або ітеровану дилему в'язня, вони завжди мають на увазі, що момент завершення гри непередбачуваний або відомий лише банкіру.

Навіть якщо точна кількість раундів гри невідома напевно, в реальному житті нерідко трапляються статистичні здогадки про те, скільки ще *теоретично* триватиме гра.

Така оцінка може стати важливою частиною стратегії. Якщо я зафіксую, що банкір неспокійно совається на стільці та поглядає на годинник, то цілком можу припустити, що гра поступово добігає кінця, а тому відчую спокусу зради. Якщо ж я запідозрю, що ви теж помітили совання банкіра, то можу злякатися, що ви теж зараз думаете про зраду. Тоді я, мабуть, поспішатиму зрадити першим. Надто тому, що мене непокоїть, що ви боїтеся, що я...

Проста математична різниця між разовою та повторюваною грою в дилему в'язня є надто простою. Можна сподіватися, що кожен гравець поводитиметься так, немов він отримує постійно оновлювану оцінку потенційної тривалості гри. Чим вища його оцінка, тим більше він гратиме згідно з математичними очікуваннями для справжньої повторюваної гри. Інакше кажучи, тим чемнішим, вибачливішим та менш заздрісним він буде. Чим нижча його оцінка тривалості гри, тим більше він буде схильний грати згідно з математичними очікуваннями для разової гри: тим підступнішим та менш вибачливим він буде.

Аксельрод дуже яскраво змальовує важливість тіні майбутнього на прикладі дивовижного явища, що виникло під час Першої світової війни, так званої системи «живи сам і дай жити іншим». Джерелом, на яке він посилається, є дослідження історика та соціолога Тоні Ешворта. Добре відомо, що на Різдво 1914 року британські та німецькі війська ненадовго побратались, спілкуючись та випиваючи разом на нічийній землі. Менш відомим, але на мою думку, більш цікавим, є той факт, що неофіційні та негласні пакти про ненапад (система «живи сам і не заважай жити іншим») виникали будь-де уздовж всієї лінії фронту як мінімум протягом двох років, починаючи з 1914-го. Подейкують, що один старший офіцер британської армії, інспектуючи окопи, був вражений, побачивши німецьких солдат, які спокійно розгулюва-

ли на відстані пострілу з гвинтівки за межами їхньої лінії оборони. «Наші люди не звертали на них жодної уваги. Я вирішив позбутися цього, коли ми візьмемо гору; бо дозволяти таке не можна. Ці люди, вочевидь, не розуміли, що йде війна. Обидві сторони, здається, поклалися на стратегію «живи сам і не заважай жити іншим».

Теорія ігор та дилема в'язня тоді ще не були вигадані, але, оглядаючися назад, можна доволі виразно спостерегти, що саме відбувалось. Аксельрод пропонує нам захоплюючий аналіз змальованих подій. В окопній війні тих часів тінь майбутнього для кожного взводу була довгою. Тобто, кожна група британських солдатів, сидючи у своїх окопах, могла протягом багатьох місяців бачити лише одну і ту саму групу німців. Більш того, звичайні солдати ніколи не знали, коли надійде наказ змінити позиції, і чи станеться це взагалі; армійські накази, зазвичай, непередбачувані, дивні та незбагненні для тих, хто їх отримує. Тінь майбутнього була достатньо довгою і невизначеною, аби сприяти розвиткові співпраці за типом «око за око». За умови, звичайно, що ситуація була еквівалентна грі в дилему в'язня.

Пам'ятайте, що у справжній дилемі в'язня виграти мають дотримуватися конкретної послідовності ранжування. Обидві сторони повинні вважати взаємну співпрацю (СС) кращою за взаємну зраду. Ще кращою має бути зрада, коли інша сторона співпрацює (ЗС), якщо ви можете застосувати її безкарно. Найгіршою за все має бути співпраця, коли інша сторона вдається до зради (СЗ). Генеральному штабові більше до душі саме взаємна зрада (ЗЗ). Там хотіли бачити, як їхні хлопці, пекучі, мов гірчиця, дають жару фрицам (або томмі) за першої ж ліпшої нагоди.

З погляду генералів взаємна співпраця була небажаною, бо вона не сприяла виграти війну. Але стосовно певних солдатів з обох сторін вона була вельми бажаною. Вони аж

ніяк не хотіли гинути. Щоправда — і це не суперечить іншим умовам виграшу, необхідним, аби ситуація була справжньої дилемою в'язня, — вони, мабуть, погоджувались із генералами, що краще виграти війну, ніж програти. Проте перед кожним солдатом не стояв такий вибір. Результат цілої війни навряд чи значно залежить від дій окремого солдата. Взаємна співпраця з ворожими солдатами на нічийній землі найбільше впливає на вашу власну долю, причому значно краще за взаємну зраду, навіть якщо з певних патріотичних чи дисциплінарних причин вам кортіло б зрадити (ЗС), якби це можна було вчинити безкарно. Виглядає так, що саме ця ситуація була справжньою дилемою в'язня. Можна було очікувати появи чогось подібного на «око за око», тож саме так і сталося.

Локально стабільною стратегією в будь-якій конкретній частині лінії окопів не обов'язково була саме «око за око». Адже це лише одна з родини «чемних», «мстивих», але «вибачливих» стратегій, всі з яких, навіть якщо вони технічно не стабільні, щонайменше погано піддаються сторонньому проникненню після своєї появи. Наприклад, згідно з однією тогочасною доповіддю, на локальній ділянці фронту виникла стратегія «три ока за око».

Вночі ми вибираємося за передню лінію окопів... Німецькі ремонтні бригади вибираються теж, тому стріляти вважається гурним тоном. От же гидота — ті гвинтівкові гранати... Якщо така прилетить в окоп, то може вбити аж вісім чи дев'ять людей... Але ми ніколи не використовуємо свої, якщо тільки німці не надто набридають, бо за їхньою системою помсти на кожну нашу у відповідь летить три.

Для будь-якої стратегії з родини «око за око» важливо те, що гравці отримують покарання за зраду. Вони завжди

мають хотіти помсти. Демонстрація схильності до помсти була виразною рисою й у системі «живи сам і дай жити іншим». Влучні стрільці з обох сторін демонстрували свою небезпечну віртуозність не на солдатах ворога, а на неживих мішенях поблизу них, за прикладом вестернів (на кшталт гасіння пострілами полум'я свічок). Здається, що ми ніколи не отримаємо задовільної відповіді на те, чому дві перші бойові атомні бомби — всупереч гучним протестам провідних фізиків, відповідальних за їхню розробку, — були використані для руйнування міст, а не певній демонстрації, еквівалентній ефектній стрілянині по свічках.

Важливою особливістю стратегій типу «око за око» є те, що вони вибачливі. Як ми вже пересвідчилися, це допомагає в зародку заглушити довгу та збиткову серію взаємної помсти, не даючи набратися сил. Важливість відмови від помсти демонструє ось такий спогад британського (немов у вас залишаться хоч якісь сумніви після першого ж речення) офіцера:

Я пив чай з ротою А, коли ми почули гучний гамір та пішли перевірити, у чому річ. Ми побачили наших хлопців і німців, що перегукувалися, стоячи кожен на своїх брустверах. Раптом пролунав гарматний залп, але шкоди нікому не заподіяв. Звичайно, обидві сторони поховалися в окопах, після чого наші хлопці почали лаяти німців. Аж тут раптом якийсь хоробрий німець виліз на свій бруствер та прокричав: «Нам дуже шкода, що так сталося; сподіваємось, ніхто не постраждав. Ми не винні — то все клята пруська артилерія».

Аксельрод зазначає, що таке вибачення «виходить далеко за межі самої спроби уникнути помсти. Воно засвідчує внутрішній жаль щодо того, що була порушена атмосфера довіри, а також демонструє занепокоєння, що хтось міг

постраждати». Безумовно, цей німець був вартий захоплення та напрочуд хоробрий.

Аксельрод також наголошує на важливості передбачуваності та ритуалу для підтримки стабільної схеми взаємної довіри. Яскравим прикладом цього був «вечірній постріл» британської артилерії з регулярністю годинникового механізму на певній ділянці лінії фронту. За словами німецького солдата:

Він лунав о сьомій — так регулярно, що по ньому можна було звиряти годинник... Снаряд завжди влучав у ту саму ціль на точно вимірній відстані: ніколи не відхилявся вбік, без перельотів чи недольотів... Були навіть деякі цікаві хлопці, які виповзали з окопів... незадовго до сьомої, аби побачити вибух.

Як показує наступний звіт з британської сторони, німецька артилерія робила те саме:

Вони [німці] настільки регулярно вибирали цілі, час обстрілу та кількість залпів, що... полковник Джонс... знав з точністю до хвилини, де й коли впаде наступний снаряд. Його розрахунки були дуже точними, і він міг робити те, що здавалось непосвяченим штабним офіцерам великим ризиком, знаючи напевно, що обстріл припиниться раніше, ніж він досягне того місця, що обстрілюється.

Аксельрод зазначає, що такі «ритуали формальної та рутинної стрілянини становили подвійне повідомлення. Високому командуванню вони нагадували про агресію, а от ворогові — про мир».

Система «живи сам і не заважай жити іншим» могла бути розроблена завдяки переговорам свідомих стратегів за круглим столом. Насправді, трапилося інакше. Вона постала

у результаті низки локальних угод через реакцію людей на *поведінку* одне одного; деякі солдати, мабуть, і не підозрювали, що щось відбувається. Це не має нас дивувати. Стратегії в комп'ютері Аксельрода були очевидно несвідомими. Саме їхня поведінка визначала їх як «чемні» або «підступні», «вибачливі» або «невибачливі», «заздрісні» або навпаки. Ці якості могли бути притаманні програмістам, які розробляли стратегії, але це не має великого значення. Навіть напрочуд підступна людина легко могла запрограмувати в комп'ютері «чемну», «вибачливу», «незаздрісну» стратегію. І навпаки. «Чемність» тієї чи іншої стратегії пізнається за її поведінкою, а не завдяки її мотивам (бо вона не має жодного) і не за особистістю її автора (який на час запуску програми в комп'ютері відступає на задній план). Комп'ютерна програма може поводитись подібно до стратегії, нічого не знаючи про неї або про будь-що.

Ми, певна річ, дуже добре знаємося на ідеї несвідомих стратегів або, принаймні, стратегів, чия свідомість (якщо вона взагалі існує) незначна. Несвідомих стратегів на сторінках цієї книги повно-повнісінько. Програми Аксельрода є чудовою моделлю того, як ми протягом усієї цієї книги думали про тварин та рослин, а також, по суті, про гени. Тому цілком природно запитати, чи можна застосувати його оптимістичні висновки — про успіх незаздрісної, вибачливої чемності — також у світі природи. Відповідь є позитивною — звичайно, можна. Єдиними умовами є те, що природа має іноді влаштувати ігри в дилему в'язня, що тінь майбутнього має бути довгою, і що ігри мають бути з ненульовою сумою. Ці умови, безумовно, дотримуються у всіх царствах живого.

Ніхто й ніколи не стане заявляти, що бактерія є свідомим стратегом, проте бактеріальні паразити, схоже, ведуть нескінченні ігри в дилему в'язня зі своїми господарями, і немає жодних причин, чому нам не слід застосовувати

аксельродівські прикметники — «вибачлива», «незаздрісна» тощо — до їхніх стратегій. Аксельрод та Гамільтон за свідчують, що зазвичай нешкідливі або корисні бактерії можуть ставати підступними, навіть спричиняючи смертельне зараження в пораненої людини. Лікар сказав би, що «природна опірність» цієї людини виснажена через поранення. Але можливо, що справжня причина пов'язана з іграми в дилему в'язня. Чи немає в цьому часом якоїсь користі для бактерій, які зазвичай просто не дають собі волі? У грі між людьми та бактеріями «тінь майбутнього» зазвичай довга, оскільки можна очікувати, що типова людина проживе ще багато років, розпочинаючи відлік з будь-якої початкової точки. З іншого боку, серйозно поранена людина може мати для її бактеріальних гостей потенційно значно коротшу тінь майбутнього. Відповідно, «спокуса зради» починає виглядати більш привабливим варіантом, ніж «винагорода за взаємну співпрацю». Годі й казати, що ніхто не припускає, що бактерії розробляють це все в своїх підступних маленьких голівках! Протягом багатьох поколінь добір, вочевидь, заклав у бактерій несвідоме залізне правило, яке реалізується суто біохімічними засобами.

Рослини, згідно з Аксельродом і Гамільгоном, можуть навіть помститися, знову, вочевидь, несвідомо. Наприклад, фігові дерева та фігові оси підтримують тісну співпрацю. Фіга (інжир), яку ви їсте, — насправді не плід. На її кінці є крихітне вічко, і, якщо ви залізете в нього (для цього треба бути таким маленьким, як фігова оса, а вони дуже дрібні: на щастя, надто дрібні, аби їх помітити, коли ви їсте фігу), то знайдете сотні крихітних квіток, що вимощують стінки зсередини. Отже, фіга — це темна внутрішня теплиця для квіток, закрита камера для запилення. І єдиними, хто здатен зробити це запилення, є фігові оси. При цьому дерево отримує вигоду, прихищаючи ос. Але що з цього отримують самі оси?

Вони відкладають свої яйця в деякі з крихітних квіток, якими потім харчуються личинки. Вони також запилюють інші квітки всередині тієї самої фіги. «Зрада» для осі означала би відкладання яєць у надто велику кількість квіток однієї фіги та запилення надто малої їхньої кількості. Але як може «помститися» фігове дерево? Згідно з Аксельродом і Гамільтоном: «У багатьох випадках виявляється, що, якщо фігова оса, потрапивши в молоду фігу, не запилює достатньо квіток для отримання насіння, а натомість відкладає яйця у майже всі, то дерево припиняє розвиток цієї фіги на ранньому етапі. В цьому випадку все потомство осі гине».

Химерний приклад чогось схожого на схему «око за око» в природі відкрив Ерік Фішер у гермафродитної морської риби сібаса. На відміну від нас, ця риба не має статі, яка визначалася би на момент зачаття її хромосомами. Натомість, кожен індивід здатен виконувати функції і самиці, і самця. За час певного нересту вони випускають або яйцеклітини, або сперматозоїди. Ці рибки утворюють моногамні пари і в межах пари грають ролі самця та самиці по черзі. Тепер уявімо, що якась риба, якщо їй вдасться зробити це безкарно, «віддасть перевагу» постійному виконанню ролі самця, бо та обходиться дешевше. Іншими словами, особина, якій пощастить вмовити свого партнера грати більше часу роль самиці, отримає всі вигоди «її» економічного внеску в яйцеклітини, тоді як «він» збереже ресурси, щоби витратити їх на інше, наприклад, на спаровування з іншою рибою.

Отже, Фішер спостерігав наявність у риб системи доволі жорсткого чергування. Саме цього й слід було очікувати, якщо вони використовують стратегію «око за око». А це цілком може бути, адже виявилось, що їхня гра є справжньою дилемою в'язня, хоча й дещо складнішою. Розіграти карту СПІВПРАЦЮВАТИ означає грати роль самиці, коли прийде ваша черга. Намагання грати роль самця, коли ваша

черга ставати самицею, є еквівалентним розіграшу карти ЗРАДИТИ. Зрада вразлива до помсти: партнер може відмовитись грати роль самиці наступного разу, коли прийде «її» (його?) черга, або ж «вона» може просто припинити будь-які стосунки. Насправді Фішер спостеріг, що пари з нерівним розподілом статевих ролей мають тенденцію розпадатись.

Соціологи та психологи іноді запитують, чому донори (в таких країнах, як Британія, де їм не платять за це гроші) здають кров. Особисто мені важко повірити, що відповідь полягає в обміні послугами або прихованому егоїзмі в будь-якому простому сенсі. Адже регулярні донори крові не отримують жодних пільг, коли їм самим знадобиться переливання. Їм навіть не дають золотих зірочок, які можна було б носити на одязі. Можливо, я наївний, але мені вельми кортить вважати це непідробним прикладом щирого, безкорисливого альтруїзму. Як би там не було, кажани-вампіри, які діляться між собою кров'ю, здається, добре вкладаються в модель Аксельрода. Про це йдеться у роботі Дж. С. Вілкінсона.

Як добре відомо, вампіри харчуються кров'ю вночі. Їм доволі нелегко знайти поживу, але якщо це вдається, та пожива часто буває щедрою. З настанням світанку деякі особини, яким не пощастило, повертаються геть голодними, тоді як ті, кому вдалося знайти жертву, зазвичай висмоктують кров із надлишком. Наступної ночі пофортуни може іншим. Тому це схоже на чудову можливість для прояву невеличкого взаємного альтруїзму. Вілкінсон виявив, що особини, яким уночі пощастило, іноді діляться висмоктаною кров'ю, відригуючи її для своїх безталанних товаришів. Зі 110 відригувань, які зафіксував Вілкінсон, 77 можна легко потрактувати як приклади годування матерями власних дітей, та й у багатьох інших випадках вампіри ділилися кров'ю з різними генетичними родичами. Однак все ж було кілька прикладів, коли їжею ділилися неспоріднені кажани,

де пояснення, що йдеться про «голос крові», суперечило відомим фактам. Цікаво, що індивіди, які брали у цьому участь, мали тенденцію часто влаштуватися на день разом — вони мали всі можливості неодноразово взаємодіяти, як цього потребує повторювана дилема в'язня. Але чи були дотримані інші вимоги щодо дилеми в'язня? Якщо так, то нам слід очікувати матриці вигравів, зображеної на Рис. D.

		ВАШІ ДІЇ	
		Співпраця	Зрада
Співпраця	МОЇ ДІЇ	Доволі добре ВИНАГОРОДА В мої невдалі ночі я отримую кров, що рятує мене від голоду. В мої вдалі ночі я повинен ділитися кров'ю, що не коштує мені забагато	Дуже погано ВИГРАШ «ПРОСТАКА» В мої вдалі ночі я несучитки, рятуючи ваше життя. Але в мої невдалі ночі ви не годуйте мене, і я серйозно ризикую померти від голоду
	Зрада	Дуже добре СПОКУСА В мої невдалі ночі ви рятуєте мені життя. Але тоді я отримую додаткову вигоду, відмовившись нести незначні збитки, годуючи вас у мої вдалі ночі	Доволі погано ПОКАРАННЯ Я не повинен нести незначні збитки, годуючи вас у мої вдалі ночі. Але тоді я серйозно ризикую померти від голоду в мої невдалі ночі

Рис. D. Схема жертвування крові у кажанів-вампірів: виграві від різних результатів.

Чи справді економіка вампірів відповідає цій таблиці? Вілкінсон вираховував швидкість, з якою голодні вампіри втрачали вагу. Так він вираховував час, потрібний для смерті від голоду кажана з переповненим шлунком, порожнім та всіх проміжних варіантів. Це надало йому можливість конвертувати кров у валюту продовження життя в годинах.

Він виявив, насправді без особливих сюрпризів, що «обмінний курс» є різним, залежно від того, наскільки кажан голодний. Дуже голодному кажанові конкретна кількість крові додає більше годин життя, ніж менш голодному. Тобто, хоча акт донорства крові збільшує шанси донора померти, це збільшення є незначним, порівняно зі збільшенням шансів реципієнта на виживання. Тоді з погляду економіки виглядає правдоподібним, що економіка вампірів улягає правилам дилеми в'язня. Кров, якою ділиться кажан, менш дорогоцінна для неї (соціальні групи у вампірів складаються з самиць), ніж та сама кількість крові для реципієнта. В її неfortunні ночі вона справді отримала б величезну вигоду від подарованої крові. Але тої ночі, коли їй пощастить, вона отримала би не дуже значну користь (якби їй вдалося зробити це безкарно) від зради — відмови ділитися кров'ю. «Якби їй вдалося зробити це безкарно», звичайно, має якийсь сенс лише тоді, коли кажани обирають той чи інший різновид стратегії «око за око». Отже, чи дотримані інші умови для еволюції взаємності стратегії «око за око»?

Зокрема, чи здатні ці кажани розпізнавати одне одного як індивіди? Вілкінсон провів експеримент зі спійманими кажанами і переконався, що здатні. Основною ідеєю було відокремити одного кажана на ніч та не давати йому їсти, добре нагодувавши всіх інших. Потім бідолашного голодного кажана повернули до решти, і Вілкінсон спостерігав за тим, хто (якщо це взагалі станеться) дасть йому поїсти. Експеримент повторювався безліч разів, причому кажанів залишали голодними по черзі. Важливим моментом було те, що ця популяція спійманих кажанів поєднала дві окремі групи, взяті із печер на відстані багатьох кілометрів одна від одної. Якщо вампіри здатні розпізнавати своїх друзів, то голодного кажана в експерименті мали б по черзі годувати лише кажани з його власної печери.

Значною мірою саме так і відбувалося. Всього спостерігали за тринадцятьма випадками жертвування крові. В дванадцяти з них той, хто жертвував, був «старим другом» голодного кажана із тієї самої печери, і лише в одному випадку голодного кажана годував «новий друг» з іншої печери. Звичайно, це могло бути збігом, але ми можемо впевнитися, що це не так. Шанси складають менше, ніж 1 до 500. Цілком безпечно зробити висновок, що кажани насправді більше схильні годувати старих друзів, а не чужинців з іншої печери.

Взагалі ж з вампірами пов'язано багато легенд. Для прихильників вікторіанської готики вони — темна сила, що лякає людей вночі, висмоктуючи життєві соки, забираючи невинне життя задля задоволення спраги. Посядняйте це з іншим вікторіанським міфом про природу з кривавими іклами та pazурами, і чи не видаватимуться вампіри втіленням найглибших страхів, що викликає світ егоїстичного гена? Щодо мене, то я скептично ставлюся до всіх цих міфів. Якщо ми хочемо знати, де є перебуває істина, ми маємо її шукати. Дарвінізм пропонує нам не детальні очікування від конкретних організмів. Він дає нам дещо тонше та цінніше: розуміння принципу. Але якщо нам так потрібні міфи, то справжні факти про вампірів могли б розповісти зовсім іншу повчальну історію. Для самих кажанів важливим є не лише «голос крові». Вони здатні стати вище за родинні зв'язки, створюючи власні тривалі зв'язки вірних братів по крові. Вампіри могли би покласти початок заспокійливому новому міфові — а саме про здатність ділитися, взаємовигідну співпрацю. Вони могли би стати провісниками чудової ідеї, що навіть з егоїстичними генами за кермом чемні хлопці здатні фінішувати першими.

13

ДОВГА РУКА ГЕНА

На серці теорії егоїстичного гена лежить важкий тягар. Це напружене з'ясування гена з організмом щодо права називатись основним чинником життя. З одного боку, ми маємо оманливий образ незалежних ДНК-реплікаторів, котрі, неначе сарни, вільно й невимушено перестрибують з покоління до покоління, ненадовго збираючись разом в одно-разових машинах для виживання. Безсмертні спіралі змінюють нескінченну послідовність смертних оболонок на шляху до своєї власної вічності. З другого боку, ми бачимо окремо взяті організми, кожен із яких явно є логічно послідовною, комплексною й надзвичайно складною машиною з очевидною єдністю мети. Той чи інший організм *не схожий* на продукт нестійкого й тимчасового об'єднання різнорідних генетичних чинників, які навряд чи мають час для знайомства, перш ніж завантажитись у сперматозоїд чи яйцеклітину для створення наступного коліна великої генетичної діаспори. Він має один цілеспрямований мозок, який координує спільноту кінцівок та органів чуттів заради досягнення єдиної мети. Організм виглядає й поводить як доволі вражаючий чинник зі своїми власними правами.

У деяких розділах цієї книги ми вже загалом розглядали сам організм як певний чинник, що прагне максимізувати свій успіх у передаванні всіх своїх генів. Ми уявляли собі,

як певні тварини роблять складні економічні розрахунки можливих генетичних вигащів від різних варіантів дій. Тим не менш, в інших розділах основні міркування наводилися з позиції генів. Без погляду на життя очима гена немає жодних конкретних причин, чому організм має «турбуватись» про власний репродуктивний успіх та своїх родичів, а не, наприклад, про свою свою довговічність.

Як порозумітися з цим парадоксальним існуванням двох різних поглядів на життя? Що стосується мене, я спробував зробити це у книзі «Розширений фенотип», яка є найбільшим досягненням та втіхою всього мого професійного життя. Звичайно, розділ, що його ви зараз читаете, стисло викладає суть кількох її тем, але насправді мені кортить, щоби ви відклали його та узяли до рук «Розширений фенотип»!

З будь-якого розумного погляду на цей предмет, дарвінівський добір не впливає на гени безпосередньо. ДНК закутана в білок, немов лялечка, сповита в мембрани, захищена від світу та невидима для природного добору. Якби добір намагався сортувати молекули ДНК безпосередньо, то навряд чи знайшов якийсь критерій, за яким це можна було зробити. Всі гени схожі між собою, так само, як усі магнітофонні стрічки. Важливі відмінності між генами виявляються винятково в їхніх *ефектах*. Зазвичай ідеться про впливи на процеси ембріонального розвитку, а отже, й на форму та поведінку організму. Успішними є ті гени, які в умовах впливу всіх інших генів у спільному ембріоні справляють корисні ефекти на цей ембріон. Слово «корисні» тут означає, що вони збільшують шанси ембріона розвинутися і стати успішним дорослим — здатним до розмноження та поширення оцих от генів майбутнім поколінням. Технічним терміном *фенотип* позначається прояв гена в організмі — ефект, який ген, порівняно з його алелями виявляє на організм у процесі розвитку. Ефектом фенотипу певного гена може бути,

скажімо, зелений колір очей. На практиці більшість генів має більше одного фенотипового ефекту, скажімо, колір очей та хвилясте волосся. Природний добір сприяє одним генам, а не іншим, не через природу самих цих генів, а через їхні прояви — фенотипові ефекти.

Дарвіністи зазвичай обирають для свого розгляду гени, фенотипові ефекти яких сприяють або заважають виживанню та розмноженню всього організму. Вони звикли не зважати на інтереси самого гена. Почасти це саме і є причиною того, чому парадокс у серці їхньої теорії за нормальних умов не дає про себе знати. Наприклад, якийсь ген може бути успішним за рахунок збільшення швидкості бігу хижака. Через те, що хижак швидше бігає, успішнішим стає весь його організм, включно з усіма генами. Ця швидкість допомагає йому прожити достатньо довго, аби мати потомство, а отже, й передати наступним поколінням більше копій усіх його генів, зокрема і ген швидкого бігу. Тут парадокс зручним чином зникає, бо що добре для одного гена, те добре й для всіх.

Але що, як якийсь ген проявить фенотиповий ефект, гарний для нього самого, але поганий для решти генів організму? Це не якісь мої фантазії. Такі випадки відомі — наприклад, цікаве явище під назвою мейотичний дрейф. Мейоз, як ви, мабуть, пам'ятаєте, є особливим різновидом поділу клітини, що ділить кількість хромосом надвоє та започатковує існування сперматозоїдів чи яйцеклітин. За нормальних умов мейоз — це абсолютно чесна лотерея. З кожної пари алелів лише один може стати тим щасливчиком, який потрапить до кожного конкретного сперматозоїда чи яйцеклітини. Але це однаково ймовірно для будь-якого алеля з пари, і якщо розглянути середню кількість усіх сперматозоїдів (чи яйцеклітин), то виявиться, що половина з них містить один алель, а половина інший.

Під час мейозу все відбувається так само чесно, як із підкиданням монетки. Але, хоча ми звикли вважати підкидання монетки випадковим вибором, навіть воно є фізичним процесом, на який впливає багато різних обставин — вітер, сила підкидання тощо. Мейоз теж є фізичним процесом, на який можуть впливати гени. А що, як виникне якийсь мутантний ген, який випадково матиме ефект не на щось очевидне, як колір очей чи витке волосся, а на сам мейоз? Уявімо, що це вплине на мейоз таким чином, що цей мутантний ген почне потрапляти до яйцеклітин із більшою ймовірністю, ніж його алель. А такі гени існують, і вони називаються *порушниками сегрегації*. Вони збіса прості. Виникаючи завдяки мутації, порушник сегрегації невблаганно поширюється в популяції за рахунок свого алеля. Саме це й називається мейотичний дрейф. Причому це відбувається, навіть якщо вплив на добробут організму та добробут усіх інших генів організму є катастрофічним.

Протягом усієї цієї книги ми постійно звертали увагу на здатність деяких організмів до певного «шахрайства» проти своїх соціальних компаньонів. Але зараз ми говоримо про окремі гени, які дурять інші гени в їхньому спільному організмі. Генетик Джеймс Кроу назвав їх «генами, які перемагають систему». Одним із найвідоміших порушників сегрегації є так званий *T*-ген у мишей. Коли миша має два *T*-гени, вона або помирає в ранньому віці, або є безплідною. Тому в гомозиготному стані цей ген називають «летальним». Якщо самець миші має лише один *T*-ген, він буде звичайною здоровою мишею, за винятком однієї характерної особливості. Якщо дослідити сперматозоїди такого самця, виявиться, що *T*-ген містять до 95 % із них, а нормальний алель — лише 5 %. Це вочевидь значне порушення 50-відсоткового співвідношення, якого ми сподіваємося. Кожного разу, коли у дикій популяції завдяки мутації виникає

T-алель, він одразу ж поширюється зі швидкістю лісової пожежі. Ще б пак йому не поширюватись, коли він має таку величезну нечесну перевагу в мейотичній лотереї?! Він поширюється так швидко, що досить скоро велика кількість індивідів у популяції успадковує *T*-ген у подвійній дозі (тобто, від обох їхніх батьків). Ці індивіди або помирають у ранньому віці, або не дають потомства, а тому невдовзі вся місцева популяція може вимерти. Існують деякі докази, що в минулому дикі популяції мишей вже вимирали саме через епідемію *T*-генів.

Не всі порушники сегрегації мають такі руйнівні побічні ефекти, як *T*-ген. Тим не менш, більшість із них мають, принаймні, деякі шкідливі наслідки. (Майже всі генетичні побічні ефекти є несприятливими, і нова мутація зазвичай поширюватиметься, лише якщо її несприятливі ефекти переважаються сприятливими. Якщо і сприятливі, й несприятливі ефекти стосуються всього організму, загальний вплив на організм все одно може бути сприятливим. Але якщо несприятливі ефекти стосуються організму, а сприятливі — лише гена, то, з погляду організму, загальний вплив є абсолютно несприятливим). Попри його згубні побічні ефекти, колись виникнувши завдяки мутації, порушник сегрегації, безумовно, матиме тенденцію поширюватися в усій популяції. Природний добір (який, зрештою, працює на рівні гена) сприяє порушникові сегрегації, навіть якщо його ефекти на рівні окремого організму виявляться несприятливими.

Хоча порушники сегрегації й існують, трапляються вони не дуже часто. Можна розглянути цю думку, порушивши питання, чому вони зустрічаються не дуже часто, що є іншим способом запитати, чому процес мейозу є зазвичай чесним, таким самим прискіпливо безпристрасним, як підкидання старої доброї монетки. Але виявиться, що відпо-

віль стає очевидною, як тільки ми збагнемо, чому організми взагалі існують.

Більшість біологів сприймають існування окремого організму як очевидне, можливо, тому, що його частини напрочуд міцно пов'язані між собою в єдине інтегроване ціле. Запитання про життя традиційно є запитанням про організми. Біологи розмірковують, чому організми роблять те або інше. Їх часто цікавить, чому організми об'єднуються в спільноти. Але їх чомусь не обходить (хоча мало би), чому, перш за все, жива матерія об'єднується в організми. Чому море вже не є первісним полем змагань вільних і незалежних реплікаторів? Чому давні реплікатори зібралися разом, аби створити собі для життя незграбних роботів, а також чому ці роботи — окремі організми, ми з вами — вдалися такими великими й такими складними?

Багатьом біологам взагалі складно уявити, що тут може бути щось незрозуміле. Річ у тім, що для них цілком природно порушувати питання на рівні окремого організму. Деякі з них заходять настільки далеко, що вважають ДНК певним пристроєм, який організми використовують, щоб розмножуватись, так само, як око є пристроєм, який організми використовують, щоби бачити! Читачі цієї книги зрозуміють, що такий погляд є значною помилкою. Це істина, що її безцеремонно перекинули догори дригом. Вони також здатні збагнути, що альтернативний погляд — погляд на життя з позиції егоїстичного гена — містить власну глибоку проблему. Ця проблема (майже протилежна) є причиною того, чому організми взагалі існують, особливо в такій великій та явно цілеспрямованій формі, що змушує біологів помилково сприймати за істину щось зовсім інше. Щоби вирішити цю проблему, треба спочатку очистити нашу свідомість від старих уявлень, що приховано сприймають окремий організм як належне, бо інакше ми втратимо саму суть запитання.

А от інструментом для очищення нашої свідомості є ідея про те, що я називаю розширеним фенотипом. Саме до неї та до її значення я зараз маю намір узятися.

Фенотиповими ефектами гена зазвичай вважаються всі ефекти, які він спричиняє в організмі, у якому перебуває. Це загально визнане визначення. Але зараз ми переконаємося, що фенотиповими ефектами гена слід вважати *всі ефекти, які він призводить на світ*. Ефекти того чи іншого гена цілком можуть обмежуватись чередою організмів, де перебуває цей ген. Навіть якщо так, це зовсім не обов'язково стосується всіх генів і не має стати частиною нашого остаточного визначення. Взагалі пам'ятайте, що фенотипові ефекти гена — це інструменти, якими він прокладає собі шлях до наступних поколінь. Я хочу додати лише те, що фенотипові ефекти гена можуть виходити за межі певного організму. Що на практиці може означати ідея про наявність у гена розширеного фенотипового ефекту на світ за межами організму, в якому він перебуває? На думку спадають такі приклади, як загати бобрів, гнізда птахів та будиночки волохокрильців.

Волохокрильці — це такі доволі непоказні комахи тьмяно-коричневого кольору, на незграбні польоти яких понад річками більшість із нас не звертає уваги. Це стосується дорослих комах. Але перш ніж стати дорослими, вони мають подолати доволі довгу стадію личинки, мешкаючи на річковому дні. А от личинок волохокрильців точно не назвеш непоказними. Вони є одними з найбільш примітних істот на землі. Використовуючи цемент свого власного виробництва, вони дуже вправно будують для себе трубчасті форми будиночки з матеріалів, які підбирають на річковому дні. Пересуваючися, волохокрильці носять свої будиночки на собі, як равлик носить мушлю або рак-самітник, за одним винятком, бо не відрощують їх і не знаходять, а будують самі. Одні види

використовують як будівельний матеріал палички, інші — частинки опалого листа чи дрібні мушлі равликів. Але, мабуть, найбільш вражаючі будиночки волохокрильців будуються зі знайдених навколо камінців. Личинка ретельно підбирає камінці, відкидаючи ті, що надто великі або надто дрібні для незаліпленої дірки, та навіть обертає кожен камінчик, доки він не буде допасований якнайкраще.

До речі, чому це нас так вражає? Якби ми змусили себе думати відособлено, то, безумовно, були би більше вражені архітектурою ока волохокрильців або їхнього ліктьового суглоба, ніж порівняно скромною архітектурою їхнього кам'яного будиночка. Зрештою, око та ліктьовий суглоб значно складніші та «спеціалізованіші», ніж будиночок. Проте, мабуть тому, що вони розвиваються тим самим чином, що й наші власні очі та лікті (процес формування яких відбувається всередині наших матерів без жодної нашої участі), будиночок, хоча це й нелогічно, вражає нас більше.

Відхилившись аж так далеко від теми, не можу не відчувати спокусу зайти ще трохи далі. Як би нас не вражав будиночок волохокрильців, ми однак парадоксальним чином виглядаємо менш приголомшеними, ніж через рівнозначні досягнення тварин, чий розвиток ближчий до нас. Уявіть лишень заголовки новин, якби якийсь морський біолог відкрив вид дельфінів, що плете великі, складні риболовні сітки, діаметр яких у двадцять разів більший за довжину його тіла! Проте павутину ми сприймаємо як належне, радше як неприємну знахідку в кімнаті, а не як одне з див світу. А який фурор влаштувала би приматолог Джейн Гудолл, якби вернулася із заповідника Гомбе з купою фотографій диких шимпанзе, що будують собі власні будиночки з міцними дахами та стінами з ретельно дібраних каменів, акуратно зліплених вапняковим розчином! Натомість, личинка волохокрильців, що саме це вміє робити, майже

не викликає в людей інтересу. Іноді, немов стаючи на захист такого подвійного стандарту, кажуть, що павуки та волохокрильці досягають своєї майстерності в архітектурі завдяки «інстинкту». Ну то й що з того? В певному розумінні це робить їх ще більш дивовижними.

Та час вернутися до основної теми обговорення. Будиночок волохокрильців, поза всяким сумнівом, є адаптацією, що виникла в результаті дарвінівського добору. Цей добір, мабуть, сприяв її виникненню в процесі еволюції, дуже подібно до того, як, скажімо, появи твердого панцира омарів. Адаже мова йде про захисне покриття тіла. Сам по собі будиночок вигідний для всього організму та всіх його генів. Але, коли йдеться про природний добір, ми вже призвичаїлися розглядати вигоди для організму як випадкові. Насправді зважають лише на вигоди для тих генів, які надають мушлі її захисні властивості. Щодо омара все ясно. Зрозуміло, що панцир є частиною його організму. А як щодо будиночка волохокрильців?

Природний добір сприяв тим предковим генам цих комах, які змушували їхніх володарів будувати ефективні будиночки. Ці гени працювали над поведінкою комах, вочевидь впливаючи на ембріональний розвиток нервової системи. Але генетик насправді побачив би тут вплив генів на форму та інші властивості будиночків. Він би розпізнав гени форми будиночка в тому самому сенсі, як існують гени, скажімо, форми ніг. Загальновизнано, що ніхто насправді не вивчав генетику будиночків волохокрильців. Для цього потрібно було би ретельно дослідити генеалогію цих комах, виведених у неволі, а розводити їх доволі складно. Проте не потрібно вивчати генетику, аби пересвідчитись, що існують (чи, принаймні, колись існували), гени, які впливають на відмінності між будиночками волохокрильців. Потрібна лише вагома причина повірити, що, з погляду

теорії Дарвіна, будиночок волохокрильців є адаптацією. В цьому випадку мають існувати гени контролю варіацій форми будиночків волохокрильців, оскільки добір не здатен виробляти адаптації, якщо немає спадкових відмінностей, серед яких можна було б вибирати.

Тому, хоча генетикам ця ідея може здатися дивною, для нас розумно буде говорити про гени форми камінців, розміру, твердості тощо. Будь-який генетик, який заперечує ці міркування, має (щоби бути послідовним) заперечувати розмови про гени кольору очей, гени зморшкуватості гороху тощо. Одна з причин, чому ця ідея може здаватись дивною стосовно камінців, полягає в тому, що камінці не є живою матерією. Більш того, вплив генів на властивості камінців видається не надто безпосереднім. Генетик може відчувати бажання оголосити, що прямий вплив генів здійснюється не на самі камінці, а на нервову систему, що опосередковує поведінку щодо добору камінців. Але я закликаю таких генетиків уважно поглянути на те, про що взагалі йдеться, коли говорять про вплив генів на нервову систему. Безпосередньо гени здатні впливати лише на синтез білка. Вплив генів на нервову систему, або (якщо конкретно) на колір очей чи зморшкуватість гороху, *завжди* опосередкований. Ген визначає білкову послідовність, що впливає на X , що впливає на Y , що впливає на Z , що, врешті-решт, впливає на зморшкуватість насіння або зв'язок між клітинами нервової системи. Будиночок волохокрильців є саме триванням такої послідовності. Твердість камінців є *розширеним* фенотиповим ефектом генів волохокрильців. Якщо можна говорити про вплив гена на зморшкуватість гороху або нервову систему тварин (а всі генетики вважають, що так), тоді виходить, що можна так само запевняти і про вплив гена на твердість камінців будиночка волохокрильців. Неймовірно, чи не так? Проте обґрунтувань такої думки аж ніяк не уникнути.

Ми готові до наступного кроку в цьому аргументі: гени в одному організмі можуть мати розширені фенотипові ефекти на інший організм. Зробити попередній крок нам вдалося завдяки будиночкам волохокрильців; зробити цей нам допоможуть мушлі равлика. Мушля має для равлика те саме значення, що й будиночок із камінців для личинки волохокрильців. Вона є продуктом секреції власних клітин равлика, тому звичайний генетик був би радий говорити про гени таких властивостей мушлі, як товщина. Але виявляється, що равлики, на яких паразитують певні види трематод (плоских червів), мають більш товсті мушлі. Що означатиме таке потовщення? Якби равлики з паразитами мали більш тонкі мушлі, ми би радо пояснили це вочевидь шкідливим впливом. Але ж йдеться про *більш товсті* мушлі? Більш товста мушля, мабуть, захищає равлика краще. Здається, що паразити, загалом, допомагають своїм господарям, покращуючи їхні мушлі. Але чи так це насправді?

Треба уважніше поміркувати. Якщо більш товсті мушлі дійсно є кращими для равликів, то чому ті не прагнуть цього самі? Відповідь, мабуть, ховається у царині економіки. Виготовлення мушлі обходиться равлику недешево. Воно вимагає енергії. Воно також вимагає кальцію та інших хімічних речовин, які доводиться виробляти із їжі, яку ще треба роздобути. Всі ці ресурси, якби їх не треба було витрачати на виготовлення речовини мушлі, можна було би витратити на щось інше, наприклад на чисельність потомства. Равлик, який витрачає багато ресурсів на виготовлення значно товстішої мушлі, дбає про власну безпеку. Але якою ціною? Він може жити довше, але буде менш успішним у розмноженні й, можливо, не зуміє передати свої гени наступним поколінням. Серед генів, які не зможуть перейти далі, будуть також гени виготовлення більш товстої мушлі. Іншими словами, недоліки надто тонкої мушлі лише

більш очевидні, але, загалом, вони такі самі, що й у товстішій. Відповідно, коли трематоли змушують равлика виробляти більш товсту мушлю, вони не роблять йому послугу, якщо тільки не беруть на себе економічні витрати на потовщення мушлі. А ми можемо сміливо битися об заклад, що вони не настільки щедрі. Трематоли мають на равлика певний прихований хімічний вплив, що змушує його відступати від його власної «улюбленої» товщини мушлі. Можливо, це й продовжує життя його організмові, але таки не сприяє його генам.

Що з того трематодам? Чому вони це роблять? Моя гіпотеза є такою. За інших рівних умов, виживання організму равлика вигідне генам як самого равлика, так і трематодам. Але виживання — це не те саме, що розмноження, і тут, схоже, комусь доводиться поступатися. Тоді як гени равлика виграють від його розмноження, гени трематод — ні. Це відбувається тому, що будь-які трематоли зовсім не сподіваються, що їх гени житимуть в потомстві її нинішнього господаря. Хоча могло би так статися, але там цілком можуть опинитися й гени будь-яких конкурентних трематод. Враховуючи, що довговічність равлика має бути досягнена коштом певних втрат для його репродуктивного успіху, гени трематод «раді» змусити равлика заплатити цю ціну, оскільки зовсім не зацікавлені в його розмноженні. Гени ж равлика не втішає перспектива заплатити цю ціну, оскільки їхнє довгострокове майбутнє залежить від його розмноження. Тому я вважаю, що гени трематод здійснюють вплив на клітини, які відповідають за вироблення мушлі равлика, і це приносить користь їм самим, але дається взнаки генам равлика. Цю теорію цілком можна перевірити, хоча поки що ніхто цим не займався.

Ось ми й підійшли до узагальнення того, що дає нам приклад волохокрильців. Якщо я правий щодо дій генів трематод,

то з цього випливає, що можна з цілковитою впевненістю говорити про їхній вплив на організм равлика, в тому самому сенсі, як і про вплив на нього генів самого равлика. Схоже на те, що гени виходять за межі свого «власного» організму та маніпулюють навколишнім світом. Як і стосовно волохокрильців, подібні міркування можуть здаватися генетикам надто надуманими. Вони звикли до того, що вплив генів обмежується організмом, у якому ті перебувають. Але, знову, як і з волохокрильцями, близький погляд на те, що генетики взагалі мають на увазі під «ефектами» генів, показує, що нічого складного тут немає. Треба лише усвідомити, що видозміна муслі равлика — це адаптація, спричинена трематодами. Якщо це так, то вона має бути викликана дарвінівським добром генів трематод. Ми продемонстрували, що фенотипові ефекти гена можуть поширюватись не лише на неживі об'єкти, такі як камінці, але й на «інші» живі організми.

Історія равликів та трематод — це лише початок. Паразити всіх типів здавна відомі на диво підступними впливами на своїх господарів. Один із видів мікроскопічних найпростіших паразитів під назвою *нозема*, який заражає личинку борошняного хрущака, «відкрив» для себе спосіб вироблення хімічної речовини, дуже специфічної до цього жука. Подібно до інших комах, борошняні хрущаки виробляють так званий ювенільний гормон, який не дає личинці переходити до наступної стадії розвитку. Зазвичай перехід від личинки до дорослої особини стається від того, що личинка припиняє виробляти ювенільний гормон. Паразит *нозема* досяг успіху в синтезі близького хімічного аналога цієї речовини. Мільйони нозем збираються разом з метою масового виробництва ювенільного гормону в організмі личинки, таким чином заважаючи її перетворенню на дорослого жука. Натомість личинка продовжує рости, набуваючи велетен-

ських розмірів та вдвічі більшої ваги, ніж звичайний дорослий жук. Нічого доброго для поширення генів хрущака, але справжній рай для паразита. Гігантизм личинки насамперед і є прикладом розширеного фенотипового ефекту генів найпростіших.

А ось ще один приклад, здатний викликати ще більшу фрейдистську тривогу, ніж жуки з синдромом Пітера Пена, — паразитична кастрація! На крабах паразитує створіння під назвою *сакуліна*. Це рід вусоногих ракоподібних, хоча, дивлячись на нього, можна подумати, що перед вами якась паразитична рослина. Немов маючи кореневу систему, цей паразит глибоко потрапляє в тканини бідолашного краба та висмоктує з його тіла поживні речовини. Мабуть, не випадково, що одними з перших органів, які він вражає, є ячка або ячники краба — беручися за них, необхідні для виживання органи він залишає на потім. До того ж паразит надзвичайно ефективно каструє краба. Подібно до розжирілого вола, кастрований краб скеровує енергію та ресурси не на розмноження, а на свій власний організм, тим самим щедро годуючи паразита. Ситуація дуже схожа на приклади з ноземою та борошняним хрущаком, а також трематодами та равликом. В усіх трьох прикладах зміни в організмі господаря, якщо ми приймаємо, що вони є дарвінівськими адаптаціями на користь паразита, слід вважати розширеними фенотиповими ефектами генів паразита. Таким чином, гени виходять за межі своїх «власних» організмів, впливаючи на фенотипи інших організмів.

Інтереси генів паразита та господаря можуть значно збігатись. З погляду егоїстичного гена, «паразитами» в організмі равлика можна вважати як гени трематод, так і гени самого равлика. *І ти, й інші* виграють від того, що оточені однією захисною мушлею, хоча вони й не дійшли згоди щодо того, яка товщина мушлі їм «більше подобається».

Це розходження виникає, по суті, з того факту, що їхні способи залишити організм равлика та потрапити до іншого є різними. Для генів равлика такий перехід відбувається за допомогою равликових сперматозоїдів чи яйцеклітин. Для генів трематод все інакше. Не вдаючись у подробиці (вони дещо обтяжливі), зазначимо лише саму суть: вона полягає в тому, що гени трематод не залишають організм равлика в його сперматозоїдах чи яйцеклітинах.

Я вважаю, що найважливіше, що треба знати про будь-якого паразита, це чи передаються його гени майбутнім поколінням через ті самі носії, що й гени господаря? Якщо ні, то я би сказав, що вони так або інак шкодитимуть своєму господареві. А от якщо так, то паразит робитиме все можливе, аби сприяти господареві не лише вижити, але й розмножитись. У процесі еволюції він вже не буде паразитом, співпрацюватиме з господарем, а згодом розчиниться в тканинах господаря та вже не вирізнятиметься як паразит. Можливо навіть, як я припускав у 10-му розділі, що наші клітини вже далеко зайшли на цьому еволюційному шляху: ми всі є реліктами давнього злиття паразитів.

Погляньте на те, що може статися, коли гени паразита та гени господаря мають спільні шляхи виходу з організму, в якому вони перебувають. На жуках-короїдах (з виду *Xyleborus ferrugineus*) паразитують бактерії, що не лише живуть у тілі їхнього господаря, але й використовують його яйця як засіб пересування до нового господаря. Тому гени таких паразитів зазвичай виграють від майже тих самих майбутніх обставин, що й гени їхнього господаря. Можна очікувати, що два набори генів (паразита й господаря) «об'єднуються» з тих самих причин, з яких зазвичай об'єднуються всі гени одного окремого організму. І неважливо, що одні з них є «генами жука», тоді як інші — «генами бактерії». Обидва набори генів «зацікавлені» у виживанні

жуків та поширенні яєць жуків, оскільки вони обидва «вважають» їх своєю перепусткою в майбутнє. Таким чином гени бактерій мають спільну долю з генами свого господаря, а тому, на мою думку, слід очікувати співпраці бактерій з їхніми жуками в усіх аспектах життя.

Виявляється, що «співпраця» — це ще вельми тактовно сказано. Послуга, яку вони надають жукам, навряд чи могла бути більш інтимною. Так сталося, що ці жуки гаплодиплоїдні, подібно до бджіл та мурах (див. 10-й розділ). Якщо яйце запліднюється самцем, з нього завжди розвивається самиця. З незаплідненого яйця розвивається самець. Іншими словами, самці не мають батька. Яйця, що дають їм життя, розвиваються спонтанно, без проникнення сперматозоїда. Але, на відміну від яєць бджіл та мурах, в яйця жуків-королів обов'язково має щось потрапити. Саме тут і виходять на кін бактерії. Вони активують незапліднені яйця, провокуючи їх на розвиток самців жуків. Ці бактерії, безумовно, є якраз тим різновидом паразитів, які, на мою думку, перейшли від паразитизму до мутуалізму саме тому, що вони передаються наступним поколінням в яйцях господаря разом із його «власними» генами. Врешті їхні «власні» організми, мабуть, зникнуть, повністю злившись із організмом «господаря».

Показовий широкий спектр відносин між паразитом та господарем сьогодні ще можна натрапити серед видів гідри — дрібних малорухомих тварин зі мацачками, схожих на прісноводних актиній. В їхніх тканинах часто паразитують водорості. У видів *Hydra vulgaris* та *Hydra attenuata* водорості є справжніми паразитами, збудниками хвороб. З іншого боку, у виду *Chlorohydra viridissima* водорості нездатні існувати поза тканинами гідри і роблять корисний внесок до їхнього добробуту, забезпечуючи їх киснем. А тепер цікавий момент. Як і слід було очікувати, у *Chlorohydra*

водорості передаються наступним поколінням за допомогою яєць гідри. У інших двох видів цього не відбувається. Інтереси генів водорості та генів *Chlorohydra* збігаються. І ті, й інші зацікавлені в тому, щоби максимально збільшити виробництво яєць *Chlorohydra*. А от гени інших двох видів гідри не «миряться» з генами їхніх водоростей. Принаймні, не тією самою мірою. Обидва набори генів можуть бути зацікавлені у виживанні організмів гідри. Але про розмноження гідри дбають лише її власні гени. А отже, водорості поводяться як шкідливі паразити, а не еволюціонують у напрямку безпечної співпраці. Ключовим моментом, який варто запам'ятати, тут є те, що паразит, чий гени прагнуть тієї самої долі, що й гени його господаря, поділяє всі інтереси свого господаря та зрештою припиняє поводитися паразитично.

«Та сама доля» тут означає майбутнє покоління. Гени гідри та водорості, гени жука та бактерії можуть потрапити до майбутнього лише за допомогою яєць господаря. Тому, якими б не були «розрахунки» генів паразита щодо оптимальної стратегії, в будь-якій сфері життя вони неминуче точно або майже точно збігатимуться з подібними «розрахунками» оптимальної стратегії генів господаря. Щоправда, коли йшлося про равлика та його паразитів-трематод, ми з'ясували, що бажана для них товщина мушлі буде різною. А от що стосується жука-короїда та його бактерії, господар та паразит дійдуть згоди щодо бажаної довжини крил та всіх інших особливостей будови організму жука. Ми можемо передбачити це, навіть не знаючи точно якихось деталей використання жуками їхніх крил або чогось іншого. Це можна передбачити завдяки лише розмірковуванням про те, що і гени жука, і гени бактерії зважаться на все, аби досягти того самого майбутнього — сприятливого для поширення яєць жука.

Зважмо цей аргумент остаточно та застосуємо його до нормальних «власних» генів. Наші власні гени співпрацюють між собою не тому, що вони є нашими власними, а тому, що вони мають спільні засоби пересування — сперматозоїди чи яйцеклітини — до майбутнього. Якби якісь гени організму (наприклад, людини) зуміли відкрити спосіб свого поширення, що був би незалежний від загальновибраного маршруту сперматозоїдів чи яйцеклітин, то скористалися б ним та почали співпрацювати меншою мірою. Адже тоді їм став би вигідним інший набір майбутніх властивостей, зумовлений іншими генами організму. Ми вже бачили приклади генів, які схиляють мейоз на свою власну користь. Можливо, існують також гени, які цілковито порвали з «належними каналами» сперматозоїдів/яйцеклітин та проклали нові кружні шляхи.

Деякі фрагменти ДНК не входять до складу хромосом, а вільно дрейфують та множаться у рідкому вмісті клітин, особливо бактеріальних. Вони мають різні назви, наприклад *віроїди*, або *плазмід*. Плазмід є навіть меншою за вірус і зазвичай складається лише з кількох генів. Деякі плазмідні здатні на безшовний сплайсинг (зрощення) з хромосою. Причому місце такого зрощення виходить настільки гладеньким, що не лишається жодного знаку: плазмід неможливо відрізнити від будь-якої іншої частини хромосоми. А потім ті самі плазмідні можуть вирізатись із хромосоми знову. Така здатність ДНК вирізатись та зрощуватись, застрибувати на хромосому та зістрибувати з неї знову і знову є одним із найбільш вражаючих фактів, що стали відомими з часу виходу першого видання цієї книги. Загалом, останні свідчення щодо плазмід можна вважати вагомим підтвердженням міркувань із 10-го розділу (які тоді виглядали дещо надуманими). Певним чином насправді не важливо, походять ці фрагменти від потрапляння

в організм паразитів чи звільнення бунтівників. Скоріш за все, їхня поведінка буде однаковою. Аби обґрунтувати мою думку, розгляньмо якийсь вивільнений фрагмент.

Уявіть собі бунтівний ланцюжок людської ДНК, здатний вищеплюватися з хромосоми, який вільно дрейфує у клітині, мабуть, множачи свої копії, а потім зрощуючись із іншою хромосомою. Якими незвичними альтернативними шляхами в майбутнє може скористатися такий бунтівний реплікатор? Ми постійно втрачаємо клітини нашої шкіри, тому з цих злущених клітин складається значна частина пилу в наших будинках. Схоже на те, що ми весь час дихаємо клітинами одне одного. Якщо провести нігтем по внутрішньому боці щоки, на ньому залишаться сотні живих клітин. Поцілунки та пестощі закоханих супроводжуються обміном між ними тисячами клітин. Так от, бунтівний ланцюжок ДНК може скористатися будь-якою з цих клітин. Якби гени зуміли відкрити хоч якийсь оригінальний шлях до іншого організму (паралельно або замість звичного шляху через сперматозоїди та яйцеклітини), можна було б очікувати, що природний добір сприятиме їхньому опортунізму та покращуватиме його. Що ж до конкретних методів, якими вони можуть скористатись, то немає жодних причин, чому ті мають хоч якось відрізнятись від махінацій (абсолютно передбачуваних для прихильників теорії егоїстичного гена/розширеного фенотипу) вірусів.

При застуді або кашлі ми зазвичай вважаємо симптоми наслідками дії вірусу. Але іноді більше схоже на те, що їх навмисно спричиняє вірус, аби полегшити собі перехід від одного господаря до іншого. Не задовольняючись тим, що його лише видихають у атмосферу, вірус змушує нас вибухати чханням або кашлем. Вірус сказу передається зі слиною, коли одна тварина кусає іншу. Одним із симптомів цієї хвороби у собак є те, що зазвичай лагідна та доброзич-

лива тварина піниться і люто кусається. Жахає також те, що замість триматися дому, не відбігаючи від нього більш, ніж на кілометр, як поводяться усі нормальні собаки, пес раптом подається світ за очі, поширюючи вірус. Навіть колись висунули припущення, що добре знаний симптом гідрофобії спонукає собаку струшувати з пащі піну, а з нею й вірус. Я не чув про жодні прямі докази, що хвороби, які передаються статевим шляхом, підвищують лібідо страждених, але гадаю, що це питання варто було б дослідити. Знаю лише, що як мінімум один афродизіак (шпанська мушка) діє, викликаючи свербіж... а змушувати людей чухатися — це саме те, до чого віруси добре здатні.

Порівнявши бунтівну людську ДНК з паразитичними вірусами, що проникають до організму, виявляємо, що насправді між ними немає жодної суттєвої різниці. По суті, віруси цілком можуть виникати як сукупності вивільнених генів. Якщо ми хочемо виявити якусь відмінність, то шукати її слід між генами, що передаються від одного організму до іншого у звичний спосіб через сперматозоїди чи яйцеклітини, а також генами, що передаються від одного організму до іншого незвичайними, «сторонніми» шляхами. Обидва ці класи можуть мають у собі гени, що виникають як «власні» хромосомні гени. А також обидва класи можуть містити гени, що проникають ззовні, немов паразити. А може, як я припускав у 10-му розділі, всі «власні» хромосомні гени слід вважати навзаєм паразитичними щодо себе. Суттєва різниця між моїми двома класами генів полягає в дивергентних обставинах, з яких вони починають свій шлях у майбутнє. Ген вірусу застуди та ген, вивільнений із людської хромосоми, дійшли згоди між собою, «забавивши», щоби їхній господар чхав. Звичайний хромосомний ген та вірус, що передається статевим шляхом, згодні між собою, щоби їхній господар мав статеві відносини. Існує цікава думка, що обидва

типи генів хотіли би, щоби їхній господар був статево привабливим. Більш того, звичайний хромосомний ген та вірус, що передається всередині статевих клітин, спільно бажають того, щоби їхній господар досяг успіху не лише в залицянні, а в усіх докладних аспектах свого життя, — йдеться про турботливого, люблячого батька (мати) та навіть дідуся (бабусю).

Волохокрильці живуть у своєму будиночку, а паразити, що про них я говорив досі, живуть у своїх господарях. Отже, гени фізично близькі до своїх розширених фенотипових ефектів — настільки, наскільки гени зазвичай близькі до своїх звичайних фенотипів. Але гени можуть діяти й на відстані; розширені фенотипи можуть сягати далеко. Один із найбільш далекосяжних, що спадають мені на думку, охоплює цілу загату. Подібно до тенет павука чи хатки волохокрильців, загата бобра належить до справжніх див світу. Не зовсім зрозуміло, в чому полягає її мета за Дарвіном, але вона, безперечно, повинна її мати, адже бобри витрачають на її будівництво дуже багато часу та енергії. Запруда, яку утворює загата, мабуть, служить для захисту хатки бобрів від хижаків. Вона також забезпечує зручний водний шлях для пересування та транспортування колод. Бобри використовують затоплену місцину з тією самою метою, що й канадські деревообробні компанії використовують річки, а торговці вугіллям XVIII століття використовували судноплавні канали. Зрештою, про які б переваги не йшлося, боброва загата є помітною та характерною деталлю ландшафту. Вона є частиною фенотипу, не менше, ніж боброві зуби та хвіст, причому еволюціонувала вона під впливом дарвінівського добору. Для роботи ж дарвінівського добору потрібна наявність генетичної мінливості. Цього разу вибір відбувався, мабуть, між доброю та дещо гіршою загатою. Добір сприяв генам того бобра, що докладався до будівництва гарних загат для транспортування дерев, так само, як він сприяв генам

хороших зубів, що валили ці дерева. Боброві загати є розширеними фенотиповими ефектами генів бобра, і їхня довжина може сягати кількох сотень метрів. Таки довга рука, нічого не вдієш!

Паразити теж необов'язково мають жити всередині своїх господарів — їхні гени можуть виявляти себе у господарях на відстані. Не йдеться про те, що зозуленята живуть у тілі вільшанки чи очеретянки, вони не смокчуть їхню кров і не поїдають їхні тканини, але ми без жодних вагань називаємо їх паразитами. Адаптації зозул для маніпуляції поведінкою прийомних батьків можна розглядали як дистанційний розширений фенотиповий вплив генів зозулі.

Не складно збагнути прийомних батьків, яких обманом змусили висиджувати зозулячі яйця. Навіть людей, які заробляють собі на хліб, збираючи яйця, теж вводила в оману надзвичайна схожість зозулячих яєць зі, скажімо, яйцями лучного щеврика чи очеретянки (різні раси самиць зозулі спеціалізуються на інших видах господарів). Складніше зрозуміти подальшу поведінку прийомних батьків стосовно зозуленят, що вже майже здатні літати. Річ у тім, що зозулі зазвичай значно більші, а інколи гротескно більші за своїх «батьків». Переді мною лежить фотографія дорослої тинівки, такої маленької порівняно з її величезним прийомним дитям, що їй доводиться вилазити на його спину, аби погодувати. Це аж ніяк не здатне викликати симпатію до господаря гнізда. Ми дивуємось його нерозсудливості, його легковірності. Адже й останній дурень переконався б, що із цим дитям щось не гаразд.

Я маю думку, що зозуленята, мабуть, не просто «дурять» своїх господарів, прикидаючися кимось, ким вони насправді не є. Схоже на те, що вони впливають на нервову систему господаря приблизно так само, як певний наркотик, що викликає звання. Це здатне викликати співчуття навіть

у тих, хто ніколи не мав справи з наркотиками. Чоловік може відчувати збудження, аж до ерекції, розглядаючи фото жіночого тіла. Він аж ніяк не плакає такої думки, що схема чорнильних ліній — то справжня жінка. Він знає, що бачить лиш зображення на папері, однак його нервова система реагує на це зображення так само, як могла би реагувати на справжню жінку. Ми можемо вважати принади конкретного представника протилежної статі непереборними, навіть попри те, що внутрішній голос попереджає, що стосунки із цією людиною не становлять тривалого інтересу в нікого з нас. Те саме може стосуватися нездоланного потягу до нездорової їжі. Тинівка ж, мабуть, узагалі не має жодної гадки про те, що становить її довгострокові інтереси, а що ні, тому її ще легше виправдати з огляду на те, що її нервова система може вважати певні види подразників непереборними.

Червоний всередині, роззявлений ротик зозуленяти настільки звабливий, що орнітологам нерідко доводилось бачити, як птахи кидають їжу до дзьобика тої маленької зозулі, що сидить зовсім не в їхньому гнізді! І це тоді, коли вони летять собі додому, несучи їжу для власних малят. Аж раптом краєчком ока вони помічають широко роззявлений червоний ротик зозуленяти в гнізді птаха зовсім іншого виду. Вони повертають до цього гнізда та кидають до дзьобика зозуленяти харч, що призначався для їхнього власного потомства. Така «теорія непереборності» узгоджується з поглядами німецьких орнітологів минулого, які відзначали, що прийомні батьки зозуленяти поведуться неначе «наркомани», а «наркотиком» для них є зозуленя. Хоча варто додати, що така термінологія не до вподоби деяким сучасним дослідникам. Але важко заперечити, що припущення про червоний ротик зозуленяти як потужний суперподразник, певний наркотик, полегшує нам розуміння. Поведінка маленьких батьків, змушених ставати на спину велетенської дитинки, стає зрозу-

мілішою. Одже, вони не дурні. Називати їх «обдуреними» теж було б не зовсім правильно. Їхня нервова система перебуває під контролем, таким самим непереборним, як у безпорадних наркоманамів, або наче зозуленя поводитья як учений, що встромляє електроди в їхній мозок.

Та, однак, навіть попри певну щирю симпатію до прийомних батьків, якими так майстерно маніпулюють, ми все ж не розуміємо, чому природний добір дозволив зозулям робити це безкарно. Чому нервова система господаря не набула стійкості до наркотичного червоного ротика? Можливо, добір ще не встиг цього зробити. Мабуть, зозулі почали паразитувати на своїх нинішніх господарях нещодавно, а через кілька століть будуть змушені дати їм спокій та взятися за інші види. Щодо цього є деякі докази. Але мене не полишає відчуття, що тут криється ще щось.

В еволюційній «гонитві озбрось» між зозулями та господарями гнізда будь-якого виду є певна внутрішня нерівнозначність, що є наслідком нерівних втрат у разі невдачі. Абсолютно всі зозуленята є продовженням довгої низки своїх предків, кожен з яких, мабуть, досяг майстерного маніпулювання своїми прийомними батьками. Для зозуленяти втрата своєї влади над господарями хоч на деякий час означає загибель. Натомість, абсолютно всі прийомні батьки продовжують свій рід, у якому багато хто ніколи не мав із зозулями справи у своєму житті. А ті з них, що таки знаходили зозулю у гнізді, могли скоритися, але все одно виводити інших своїх пташенят наступного сезону. Річ у тім, що тут виникає асиметрія щодо вартості невдачі. Гени, що роблять вільшанку чи тинівку нездатними протистояти поневоленню з боку зозулі, можуть легко передаватися наступним поколінням цих пташок. Гени ж, що роблять зозулю нездатною поневолити прийомних батьків, не можуть передаватися їй наступним поколінням. Саме це я й мав на

увазі під «внутрішньою нерівнозначністю», а також «асиметрією у вартості невдачі». Цей момент добре ілюструє одна з байок Езопа: «Засць бігає швидше за лисицю, бо ризикує своїм життям, тоді як лисиця ризикує лише обідом». Ми з моїм колегою Джоном Кребсом охрестили це принципом «життя/обід».

Через цей принцип «життя/обід» тварини часом можуть поводитися всупереч власним інтересам, згоджуючися, щоб ними маніпулювала якась тварина. Фактично, в певному сенсі вони діють у своїх власних інтересах: вся суть принципу «життя/обід» полягає в тому, що теоретично вони могли би опиратись на маніпуляції, але це б їм надто дорого коштувало. Мабуть, для опору на маніпуляції з боку зозулі потрібні більші очі або більший мозок, що передбачає великі витрати. Конкуренти з генетичною схильністю опиратись на маніпуляції насправді були б менш успішними у поширенні своїх генів через високу ціну цього опору.

Але ми знову позадкували, розглядаючи життя з позиції окремого організму, а не його генів. Розповідаючи про трематод та равликів, ми звикли до думки, що гени паразита можуть мати фенотипові ефекти на організм господаря в такий самісінський спосіб, як і гени будь-якої тварини мають фенотипові ефекти на їхній «власний» організм. Ми показали, що сама ідея «власного» організму є зовсім непростим припущенням. В певному сенсі всі гени є «паразитичними», подобається нам називати їх «власними» генами організму чи ні. Зозулі були представлені як приклад паразитів, що не живуть всередині організмів своїх господарів. Вони маніпулюють ними дуже схоже на те, як це відбувається у внутрішніх паразитів, і вплив маніпуляції, як ми щойно переконалися, може бути за силою таким, як дія певного наркотика чи гормону. Як і стосовно внутрішніх паразитів, ми маємо тепер викласти все це мовою генів та розширених фенотипів.

В еволюційній «гонитві озбрось» між зозулями та господарями просування вперед кожної сторони набуває форми генетичних мутацій, яким сприяє природний добір. Через що би зозулячий ротик не діяв на нервову систему господаря як наркотик, воно, вочевидь, виникло як генетична мутація. Ця мутація проявилась через її вплив, скажімо, на колір та форму ротика маленької зозулі. Але навіть це не було її найбільш безпосереднім ефектом. Бо він був націлений на невидимі хімічні процеси всередині клітин. Сам по собі вплив генів на колір та форму ротика є непрямим. У цьому полягає суть. Дещо суттєвішим є лише вплив тих самих генів зозулі на поведінку очманілого господаря. В точнісінько тому самому сенсі, в якому ми можемо говорити про те, що гени зозулі мають (фенотипові) ефекти на колір та форму ротиків зозулі, ми можемо вважати, що гени зозулі мають (розширені фенотипові) ефекти на поведінку господаря. Гени паразита здатні мати ефекти на організми господаря не лише тоді, коли паразит живе всередині господаря, де він може маніпулювати безпосередніми хімічними засобами, але й коли паразит живе окремо від господаря та маніпулює ним на відстані. Хоча, як ми скоро переконаємося, навіть хімічні впливи можуть здійснюватися ззовні організму.

Приклад зозуль дуже цікавий та повчальний. Однак комахи здатні затьмарити ледь не всі дива хребетних. Їхня перевага полягає у притаманній їм величезній різноманітності (мій колега Роберт Мей влучно зауважив, що «якщо поглянути, усі види є комахами»). А вже «зозуль» серед комах не бракує аж ніяк, з огляду на їхню чисельність та неймовірну вигадивість звичок. Деякі приклади, які ми розглянемо, виходять за межі знайомої нам поведінки зозуль, втілюючи найбільш неймовірні фантазії, які тільки могла навіяти моя книга «Розширений фенотип».

Звичайна зозуля просто підкладає своє яйце до чужого гнізда та зникає. Деякі ж «зозулі» серед мурах нагадують про свою присутність у більш драматичний спосіб. Я не часто наводжу латинські назви, але види *Bothriomyrmex regicidus* та *B. decapitans* того варті. Вони обидва паразитують на іншому виді мурах. Звичайно, в усіх мурах потомство, як правило, годують не батьки, а робітники, тому саме робітники стають мішенями для обману або маніпуляції з боку «зозуль». Їм вигідно насамперед позбутися королеви з її здатністю давати конкурентне потомство. У згадуваних видах головним паразитом є їхня королева, яка пробирається до гнізда іншого виду мурах. Вона знаходить королеву-господиню та сидить на її спині доти, поки неквапом не виконає, за художньо-мото-рошним висловом Едварда Вілсона, «єдину дію, для якої вона унікально пристосована: повільно відгризе голову своєї жертви». Після цього вбивця стає королевою осиротілих робітників, які нічого лихого не зауваживши, доглядають її яйця та личинок. Деякі личинки самі виростають у робітників, які поступово замінюють собою первинний вид у гнізді. Інші стають королевами, що полетять шукати собі нові гнізда та інших королев з іще не відгризеними головами.

Але відгризання голів потребує певних зусиль. Паразити ж не звикли напружуватись тоді, коли можна змусити працювати когось іншого. Моїм улюбленим персонажем у книзі Вілсона «Спільноти комах» є вид мурах *Monomorium santschii*. В процесі еволюції він повністю втратив свою касту робітників. Усю роботу для своїх паразитів виконують робітники господарів, навіть найжахливішу з усіх. За наказом матки загарбників-паразитів вони, загалом, наважуються на вбивство своєї власної королеви. Напасниці навіть не доводиться застосовувати свої щелепи. Вона використовує для цього контроль свідомості. Як саме вона це робить, невідомо — мабуть, за допомогою якоїсь хімічної

речовини, оскільки нервова система мурах загалом дуже чутлива до них. Якщо її зброєю дійсно є якийсь хімікат, то діє він так само підступно, як і будь-який відомий науці наркотик. Уявіть собі лишень! Він потрапляє в мозок робочих мурах, бере під контроль їхні м'язи, підбурює їх проти глибоко закладених обов'язків та налаштовує проти власної королеви. Для мурах матеревбивство є актом особливого генетичного божевілля, і змусити їх до цього здатний лише страхітливий наркотик. Коли йдеться про розширений фенотип, слід питати не про те, як поведінка тварини йде на користь її генам, а чиїм генам вона йде на користь.

Навряд чи варто дивуватись тому, що мурах експлуатують паразити, і не лише інші мурахи, але й цілий звіринець різних дармоїдів. Робочі мурахи збирають велику кількість їжі з розлогої території в одну центральну купу, що є привабливою здобиччю для охочих поживитися за чужий кошт. Мурахи здатні забезпечити чудовий захист: вони добре озброєні та багаточисельні. Можна вважати, що попелиці з 10-го розділу платять своїм нектаром за наймання професійних охоронців. Кілька видів метеликів проводять у мурашниках свою стадію гусіні. До того ж, деякі є неприхованими грабіжниками. Інші пропонують мурахам дещо в обмін на захист. Дуже часто вони буквально озброєні різним знаряддям для маніпуляції своїми захисниками. Гусінь метелика під назвою *Thisbe irenea* має на своїй голові орган гучного звуку для скликання мурах, а також пару телескопічних хоботків на задньому кінці тіла, з яких виділяється звабливий нектар. На її плечах розташована інша пара трубочок, з яких розпилюється ще цікавіша речовина. Цей секрет більше схожий не на їжу, а на якийсь легкий наркотик, що має дивовижний вплив на поведінку мурах. Мурахи, що потрапляють під його вплив, починають високо підстрибувати. Вони широко роззявляють щелепи та стають агресивними, значно

більш готовими, ніж звичайно, нападати, кусати та жалити все, що рухається, оминаючи лише гусінь, що винна за це наркотичне сп'яніння. Більш того, під впливом гусіні, яка постачає їм дозу, мурахи з часом впадають у стан так званої «залежності», коли їх неможливо відірвати від гусіні протягом багатьох днів. Тоді, подібно до попелиць, гусінь використовує мурах як охоронців, але зазіхає на більше. Якщо попелиці покладаються на природну агресію мурах щодо хижаків, гусінь застосовує наркотик, що збільшує цю агресію, а також, здається, підсуває їм ще щось для більшої залежності й прив'язання.

Я, звичайно, обрав крайні випадки. Але якщо ми візьмемо більш помірний спосіб, то природа аж кишить тваринами та рослинами, що маніпулюють іншими представниками того самого чи іншого виду. Тоді, коли природний добір посприяв генам маніпулятора, цілком можна говорити, що ці ж самі гени мають розширені фенотипові ефекти на організм того, ким маніпулюють. Неважливо, в якому організмі фізично перебуває ген. Об'єктом його маніпуляції може бути той самий організм або інший. Природний добір сприяє тим генам, які маніпулюють світом для того, щоб забезпечити своє власне поширення. Це підштовхує нас до того, що я назвав центральною теоремою розширеного фенотипу: *Поведінка тварини має тенденцію максимізувати виживання генів цієї поведінки, незалежно від того, перебувають ці гени чи ні в організмі тварини з такою поведінкою*. Насамперед, я мав на увазі поведінку тварин, але цю теорему, безумовно, можна застосувати й до кольору, розміру, форми — чого завгодно.

Нарешті, час пригадати проблему, з якої ми розпочали, — існування напруги між певним організмом та геном як конкурентними претендентами на центральну роль у природному доборі. В попередніх розділах я зробив припущення,

що насправді це надумана проблема, оскільки розмноження індивіда еквівалентне виживанню гена. Я припускав, що можна водночас говорити: «Організм працює, щоб поширити всі свої гени» або «Гени працюють, щоби змусити почергове існування організмів їх поширити». Схоже на те, що це насправді два рівнозначних способи сказати одне і те саме, а от яке формулювання ви оберете, залежить лише від смаку. Однак напруга не минула.

Щоби краще усе це збагнути, скористаймося термінами «реплікатор» та «носій». Основні одиниці природного добру, базові об'єкти, що виживають або яким це не вдається, що формують плин ідентичних копій з нерегулярними випадковими мутаціями, називаються реплікаторами. Зокрема, реплікаторами є молекули ДНК. Як правило, з певних причин, які ми колись розглянемо, вони збираються разом у великі спільні машини для виживання, або «носії». Найвідомішими нам носіями є індивідуальні організми, наприклад, наші власні тіла. Отже, виглядає на те, що організм є не реплікатором, а носієм. Змушений наголосити на цьому, оскільки саме тут часто трапляються непорозуміння. Носії не реплікують самі себе; вони лише поширюють свої реплікатори. Реплікатори ж не здатні поводитися певним чином, сприймати світ, ловити здобич і тікати від хижаків; вони створюють для цього носії. В багатьох аспектах біологам зручно зосередити свою увагу на носієві. А в дечому іншому їм краще зосередитися на реплікаторі. Ген та окремих організм не є претендентами на ту саму головну роль у дарвінівській виставі. Вони проходять кастинг на різні ролі, що доповнюють одна одну, і багато в учому однаково важливі: реплікатора та носія.

Терміни «реплікатор»/«носій» допомагають збагнути багато складних моментів. Наприклад, вони розтлумачують осоружне з'ясування, на якому рівні діє природний добір.

Спершу видається логічним помістити «індивідуальний добір» на таку собі драбину рівнів добору, поміж «генним добором», обстоюваним у 3-му розділі, та «груповим добором», розкритикованим у 7-му. «Індивідуальний добір» мав би бути десь посередині між двома крайнощами, і багато біологів та філософів спокусилися на цей варіант, обравши це легке рішення. Але тепер ми розуміємо, що це не так. Ми тепер знаємо, що організм та група організмів є справжніми конкурентами за роль носія в цій історії, але жоден із них навіть не може бути *претенгентом* на роль реплікатора. Незгода між індивідуальним та груповим добором дійсно є суперечкою між альтернативними носіями. А от суперечка ж між індивідуальним та генним добором не є жодною суперечкою, оскільки ген та організм є претендентами на різні ролі в цій історії, хоча вони й доповнюють одна одну, — йдеться про реплікатора та носія.

Конкуренцію між окремим організмом та групою організмів за роль носія, яка є справжньою конкуренцією, можна вирішити. На мій погляд, переконлива перемога за організмом. Група є надто нечітким формуванням. Стадо оленів, прайд левів чи зграя вовків мають певну рудиментарну зв'язність та єдність мети. Але це ніщо порівняно із спільною та одноставною метою організму певного лева, вовка чи оленя. Те, що це справедливо, сьогодні не викликає сумнівів, але чому це справедливо? І знов допомогу у цьому нам пропонують розширені фенотипи та паразити.

Ми вже переконались, що коли гени паразита працюють разом одні з одними, але в опозиції до генів свого господаря (які всі співпрацюють *між собою*), ці два набори генів використовують різні шляхи для того, щоб вибратися зі спільного носія — організму господаря. Гени равлика залишають його у сперматозоїдах та яйцеклітинах равлика. Через те, що всі гени равлика однаково зацікавлені в кож-

ному сперматозоїді та кожній яйцеклітині, оскільки вони всі беруть участь у тому самому безпристрасному мейозі, вони працюють разом заради спільного блага, а тому зазвичай перетворюють організм равлика на єдиний цілеспрямований носій. Справжня причина того, чому трематода впізнано відокремлена від її господаря, чому вона не об'єднує свої цілі та ідентичність з цілями та ідентичністю господаря, полягає в тому, що гени трематоди мають інші варіанти, як їм вибратися зі спільного носія генів равлика, а також не пристають на мейотичну лотерею равлика, через те що мають власну. Саме тому обидва носії залишаються розділеними на равлика та впізнано окрему трематоду всередині нього. Якби гени трематоди передавались наступним поколінням в яйцеклітинах та сперматозоїдах равлика, то ці два організми еволюціонували би в єдину плоть. Можливо, ми навіть не могли би визначити те, що колись було два носії.

Окремі організми, такі як ми з вами, є остаточним втіленням багатьох подібних злиттів. Група організмів — зграя птахів або вовків — не поєднується в один носій саме тому, що гени зграї не мають спільного виходу з нинішнього носія. Звичайно, від зграй можуть відділятися дочірні зграйки. Але гени батьківської зграї не передаються до дочірньої зграйки в єдиному засобі пересування, в якому всі мають рівну частку. Не всі гени зграї вовків виграють від того самого набору подій у майбутньому. Той чи інший ген може сприяти своєму власному майбутньому добробуту завдяки сприянню своєму власному вовкові за рахунок інших вовків. Таким чином, певний вовк може називатися носієм, а зграя вовків ні. Причина з погляду генетики полягає в тому, що всі клітини організму вовка, крім статевих, мають однакові гени, тоді як у кожній зі статевих клітин з рівними шансами можуть опинитися всі гени. Натомість, клітини *зграї* вовків мають неоднакові гени, як і не мають рівних шансів опинитися

в клітинах зграйок, що відділилися. Вони дуже багато можуть здобути від боротьби з конкурентами в організмах інших вовків (хоча той факт, що зграя вовків, схоже, є родиною групою, злагіднюватиме цю боротьбу).

Щоби стати ефективним носієм генів, та чи інша сутність повинна мати одну істотно важливу якість: безпристрасний канал виходу в майбутнє для всіх генів всередині неї. Окремо взятий вовк такий канал має. Ним є тонкий струмінь сперматозоїдів чи яйцеклітин, що виробляється в процесі мейозу. Зграя вовків такого каналу не має. Гени можуть щось отримати від егоїстичного сприяння добробуту їхнім власним окремим організмам за рахунок інших генів вовчої зграї. Коли рояться бджоли, виглядає, наче вони розмножуються завдяки відокремленню від рою великої групи організмів на кшталт вовчої зграї. Але якщо придивитись уважніше, ми помітимо, що там, де йдеться про гени, їхня доля є переважно спільною. Майбутнє генів рою (принаймні, значною мірою) — в яєчниках однієї матки. Ось чому — це просто інший спосіб висловити ідею попередніх розділів — колонія бджіл виглядає та поводить як цілком завершений єдиний носій.

На що б ми не поглянули, скрізь одне і те саме — життя фактично з'єднане в дискретні, індивідуально цілеспрямовані носії, такі як вовки чи бджолині рої. Але доктрина розширеного фенотипу пояснила нам, що потреби в цьому немає. По суті, ми маємо право очікувати від нашої теорії лише місця для змагань між реплікаторами, які штурхаються, дурять одні одних та борються за своє генетичне майбутнє. Зброєю в цій боротьбі є фенотипові ефекти, спочатку безпосередні хімічні впливи всередині клітин, а згодом пір'я, ікла та ще більш віддалені прояви. Безумовно, більшість цих фенотипових ефектів були упаковані в дискретні носії, кожен зі своїми генами, дисциплінованими та організованими

завдяки перспективі спільного вузького горлечка сперматозоїдів чи яйцеклітин, через яке вони потраплять у майбутнє. Але цей факт не слід сприймати як належний. У ньому варто засумніватися, вражено розглядаючи саме його право на існування. Чому гени зібралися разом у великі носії зі спільним генетичним шляхом виходу? Чому вони вирішили об'єднатися та створити для свого життя великі організми? У книзі «Розширений фенотип» я спробував відповісти на це складне запитання. Тут я лише можу навести дешифру з неї — хоча, як і слід було очікувати після семи років, тепер я знаю значно більше.

Поділю це запитання на три. Чому гени об'єдналися в клітини? Чому клітини об'єдналися в багатоклітинні організми? Та чому організми пристали на те, що я називаю «життєвим циклом вузького горлечка»?

Отже, перше запитання: чому гени об'єдналися в клітини? Чому ці давні реплікатори відмовились від вільного й незалежного існування в первісному супі та вирішили зібратися у величезні колонії? Чому вони співпрацюють? Дещо ми зрозуміємо, якщо розглянемо, як сучасні молекули ДНК співпрацюють одна з одною на хімічних фабриках, якими є живі клітини. Молекули ДНК виготовляють білки. Білки працюють як ферменти, каталізуючи конкретні хімічні реакції. Дуже часто однієї-єдиної хімічної реакції буває недостатньо для синтезу корисного готового продукту. На людських фармацевтичних фабриках синтез корисних хімічних речовин потребує цілих виробничих ліній. Первинну хімічну речовину неможливо безпосередньо перетворити на бажаний готовий продукт. Для цього, неухильно дотримуючися певної послідовності, потрібно синтезувати низку проміжних сполук. Велика частка винахідливості хіміків-дослідників спрямована на вигадування способів виготовлення придатних проміжних сполук між первин-

ними речовинами та бажаними готовими продуктами. Так само й окремі ферменти в живій клітині зазвичай не можуть самотужки досягти синтезу корисного готового продукту з того чи іншого первинного хімічного матеріалу. Для цього потрібен увесь набір ферментів, де б один каталізував перетворення сировини на перший проміжний продукт, інший — перетворення першого проміжного продукту на другий і т. д.

За кожним із цих ферментів перебуває один ген. Якщо для конкретного процесу синтезу потрібна послідовність із шести ферментів, мають бути наявні всі шість генів їхнього виробництва. Тоді цілком імовірно, що є два альтернативні шляхи, якими можна досягти одного й того ж самого готового продукту, кожен з яких потребує шести різних ферментів без жодних критеріїв вибору між ними. Подібні речі трапляються на хімічних заводах. Вибір певного шляху може статися завдяки історичній випадковості або дещо складнішим намірам хіміків. В природній же хімії вибір, безумовно, ніколи не буде складним. Натомість, він зазнає природного добору. Але як природний добір може посприяти тому, щоби два шляхи не сплутались, а також щоби виникала співпраця груп сумісних генів? Значною мірою, саме завдяки тому самому способові, який я запропонував через аналогію з німецькими та англійськими веслярами (5-й розділ). Важливо, щоби ген певного етапу 1-го шляху набирив снаги поруч з генами інших етапів того самого шляху, але не поруч з генами 2-го шляху. Якщо так сталося, що в популяції вже домінують гени 1-го шляху, добір сприятиме іншим генам цього самого шляху та завдаватиме шкоди генам 2-го шляху. І навпаки. Хоча це й спокусливо, було б абсолютно неправильно вважати, що гени шести ферментів 2-го шляху добираються «як група». Кожен із них добирається як певний егоїстичний ген, але наснажується лише поруч із правильним набором інших генів.

У наші дні така співпраця між генами відбувається всередині клітин. Вона, мабуть, почалась як рудиментарна співпраця між самореплікуючими молекулами в первісному суші (в будь-якому первісному середовищі, яке тоді було). Клітинні стінки, мабуть, виникли як пристосування для того, щоб утримати разом корисні хімічні речовини та перешкодити їхньому зниканню. Багато хімічних реакцій в клітині насправді відбуваються у тканині мембран; мембрана працює одночасно як конвеєрна стрічка та тримач для пробірок. Але співпраця між генами не обмежилась виключно клітинною біохімією. Клітини почали збиратися разом (або перестали роз'єднуватись після клітинного поділу), формуючи багатоклітинні організми.

Таким чином ми наблизилися до другого з трьох моїх запитань. Чому клітини об'єднались у багатоклітинні організми і навіщо їм такі незграбні роботи? Це запитання також стосується співпраці. Хоча фокус посунувся зі світу молекул до більшого масштабу. Багатоклітинні організми переважали можливості огляду мікроскопа. Вони можуть навіть вирости в слонів чи китів. Причому великі розміри — не обов'язково щось добре: більшість організмів становлять бактерії, а от слонів у світі небагато. Але коли всі способи життя, досяжні для дрібних організмів, зайняті, можливості для існування більших організмів все ще залишаються. Наприклад, великі організми можуть поїдати менших, а також уникнути того, щоби їх з'їли такі самі, як вони.

Переваги членства в клубі клітин не припиняються зі збільшенням розміру. Клітини в цьому клубі можуть спеціалізуватися, досягаючи більш ефективного виконання конкретного завдання. Спеціалізовані клітини допомагають іншим клітинам клубу, водночас отримуючи вигоду від ефективності інших спеціалістів. Якщо клітин багато, одні ставатимуть датчиками, що спеціалізуються на виявленні

поживи, другі — нервами, що передають повідомлення, треті — жалкими клітиними, що паралізують жертви, м'язами для того, щоб рухати мацачками та ловити здобич, секреторними клітинами для її розчинення, а ще такими, що поглинають поживні соки. Не треба забувати, що принаймні в сучасних організмах, таких як наші з вами, кожна клітина є клоном іншої. Всі вони містять ті самі гени, хоча в різних спеціалізованих клітинах вмикаються різні гени. В кожному типі клітин гени напряму допомагають своїм власним копіям, що перебувають у меншості клітин, спеціалізованих для розмноження, клітин безсмертної зародкової лінії.

А тепер час зосередитися на третьому запитанні. Чому організми беруть участь у життєвому циклі вузького горлечка?

Спершу розглянемо, що я маю на увазі під вузьким горлечком. Все просто: скільки би клітин не було в організмі слона, життя він починає з однієї-єдиної — заплідненої яйцеклітини. Запліднена яйцеклітина якраз і є вузьким горлечком, яке під час ембріонального розвитку розширюється в трильйони клітин дорослого слона. І скільки би клітин певних спеціальних типів не співпрацювали задля виконання неймовірно складної мети — створення дорослого слона, зусилля всіх цих клітин зводяться до остаточної мети, а саме виробництва знов-таки окремих клітин — сперматозоїдів чи яйцеклітин. Слон не лише починає своє життя з однієї-єдиної заплідненої яйцеклітини. Його кінцевою метою (кінцевим продуктом) є виробництво окремих запліднених яйцеклітин наступного покоління. Життєвий цикл великого й масивного слона починається та закінчується вузьким горлечком. Таке горлечко характерне для життєвого циклу всіх багатоклітинних тварин та більшості рослин. Чому? Що в ньому такого? Ми не можемо отримати відповіді, не розглянувши, як би життя могло виглядати без нього.

Буде простіше зрозуміти, якщо уявити собі два гіпотетичних види морських водоростей: *A* і *B*. Вид *B* виглядає як купа пагонів, безладно розкиданих у морі. То тут, то там пагони відламуються та дрейфують собі геть. Вони відламуються будь-де, а відокремлені частини можуть бути різного розміру. Так само, як пагони фруктового дерева, вони здатні вирости цілком схожими на первинну рослину. Таке скидання окремих частин є способом розмноження цього виду. Як ви побачите далі, він не дуже відрізняється від способу росту, за винятком того, що частини фізично відділяються одна від одної.

Вид *A* виглядає так само й росте тим самим нерівномірним способом. Проте між ними є одна важлива різниця. Цей вид розмножується завдяки випусканню одноклітинних спор, які розносяться морем та виростають у нові рослини. Ці спори є такими самими клітинами рослини, як і будь-які інші. Як і у виду *B*, статеве розмноження тут відсутнє. Дочірні рослини складаються з клітин того самого клону, що й клітини батьківської рослини. Єдина різниця між двома видами полягає в тому, що вид *B* розмножується, відділяючи від себе частини, що складаються з невизначеної кількості клітин, тоді як вид *A* розмножується, відділяючи від себе частини, що завжди складаються лише з однієї-єдиної клітини.

Уявляючи ці два види рослин, ми натрапили на важливу різницю між життєвим циклом вузького горлечка та не вузького горлечка. Вид *A* розмножується, в кожному поколінні пропихаючи себе крізь одноклітинне вузьке горлечко. Вид *B* просто росте та розпадається на рівноважливі частини. Навряд чи взагалі можна сказати, що він має якісь окремі «покоління» або складається з якихось окремих «організмів». А як щодо виду *A*? Трохи згодом я розгляну це докладніше, але відповідь проглядає вже зараз. Чи не здається нам вид *A* вже більш дискретним, «організменним»?

Вид *B*, як ми вже бачили, розмножується тим самим чином, що й росте. По суті, він взагалі майже не розмножується. З іншого боку, вид *A* чітко розмежовує процеси росту та розмноження. Ми натрапили тут на розбіжність, але що з того? В чому її важливість? Чому вона має значення? Я довго про це думав і вважаю, що знаю відповідь. (До речі, складніше було збагнути наявність запитання, ніж відповісти на нього!) Загалом, відповідь можна поділити на три частини, перші дві з яких стосуються зв'язку між еволюцією та ембріональним розвитком.

Перш за все, поміркуйте над проблемою виникнення в процесі еволюції того чи іншого складного органу з більш простого. Нам не обов'язково обмежуватися рослинами, і на цьому етапі аргументів було би краще мати справу з тваринами, бо у них, очевидно, більш складні органи. Немає жодної потреби зважати на статі, бо протиставлення статевого та нестатевого розмноження лише відволікало б увагу. Можна уявити, що наші тварини розмножуються, розкидаючи навколо себе нестатеві спори — окремі клітини, які (якщо не враховувати мутації) в генетичному плані ідентичні одна одній та всім іншим клітинам організму.

Еволюція складних органів високорозвинених тварин, таких як людина або мокриця, розпочалася з простіших органів предків і складається з поступових етапів. Але органи предків не перетворились на органи потомства в буквальному сенсі, як мечі перековуються на орала. Причому вони не лише *не зробили* цього. Я хочу сказати, що у більшості випадків вони й *не змогли* би цього зробити. Кількість змін, яких можна досягти завдяки безпосередньому перетворенню у вигляді «мечі на орала», обмежена. По-справжньому радикальної зміни можна досягти, лише «повернувшись до креслярської дошки», тобто, відкинувши попередній проект та почавши все заново. Коли інженери

повертаються до креслярської дошки та створюють новий проект, вони не обов'язково відкидають ідеї старого. Але вони не намагаються переробити старий фізичний об'єкт у новий. Старий об'єкт надто перевантажений тягарем історії. Можливо, ви й можете перекувати мечі на орала, але спробуйте-но «перекувати» гвинтовий двигун на реактивний! Цього ви ніяк не зможете. Вам доведеться полишити гвинтовий двигун та повернутись до креслярської дошки.

Певна річ, живі організми ніхто не проектував на креслярських дошках. Але вони все ж повертаються, щоби почати все заново. Вони починають із чистого аркуша у кожному поколінні. Кожен новий організм починає своє життя як одна-єдина клітина та виростає заново. Він успадковує ідеї проекту предків у формі програми ДНК, але не успадковує фізичні органи своїх предків. Він не успадковує серце свого батька чи матері, а *відновлює* його в новому (й, можливо, більш досконалому) серці. Організм починає своє життя з нуля, як одна клітина, а потім вирощує нове серце, використовуючи ту саму програму проекту, що й серця його батьків, яка може вдосконалюватися. Ви, мабуть, вже збагнули, до чого я веду. Важлива особливість життєвого циклу вузького горлечка полягає в тому, що він надає можливість еквіваленту повернення до креслярської дошки.

Життєвий цикл вузького горлечка має також другий наслідок, безпосередньо пов'язаний з першим. Він забезпечує «календар», який можна використовувати для регулювання процесів ембріології. За такого життєвого циклу кожне нове покоління заживає приблизно однакову низку подій. Організм починається як одна клітина. Далі він росте за рахунок поділу клітин та розмножується, розсилаючи скрізь дочірні клітини. Зрозуміло, що врешті він помирає, але це менш важливо, ніж здається нам, смертним; у межах нашого розгляду кінець циклу досягається, коли конкретний організм

розмножується та починається цикл нового покоління. Хоча в теорії організм може розмножуватись у будь-який час протягом його фази росту, варто очікувати, що рано чи пізно для розмноження прийде оптимальний час. Організми, що випустять спори, коли вони ще надто малі або надто старі, отримають меншу кількість нащадків, ніж конкуренти, які наберуться сил, а потім випустять величезну кількість спор саме у слушний момент життя.

Завдяки таким розмірковуванням, виразнішає ідея стереотипного, регулярно повторюваного життєвого циклу. Кожне покоління не лише починає своє життя з одноклітинного вузького горлечка. Воно також проходить фазу росту, наче «дитинства» доволі постійної тривалості. Постійна тривалість (стереотипія) фази росту дає можливість конкретним речам відбуватися в конкретний час протягом ембріонального розвитку, немов за чітко визначеним календарем. З певними варіаціями у різних видів істот, поділи клітин під час розвитку відбуваються в чіткій послідовності, яка знову і знову виникає з кожним повторенням життєвого циклу. Кожна клітина має своє власне місце та час виникнення у розкладі поділів. Іноді, до речі, ці дані настільки чіткі, що ембріологи можуть сказати, яка клітина буде наступною, причому конкретна клітина в одному окремо взятому організмі матиме свій точний відповідник в іншому.

Таким чином, стереотипний цикл росту забезпечує годинник (календар), відповідно до якого можуть розпочатися етапи ембріологічного розвитку. Лише згадайте, як охоче ми самі використовуємо цикли добового обертання Землі та її річного обертання навколо Сонця для систематизації та впорядкування нашого життя. Так само й безкінечно повторювані фази росту, нав'язані життєвим циклом вузького горлечка (це здається майже неминучим) використовуватимуться для систематизації та впорядкування ембріології.

Конкретні гени можуть «вмикатися» та «вимикатись» у певний час, бо календар циклу вузького горлечка (росту) *гарантує* існування такого явища, як конкретний час. Такі добре темперовані регуляції активності генів є передумовою появи ембріонального розвитку, здатного створювати складні тканини та органи. Точність і складність ока орла або крила ластівки не могли би виникнути без чітких часових правил послідовності окремих етапів розвитку.

Третій наслідок життєвого циклу вузького горлечка є генетичним. Нам знову придасться приклад морських водоростей гіпотетичних видів *A* та *B*. Припустивши, знову для певного схематизму, що обидва види розмножуються нестатевим шляхом, поміркуймо про те, як вони могли еволюціонувати. Еволюція вимагає генетичної зміни, мутації. Мутація може відбуватися під час будь-якого поділу клітин. У виду *B* послідовність клітин розташована широким фронтом, що діаметрально протилежно вузькому горлечку. Кожен пагін, що відламується та дрейфує геть, є багатоклітинним. Тому цілком можливо, що дві клітини в дочірньому організмі будуть більш далекими родичками одна одній, ніж будь-яка з них клітинам батьківської рослини. (Під словом «родички» я в буквальному сенсі розумію кузенів, онуків тощо. Клітини мають чіткі лінії спорідненості, і ці лінії розгалужуються, тому клітини організму абсолютно спокійно можна називати троюрідними сестрами.) У цьому вид *A* суттєво відрізняється від виду *B*. Адже всі клітини його дочірньої рослини походять від однієї-єдиної клітини спори, тому всі клітини конкретної рослини є ближчими родичками одна одній, ніж будь-якій клітині іншої рослини.

Ця розбіжність між двома видами має важливі генетичні наслідки. Розгляньмо долю нещодавно мutowаного гена, спершу у виду *B*, а потім у виду *A*. У виду *B* нова мутація може виникнути в будь-якій клітині або пагоні рослини.

Оскільки дочірні рослини з'являються завдяки відокремленню великих частин, то прямі нащадки мутантної клітини можуть опинитися в дочірніх та онукових рослинах разом з немутованими клітинами, які є доволі далекими родичками одна одній. З іншого боку, у виду *A* найбільш нещодавній спільний предок усіх клітин рослини не старший за спору, що дала початок життєвому циклу вузького горлечка. Якщо ця спора містила мутантний ген, то його міститимуть всі клітини нової рослини. Якщо ні, то ні. Клітини виду *A* будуть більш генетично однорідними всередині рослин, ніж клітини виду *B* (зважаючи на періодичну зворотну мутацію). У виду *A* окрема рослина буде одиницею з генетичною ідентичністю, вартою називатись індивідом. Рослини ж виду *B* матимуть меншу генетичну ідентичність та менше право називатись індивідом, ніж їхні колеги з виду *A*.

Це не сама лише проблема термінології. За умов періодичних мутацій не всі клітини рослини виду *B* керуватимуться однаковими генетичними інтересами. Гену в клітині виду *B* буде вигідно сприяти розмноженню його клітини. Він не обов'язково зацікавлений у розмноженні його «індивідуальної» рослини. Мутація зменшить імовірність генетичної ідентичності клітин всередині рослини, тому вони не співпрацюватимуть між собою на повну силу, виробляючи органи та нові рослини. Природний добір діятиме серед клітин, а не «рослин». З іншого боку, у виду *A* всі клітини самої рослини імовірно матимуть однакові гени, бо розділити їх могли лише нещодавні мутації. Тому вони чудово співпрацюватимуть у виробництві ефективних машин для виживання. Клітини різних рослин більш імовірно матимуть різні гени. Зрештою, клітини, що пройшли крізь різні вузькі горлечка, можна розрізнити за всіма мутаціями, крім нещодавніх, — тобто, за більшістю кількістю. Тому добір оцінюватиме конкурентні рослини, а не конкурентні кліти-

ни, як у виду *B*. Відповідно, можна сподіватися на роль свідка еволюції органів та пристосувань, що служать усій рослині.

До речі (спеціально для тих, хто цікавиться цим професійно), тут простежується певна аналогія з міркуваннями щодо групового добору. Певний організм можна вважати «групою» клітин. За умови, що вдалося б знайти якісь засоби підвищити співвідношення міжгрупової мінливості до внутрішньогрупової, можна було б запустити певну форму групового добору. Саме спосіб розмноження виду *A* і має ефект підвищення цього співвідношення, тоді як спосіб виду *B* має абсолютно протилежний ефект. Між «вузьким горлечком» та двома іншими ідеями, що домінують у цьому розділі, існують також подібності, які можуть бути показовими, але я їх не розглядатиму. По-перше, ідея про те, що паразити співпрацюватимуть зі своїми господарями саме так, як це сприятиме тому, що їхні гени передаватимуться наступним поколінням у тих самих репродуктивних клітинах, що й гени господарів, — протискаючися крізь те саме вузьке горлечко. І, по-друге, ідея, що клітини організму зі статевим розмноженням співпрацюють між собою лише через скрупульозну неупередженість мейозу.

Підіб'ємо підсумки. Ми знайшли три причини, чому життєвий цикл вузького горлечка зазвичай сприяє еволюції організму як дискретного та унітарного носія. Їм можна дати відповідні назви: «ставати до креслярської дошки», «точний часовий цикл», а також «клітинна однорідність». Що було першим, життєвий цикл вузького горлечка чи дискретний організм? Мені хотілося б думати, що вони еволюціонували разом. Загалом я підозрюю, що важливою, визначальною рисою певного організму є саме те, що він становить одиницю, яка починається та завершується одноклітинним горлечком. Якщо життєві цикли перетворюються на вузькі горлечка, жива матерія, здається, неминуче пакуватиметься

в дискретні унітарні організми. І чим більше ця жива матерія пакуватиметься в дискретні машини для виживання, тим більше клітини цих машин для виживання зосереджуватимуть свої зусилля на тому особливому класі клітин, яким призначено переправляти їхні спільні гени крізь вузьке горлечко до наступних поколінь. Ці два явища — життєвий цикл вузького горлечка та дискретний організм — ідуть поруч. Еволюція одного сприяє еволюції іншого. Вони зміцнюють одне одного подібно до того, як взаємно міцнішають почуття чоловіка й жінки за час тривання їхнього роману.

«Розширений фенотип» — доволі товста книга, і її ідеї не так просто втиснути в один розділ. Я був змушений застосувати тут стислий, радше інтуїтивний, навіть імпресіоністський стиль. Тим не менш, сподіваюся, що мені вдалося допомогти читачам відчувати смак самої аргументації.

Хочу закінчити коротким маніфестом, підсумком усього погляду на життя з погляду егоїстичного гена/розширеного фенотипу. На моє глибоке переконання, він підходить для усіх живих істот у Всесвіті. Основною одиницею, головним рушієм усього життя є реплікатор. Реплікатором можна назвати будь-що у Всесвіті, що створює свої копії. Реплікатори з'являються, головним чином, випадково, як наслідок зіштовхування між собою менших частинок. Одразу після своєї появи реплікатор здатен породжувати нескінченно велику кількість своїх копій. Проте жоден процес копіювання не ідеальний, і популяція реплікаторів згодом починає долучати різновиди, що відрізняються один від одного. Деякі з цих різновидів втрачають здатність до самореплікації, і після того, як вони припиняють існувати, уривається весь їхній рід. Інші можуть все ще реплікуватися, але менш ефективно. Натомість, ще інші оволодівають новими вивертами, стаючи ще кращими самореплікаторами, ніж їхні попередники та сучасники. Саме

їхні нащадки починають домінувати в популяції. З часом світ наповнюється найбільш ефективними та оригінальними реплікаторами.

Поступово постають дедалі більш вигадливі способи ефективної реплікації. Реплікатори виживають не лише завдяки власним властивостям, але й власному впливові на світ. Цей вплив може і не бути прямим. Потрібно лише, щоби, врешті-решт, цей вплив, яким би звивистим та не надто безпосереднім він не був, викликав зворотну реакцію та сприяв успіхові реплікатора у справі самокопіювання.

Успіх реплікатора в світі залежатиме від того, що це за світ, — а саме від передумов його виникнення. Одними з найважливіших цих умов будуть інші реплікатори та їхній вплив. Подібно до англійських та німецьких веслярів, взаємовигідні реплікатори в присутності одні одних почнуть домінувати. На певному етапі еволюції життя на нашій планеті таке об'єднання взаємосумісних реплікаторів почало оформлюватись у створення дискретних носіїв — клітин, а пізніше й багатоклітинних організмів. Носії, які в процесі еволюції створили життєвий цикл вузького горлечка, розквітали, стаючи дедалі більш дискретними та дедалі більш схожими на носії або засоби пересування.

Це пакування живої матерії в дискретні носії стало такою характерною й домінантною рисою, що коли на кін вийшли біологи та почали ставити запитання про життя, вони здебільшого стосувалися носіїв — окремих організмів. Окремі організми йшли у свідомості біологів першими, тоді як реплікатори — тепер відомі як гени — вважалися лише частиною інструментарію, що його використовували ці організми. Необхідно докласти спеціальних розумових зусиль, аби знову наставити біологію на правильний шлях та пригадати, що саме реплікатори йдуть першими за важливістю, як і за виникненням.

Одним зі способів це пригадати є розмірковування над тим, що навіть сьогодні не всі фенотипові ефекти генів прив'язані до окремого організму, в якому вони перебувають. Можна напевно сказати, що і теоретично, і практично вплив гена виходить далеко за межі окремого організму, маніпулюючи об'єктами навколишнього світу, одні з яких неживі, другі — інші живі істоти, а треті — дуже віддалені. Використайте лише трохи уяви, і ви побачите, як ген перебуває у центрі великої павутини, від якого розходяться розширені фенотипові ефекти. А той чи інший об'єкт у світі якраз і є центром павутини, до якого сходяться ефекти багатьох генів із багатьох організмів. Довга рука гена не визнає очевидних кордонів. Увесь світ розкреслений причинно-наслідковими стрілками від генів до фенотипових ефектів, близьких та далеких.

Додатковим фактом, надто важливим на практиці, щоб вважати його випадковим, але недостатньо необхідним у теорії, щоб визнати його незмінним, є те, що ці причинно-наслідкові стрілки переплелися разом. Реплікатори більше не розсіяні вільно в морі, а упаковані у величезні колонії — окремі організми. А фенотипові ефекти, замість того, щоб рівномірно поширюватися по всьому світі, досить часто замкнулися в тих самих організмах. Але тоді існування окремого організму, такого знаного нам на нашій планеті, було зовсім не обов'язковим. Єдиним об'єктом, що насамперед має існувати з метою виникнення життя будь-де у Всесвіті, є безсмертний реплікатор.

ЕПІЛОГ ДО 40-ГО ЮВІЛЕЙНОГО ВИДАННЯ

На відміну від політиків, учені цілком можуть отримувати втіху від того, що помиляються. Це саме політиків, які сьогодні кажуть одне, а завтра інше, називають «пустобрехами». Тоні Блер колись уголос нахвалявся, що «не вмикав задню». Вченим же загалом подобається бачити підтвердження своїх ідей, але періодичне задкування у них теж заслуговує на повагу, особливо якщо вони гречно за нього перепросять. Принаймні я ніколи не чув, щоби пустобрехом називали саме ученого.

Певним чином я б хотів якось перепросити за основну ідею книги «Егоїстичний ген». У світі геноміки дуже швидко відбувається стільки дивовижних подій, що через сорок років після свого виходу книга зі словом «ген» на обкладинці здається майже приреченою (навіть провокуючою) на її радикальний перегляд, якщо взагалі не повне списання з рашунків. Так воно могло й бути, якби слово «ген» у цій книзі не використовувалося в особливому сенсі, прив'язаному радше до еволюції, ніж до ембріології. Щодо свого визначення я згідний із Джорджем К. Вільямсом, одним із визначних героїв цієї книги, який вже пішов від нас, як і Джон Мейнард Сміт та Білл Гамільтон: «Ген визначається як будь-яка частина хромосомного матеріалу, потенційно здатна існувати протягом достатньої кількості поколінь, аби служити одиницею природного добору». Я лише підштовхнув його до дещо жартівливого висновку: «Щоби бути точним, цю книгу слід було назвати... "Дещо егоїстична велика ділянка хромосоми та ще більш егоїстична маленька ділянка хромосоми"». На відміну від інтересу ембріологів до впливу генів на фенотипи, ми маємо тут неодарвіністський інтерес до

змін частоти одиниць у популяціях. Цими одиницями є гени у вільямсовському сенсі (пізніше Вільямс назвав цей сенс «кодексом»). Гени можна порахувати, причому їхня частота є мірилом їхнього успіху. Однією з основних ідей цієї книги є те, що окремий організм не має такої властивості. Організм має частоту, що дорівнює один, а тому не може «служити одиницею природного добору». Принаймні, не в тому самому сенсі, що *реплікатор*. Якщо організм все ж таки служить одиницею природного добору, то дещо в іншому сенсі «носія» генів. Мірилом його успіху є частота його генів у майбутніх поколіннях, а параметром, який він прагне максимізувати, є те, що Гамільтон визначає як «сукупну пристосованість».

Той чи інший ген досягає свого чисельного успіху в популяції завдяки своїм (фенотиповим) ефектам на окремі організми. Успішний ген представлений у багатьох організмах тривалий час. Він допомагає цим організмам прожити достатньо довго, аби розмножитись у середовищі. Але середовище насправді означає не просто зовнішнє оточення організму — дерева, воду, хижаків тощо — але й внутрішнє, особливо інші гени, з якими егоїстичний ген ділить послідовність організмів у популяції та в наступних поколіннях. Отже, виходить, що природний добір сприяє генам, які процвітають у товаристві інших генів у популяції, що розмножується. По суті, в сенсі, який пропагує ця книга, гени «егоїстичні». Вони також *кооперативні* щодо інших генів, з якими поділяють не лише певний організм, але й організми загалом, що виникли завдяки генофондові виду. Популяція зі статевим розмноженням — це об'єднання взаємосумісних, кооперативних генів, що співпрацюють сьогодні, бо були успішними, а також співпрацюють протягом багатьох поколінь подібних організмів у минулому. Тут важливо збагнути (бо часто цього не розуміють), що добір сприяє співпраці не через те, що якась група генів природним

чином відбирається як ціле, а тому, що певні гени окремо добираються на тлі інших генів, які трапляються в організмі, а це означає наявність інших генів у генофонді виду. Тобто, у фонді, з якого бере зразок своїх генів будь-який представник виду зі статевим розмноженням. Гени конкретного виду (але не іншого) постійно зустрічаються між собою (та співпрацюють між собою) у послідовності організмів.

Ми й досі не зовсім розуміємо, що саме зумовило появу статевого розмноження. Але його наслідком стала ідея про *вид* як про середовище існування співпрацюючих об'єднань взаємосумісних генів. Як пояснюється в розділі, що називається «Довга рука гена», ключем до співпраці є те, що в кожному поколінні всі гени організму мають той самий «вузькогорлий» шлях виходу в майбутнє: сперматозоїди чи яйцеклітини, в яких вони прагнуть вирушити до наступного покоління. Для цієї книги цілком підійшла би назва «Коперативний ген», і її суть від того ніскільки би не змінилася. Гадаю, що це б лише дозволило уникнути всієї почутої мною несправедливої критики.

Іншою непоганою назвою могла би стати така — «Безсмертний ген». Окрім більшої поетичності, слово «безсмертний» увібрало в себе основну частину міркувань цієї книги. Для еволюції завдяки природному доборові надзвичайно важлива висока точність копіювання ДНК — мала кількість мутацій. Висока точність означає, що гени (у формі точних інформаційних копій) можуть жити протягом мільйонів років. Це стосується успішних генів. Неуспішні ж, за визначенням, до цього не здатні. Якби потенційна тривалість життя частинки генетичної інформації була короткою за будь-яких обставин, різниця не мала би великого значення. Якщо поглянути на це під іншим кутом зору, то кожен живий індивід створюється під час ембріонального розвитку генами, які можуть простежити за своїми

предками крізь дуже велику кількість поколінь, у неймовірній кількості індивідів. Сучасні тварини успадкували гени, які допомогли вижити величезній кількості їхніх предків. Саме тому сучасні тварини мають усе потрібне для виживання (та розмноження). Що саме для цього потрібне, залежить від конкретного виду тварин — хижак це чи жертва, паразит чи господар, пристосований до водного чи наземного способу життя, підземного чи у лісовій підстилці — але загальне правило однакове для всіх.

Основна думка цієї книги опрацьована моїм великим другом Біллом Гамільтоном, від смерті якого я досі не оговтався. Від тварин можна очікувати турботи не лише щодо їхніх власних дітей, але й щодо інших генетичних родичів. Простим способом це висловити (і моїм улюбленим) є так зване «правило Гамільтона»: ген альтруїзму пошириться, якщо витрати для альтруїста (C) менші за вартість тієї користі, яку хтось інший отримає собі (B), знецінену коефіцієнтом спорідненості (r) між ними. r — це будь-яке відносне число від 0 до 1. Для однойцевих близнюків воно становить 1; для потомства, рідних братів чи сестер — 0,5; для онуків, напіврідних та племінників — 0,25; для двоюрідних — 0,125. Але коли воно дорівнює нулю? Що означає за цією шкалою нуль? Це важко зрозуміти, але це важливий момент, що не був повністю розглянутий у першому виданні «Егоїстичного гена». Нуль *не* означає, що два індивіди позбавлені спільних генів. Адже всі люди мають понад 99 % спільних генів одні з одними, понад 90 % спільних генів з мишею та три чверті спільних генів із рибою. Такі високі відсотки збивають із пантелику багатьох людей (включно з деякими відомими вченими), змушуючи їх неправильно зрозуміти суть родинного добору. Але ці цифри не є тим, що розуміється під r . Скажімо, там, де r дорівнює 0,5 для мого брата, воно дорівнює нулю для *випадкового члена фонові*

популяції, з яким я можу конкурувати. З метою узагальнення еволюції альтруїзму, r між двоюрідними братами чи сестрами дорівнює 0,125 лише порівняно з референтною фоновою популяцією ($r = 0$), котрою є решта популяції, до якої потенційно міг би бути виявлений альтруїзм: конкуренти за їжу та життєвий простір, попутники крізь час у середовищі виду. Значення 0,5 (0,125 тощо) відноситься до *годаткової* спорідненості, вищої, ніж у фонової популяції, спорідненість якої наближається до нуля.

У вільямсовському сенсі, гени — це те, що можна порахувати з плином поколінь, причому їхня молекулярна природа не має жодного значення. Наприклад, не має значення, що вони розщеплюються на низку «ексонів» (чітко визначених), розділених переважно інертними «інтронами» (ігнорованими обчислювальною апаратурою). Молекулярна геноміка — захоплюючий предмет, але вона не надто відповідає «розумінню еволюції з погляду гена», що є основною темою цієї книги. Тобто, «Егоїстичний ген», цілком можливо, є точним описом життя на інших планетах, навіть якщо гени на цих інших планетах не мають жодного відношення до ДНК. Тим не менш, є способи, якими особливості сучасної молекулярної генетики, детальне вивчення ДНК, можна зібрати в ідею розуміння з позиції гена, і виявиться, що вони обстоюють такий погляд на життя, а не заперечують його. Я розгляну це після начебто радикальної зміни теми, починаючи зі специфічного запитання, яке точно здатне замінити собою цілу чималу кількість подібних.

Наскільки близько ви споріднені з королевою Єлизаветою II? Особисто я випадково довідався, що є її шістнадцятиюрідним братом з різницею у два покоління. Нашим спільним предком був Річард Плантагенет, третій герцог Йоркський (1412—1460). Одним із синів Річарда був король Едуард IV, від якого й походить королева Єлизавета. Іншим сином був

Джордж, герцог Кларенс (подейкують, що його втопили у діжці мальвазії), від якого походжу я. Ви можете цього й не знати, але ви, дуже ймовірно, ближчий родич британській королеві, ніж шістнадцятиюрідний брат (тобто я) та, скажімо, якийсь поштар. Адже існує стільки різних можливостей бути чийось далеким родичем, і ми всі споріднені між собою завдяки їм. Я знаю, що є тринадцятиюрідним братом моєї дружини з різницею у два покоління (спільний предок Джордж Гастінгс, перший граф Гантінгдон, 1488—1544). Але цілком імовірно, що я є її більш близьким родичем завдяки іншим нез'ясованим можливостям (різного роду зв'язки через наших предків), і абсолютно певно, що, розглянувши інакші шляхи родичання, я виявлюся її більш далеким родичем. Це справедливо для всіх нас. Ви з королевою можете одночасно бути десятиюрідними родичами через шість поколінь, двадцятиюрідними через чотири покоління та чотирнадцятиюрідними через вісім поколінь. Всі ми, незалежно від місця проживання, є не просто родичами. Ми є родичами завдяки сотні різних можливостей. Інакше кажучи, ми всі є членами фоновієї популяції, серед яких коефіцієнт спорідненості r наближається до нуля. Я міг би розрахувати r між мною та королевою, використовуючи один шлях, для якого є дані, але цей коефіцієнт спорідненості, за визначенням, був би настільки близьким до нуля, що не мав би жодного значення.

Причиною всього цього дивовижного різноманіття родинних зв'язків є статеве розмноження. Ми маємо двох батьків, чотирьох дідусів та бабусь, вісьмох прадідусів та прабабусь і т. д., до просто-таки астрономічних цифр. Якщо ви продовжите множити на два аж до часів Вільгельма Завойовника, то кількість ваших предків (а також моїх, королеви та поштаря) сягне не менше мільярда, що більше за тогочасне населення всього світу. Самі ці розрахунки доводять, що, звідки би ви не були родом, ми маємо багато

спільних предків (зрештою, всіх, якщо заглибитися в історію достатньо далеко) і є родичами одне одному через багато й багато поколінь.

Вся ця складність зникає, якщо поглянути на родинні зв'язки з погляду гена (який обстоюється різним чином протягом усієї цієї книги), а не з позиції певного організму (як було визнано серед біологів). Досить цікавитися, в якому ступені я споріднений зі своєю дружиною (поштарем, королевою). Натомість, поставте це запитання з погляду певного гена, скажімо, мого гена блакитних очей: «Наскільки мій ген блакитних очей споріднений із геном блакитних очей поштаря?» Візьмемо такий поліморфізм, як групи крові АВО, які походять із глибин історії і були спільними ще у людиноподібних мавп та навіть зовсім примітивних мавпочок. Так от, ген групи крові А людини вважає еквівалентний ген шимпанзе більш близьким родичем, аніж ген групи крові В людини. Якщо взяти ген *SRY* на *Y*-хромосомі, який визначає чоловічу стать, то мій ген *SRY* «вважає» своїм більш близьким родичем ген *SRY* кенгуру.

Або можна поглянути на спорідненість із погляду мітохондрій. Мітохондрії — це крихітні тільця, яких повно в усіх наших клітинах, надзвичайно важливі для нашого виживання. Вони розмножуються нестатевим шляхом і зберігають рештки своїх власних геномів (є далекими нащадками вільноживучих, не паразитичних бактерій). За визначенням Вільямса, мітохондріальний геном можна розглядати як окремий «ген». Ми отримуємо наші мітохондрії виключно від матері. Тому якщо ми зараз запитаємо, наскільки близькими є родинні зв'язки ваших мітохондрій із мітохондріями королеви, відповідь буде одна-єдина. Ми не знаємо, якою саме буде ця відповідь, але точно знаємо, що королівські та ваші мітохондрії є родичами лише завдяки одній можливості, а не сотні, як це виглядає щодо цілого організму. Простежте свій

родовід на багато поколінь назад, але завжди лише по материнській лінії, і ви підете за однією-єдиною тонкою (мітохондріальною) ниткою, на противагу постійно розгалуженій «генеалогії всього організму». Зробіть те саме для королеви, йдучи за її вузькою материнською ниточкою крізь покоління назад. Колись обидві ці ниточки перетнуться, і тоді, лише полічивши покоління уздовж них, ви зможете легко вирахувати ваш мітохондріальний родинний зв'язок із монаршою особою.

Те, що можна зробити для мітохондрій, загалом можна зробити для будь-якого гена, і це пояснює різницю між поглядом гена та організму. З позиції цілого організму ви маєте двох батьків, чотирьох дідусів та бабусь, вісьмох прадідусів та прабабусь тощо. Але, подібно до мітохондрії, кожен ген має лише одну матір, одну бабусю, одну прабабусю тощо. Я маю один ген блакитних очей, а королева має два. В принципі, ми могли би простежити крізь покоління та виявити родинні зв'язки між моїм геном блакитних очей та кожним із двох генів королеви. Спільний предок наших двох генів називається «точкою поєднання». Аналіз поєднання став успішною і дуже захоплюючою гілкою генетики. Чи не правда, що думки, викладені у цій книзі, вельми суголосні з «поглядом гена»? Ми більше не говоримо про альтруїзм. Погляд з точки зору гена розширює розуміння альтруїзму, у цьому випадку враховуючи родовід.

Можна навіть дослідити точку злиття між двома аелями в певному організмі. Принц Чарльз має блакитні очі, і ми можемо припустити, що він має пару протилежних аелів блакитних очей на хромосомі 15. Наскільки близько споріднені між собою два гени блакитних очей принца Чарльза, один від його батька, а інший від матері? Щодо цього, ми знаємо одну можливу відповідь лише тому, що родовід королів документується інакше, ніж більшості з нас. Королева Вікто-

рія мала блакитні очі, і принц Чарльз є нащадком Вікторії завдяки двом шляхам: через короля Едуарда VII з боку матері та через принцесу Алісу Гессенську з боку батька. Існує 50-відсоткова ймовірність, що один із генів блакитних очей Вікторії відшарував дві копії самого себе, одна з яких перейшла до її сина Едуарда VII, а інша — до її доньки принцеси Аліси. Подальші копії генів цих двох рідних людей могли легко передатися крізь покоління королеві Єлизаветі II з одного боку та принцу Філіпові з другого, після чого вони возз'єднались у принца Чарльза. Це би означало, що точкою «злиття» двох генів Чарльза була Вікторія. Ми не знаємо (не можемо цього знати), чи справді це так для генів блакитних очей Чарльза. Але, що стосується статистики, цілком справедливо, що багато пар його генів поєднуються саме у Вікторії. Те ж саме можна сказати й про пари ваших та моїх генів. Навіть якщо не мати перед собою детального родоводу принца Чарльза, будь-яку пару ваших генів зрештою можна прослідкувати до їхнього спільного предка, точки поєднання, в якій вони «відшарувались» від того самого батьківського гена.

А тепер дещо цікаве. Хоча я не можу точно встановити точку поєднання будь-якої конкретної аельної пари моїх генів, генетики загалом можуть взяти всі пари генів будь-якого індивіда та, врахувавши всі можливі шляхи крізь минуле (насправді не всі, бо їх надто багато, а їхню статистичну вибірку), вивести схему поєднання для цілого генома. Генг Лі та Річард Дурбін з Інституту Сенгера в Кембриджі збагнули дивовижну річ: схема злиття пар генів у геномі окремого індивіда дає нам достатньо інформації для відновлення демографічних деталей щодо датованих моментів у передісторії цілого виду.

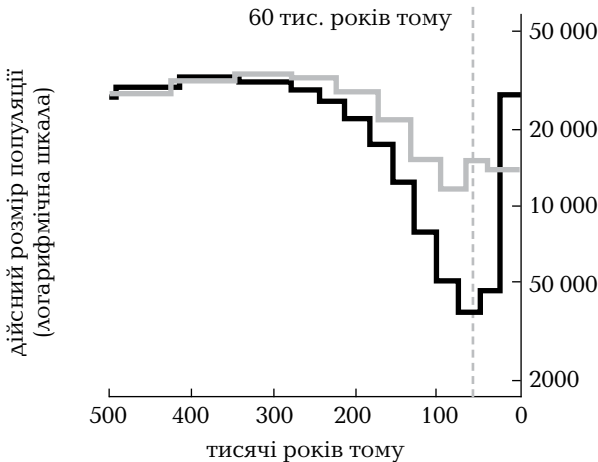
У нашому розгляді злиття двох пар генів, однієї від батька, а іншої від матері, слово «ген» означає дещо мінливіше, ніж зазвичай використовують молекулярні біологи. Тобто,

Йдеться про те, що генетики злиття повернулися до чогось трохи схожого на мої слова про «дещо егоїстичну велику ділянку хромосоми та ще більш егоїстичну маленьку ділянку хромосоми». Аналізом злиття є вивчення ділянок ДНК, які можуть бути більшими чи навіть меншими за уявлення молекулярних біологів про окремий ген, але які однак можуть вважатися родичами, що «відшарувалися» від спільного предка кілька точно визначених поколінь тому.

Коли той чи інший ген (у цьому сенсі) «відшаровує» дві свої копії та дає по одній із них кожному з двох дітей, нащадки цих двох копій можуть із часом накопичити відмінності через різного роду мутації. Ці відмінності можуть проходити «повз радар» у тому сенсі, що вони не проявляються як фенотипові ефекти. Мутантні відмінності між копіями генів пропорційні часу, що минув з моменту розщеплення, і біологи чудово використовують цей факт у разі довготривалого часового проміжку у так званому «молекулярному годиннику». Більш того, пари генів, родинні зв'язки яких ми вираховуємо, не мають потреби в однакових фенотипових ефектах. Я маю один ген блакитних очей від мого батька в парі з одним геном карих очей від моєї матері. Хоча ці гени різні, навіть вони повинні мати точку злиття десь у минулому: момент, коли конкретний ген спільного предка обох моїх батьків відшарував одну копію для однієї дитини, а іншу — для її брата чи сестри. Це злиття (на відміну від двох копій гена блакитних очей королеви Вікторії) відбулося давно, і ця пара генів мала багато часу, щоб накопичити відмінності, не останньою з яких є різниця в кольорі очей, яку вони визначають.

Як я вже казав, за допомогою схеми злиття в межах генома одного індивіда можна відновити деталі демографічної передісторії. Для цього підійде геном будь-якого індивіда. Так сталося, що я є одним із тих людей у світі, хто повністю

прослідкував послідовність свого геному. Це було зроблено для телепередачі під назвою «Секс, смерть та значення життя», яку я представляв на «Ченнел 4» у 2012 році. Ян Вонг, мій співавтор по книзі «Розповідь предка», від якого я дізнався про все, що знаю про теорію злиття та ще багато іншого, скористався нагодою та провів необхідні розрахунки у стилі Лі/Дурбіна, використовуючи виключно мій геном, щоб зробити висновки про людську історію. Він виявив велику кількість злиттів приблизно 60 тис. років тому. Це наводить на думку, що популяція, в якій мешкали мої предки 60 тис. років тому, була маленькою. Людей там було небагато, тому ймовірність злиття пари сучасних генів в єдиного предка тих часів доволі висока. 300 тис. років тому злиттів було менше, що вказує на те, що дійсний розмір популяції був більшим. Ці цифри можна представити у вигляді графіка дійсного розміру популяції протягом часу. Пропоную вашій увазі схему, яку він вивів, причому таку саму схему автори цієї методики очікують отримати від будь-якого європейського геному.



З книги Р. Докінза та Я. Вонга «Розповідь предка», 2-ге видання, 2006. Схема Я. Вонга

Чорною лінією зображені оцінки дійсного розміру популяції в різні часові періоди історії, виходячи з мого генома (злиттів між генами від мого батька та моєї матері). Вона показує, що приблизно 60 тис. років тому фактичний розмір популяції моїх предків різко зменшився. Сірою лінією зображено еквівалентну схему, виведену з генома якогось нігерійця. Вона також показує зменшення популяції приблизно в той самий час, але менш різке. Можливо, що лихо, яке спричинило це, в Африці було менш страшним, ніж у Євразії.

Між іншим (до того, як я почав учитися в нього більше, ніж він навчився у мене), Ян був моїм студентом на останньому курсі Нового коледжу в Оксфорді. Потім він став аспірантом Алана Графена, що його я теж навчав на останньому курсі, після чого він став моїм аспірантом. Його я тепер можу назвати моїм наставником. Таким чином, Ян є моїм студентом у першому та другому поколінні — точний меметичний аналог ідеї, яку я сформулював раніше про безліч шляхів нашої спорідненості — хоча поширення культурної спадщини більш складне, ніж має на увазі це формулювання.

Підіб'ємо підсумки. Погляд на життя очима гена, тобто, основна тема цієї книги, висвітлює не просто еволюцію альтруїзму та егоїзму, як про це йшлося у попередніх виданнях. Він також висвітлює глибоке минуле завдяки шляхам, про які я навіть не підозрював, коли починав писати «Егоїстичний ген», і які більш повно викладені у відповідних розділах (написаних здебільшого моїм співавтором Яном) другого видання книги «Розповідь предка» (2016). Цей погляд очима гена настільки потужний, що генома окремого індивіда достатньо для отримання детальних висновків про історичну демографію. На що ще він може бути придатний? Як віщує порівняння з геномом нігерійця, майбутній аналіз індивідів із різних частин світу може надати цим демографічним сигналам з минулого географічний вимір.

Чи може погляд очима гена сягнути у далеке минуле ще якимось чином? У деяких моїх книгах розглядається ідея, яку я назвав «Генетичною книгою мертвих». Генофонд будь-якого виду є об'єднанням генів, що надають одне одному взаємну підтримку і які вижили в конкурентному середовищі минулого, як далекого, так і нещодавнього. Це робить його певним чином негативним відбитком цих середовищ. Достатньо обізнаний генетик має вміти прочитати з генома тварини особливості середовищ, де виживали її предки. Зрештою, ДНК крота *Talpa europaea* мало б говорити про підземний світ, світ сирієї підземельної темряви із запахами черв'яків, прілого листя та личинок жуків. ДНК одnogорбого верблюда *Camelus dromedarius*, якби ми зуміли його прочитати, представило би кодований опис предков'ячних пустель, пилових бур, дюн та спраги. ДНК звичайного пляшконосого дельфіна *Tursiops truncatus* говорить мовою, яку ми одного дня, можливо, розшифруємо так: «відкрите море, швидко переслідує рибу, стережися китів-убивць». Але ДНК того самого дельфіна містить і розділи про давніші світи, в яких також виживали його гени: зокрема, на суходолі, коли їхні предки уникали зубів тиранозаврів та алозаврів достатньо довго, аби розмножитися. А крім того, частини цього ДНК безумовно містять описи більш давніх умов виживання, вже в морі, коли предки генів були рибами, що їх переслідували акули, та навіть евриптерідами (гігантськими морськими скорпіонами). Детальне дослідження такої «Генетичної книги мертвих» — справа майбутнього. Можливо, воно прикрасить собою епілог п'ятдесятого ювілейного видання книги «Егоїстичний ген»?

ПРИМІТКИ

Ці примітки стосуються лише одинадцяти перших розділів. В основному тексті кожна примітка позначена зірочкою.

1. НАВІЩО ЖИВУТЬ ЛЮДИ?

с. 32. ...всі спроби відповісти на це запитання до 1859 року нічого не варті...

Деяких людей, навіть нерелігійних, образила ця цитата з Сімпсона. Я згоден, що, коли ви читаете її вперше, вона здається напрочуд міщанською, брутальною та нетактовною, трохи схожою на фразу Генрі Форда: «Історія — це, так чи інак, дурниці». Але, не вдаючися до релігійних відповідей (я знаю їх, тож не переймайтесь), якщо вам справді доведеться замислитися над додарвінівськими відповідями на запитання: «Що таке людина?», «Чи існує сенс життя?», «Для чого ми живемо?», то чи зможете ви, власне кажучи, згадати хоч якусь із них, що й досі варта чогось, окрім (хай і суттєвого) історичного інтересу? Є такий феномен, як абсолютно неправильні уявлення, і саме такими помилковими були всі відповіді на ці запитання до 1859 року.

с. 34. Вона не є захистом певної моралі, що ґрунтується на еволюції.

Час від часу критики помилково сприймають книгу «Егоїстичний ген» як намагання представити егоїзм певним принципом, за яким ми маємо жити! Інші (можливо тому, що читають у книзі лише назву або ніколи не заглиблюються далі перших двох сторінок) приписують мені слова про те, що, подобається нам це чи ні, егоїзм та інші неприємні речі є невіддільною частиною нашої природи. Такої помилки легко припустити, якщо вважати (як, схоже,

з нез'ясовних причин робить багато людей), що генетична «визначеність» є чимось вічним — абсолютним і незмінним. По суті, гени «визначають» поведінку лише в статистичному сенсі (див. також с. 80—84). Чудовою аналогією є широко відоме узагальнення, що «червоний і не захищений захід сонця — це на ясну й вітряну погоду». Може бути статистичним фактом, що гарний червоний захід сонця віщує на завтра чудовий день, але ми би не поставили на це велику суму грошей. Бо добре знаємо, що на погоду дуже складним чином впливають багато різних факторів. Жоден прогноз погоди не застрахований від помилок. Це лише статистичне передбачення. Ми ж не переконані, що чудова погода наступного дня незмінно визначається червоними заходами сонця? Тож чому ми маємо вважати, що щось незмінно визначається генами? Немає жодних перепон для того, щоб змінити дію генів іншими впливами. Детальний розгляд «генетичного детермінізму» та причин виникнення пов'язаних із ним непорозумінь див. у 2-му розділі книги «Розширений фенотип», а також у моїй роботі «Соціобіологія: Нова буря у чашці чаю». Мене навіть звинуватили у тому, що я запевняв, наче всі людські істоти є за своєю суттю чиказькими гангстерами! Але підставою для моєї аналогії з гангстером (с. 34) було, звичайно, що:

Знання про те, в якому світі людина досягла успіхів, де що пояснює вам про цю людину. Це не пов'язано з конкретними якостями чиказьких гангстерів. Так само я міг би скористатись аналогією людини, яка досягла висот у англіканській церкві або була стала членом відомого наукового клубу «Атенеум». У будь-якому разі об'єктом моєї аналогії були не люди, а гени.

Ці та інші надто буквальні непорозуміння я розглядаю у своїй статті «На захист егоїстичних генів», з якої наводиться цитата.

Мушу додати, що періодичні політичні відступи у цьому розділі змусили мене почуватися трохи ніяково, коли я взявся перечитувати його в 1989 році. Фраза «Скільки про це [потребу обмежити егоїстичну жадобу, аби запобігти вимиранню всієї групи] нещодавно говорилося представникам робітничого класу Британії» (с. 42) більше пасувала б якомусь торі! В 1975 році, коли вона була написана, уряд соціалістів, обранню якого я сприяв, відчайдушно протистояв 23-відсотковій інфляції і явно був стурбований вимогами підвищення зарплат. Моя ремарка могла бути взята з виступу будь-якого міністра праці того часу. Тепер, коли Британія має уряд нових правих, які возвели скнарність та егоїзм у статус ідеології, мої слова, схоже, стали асоціюватися з певними неприємними речами, про що я шкодую. Не те, що я відмовляюся від цих слів. Егоїстична непередбачливість все ще має небажані наслідки, які я згадував. Але зараз, шукаючи приклади егоїстичної недалекозорості в Британії, не слід було би дивитися, в першу чергу, на робітничий клас. Зрештою, мабуть, найкраще було би взагалі не обтяжувати наукову роботу політичними зауваженнями, оскільки вони надзвичайно швидко втрачають актуальність. Так, праці політично активних учених 1930-х років (наприклад, Дж. Б. С. Холдейна та Ланселота Гогбена) сьогодні суттєво псують їхні мало кому вже зрозумілі дотепи.

с. 38. ...можливо, що, з'їдаючи голову самця, самиця тільки покращує його статево продуктивність.

Вперше я почув цей дивний факт про самців комах з дослідницької лекції одного з моїх колег про волохокрильців.

Він сказав, що хотів би розводити волохокрильців у неволі, але, як не намагався, не зумів змусити їх спаровуватися. Тоді професор ентомології з переднього ряду прогарчав, немов це було найочевиднішим недоглядом: «А ви не пробували відрізати їм голови?»

с. 46. ...основною одиницею добору, а отже, егоїзму, є не вид, не група, і навіть, якщо уважно розглянути, не індивід. Насправді це ген...

З часу написання свого маніфесту генного добору я змінив думку щодо можливості існування певного добору вищого рівня, що періодично спрацьовує на довгому шляху еволюції. Додам також, що, коли йдеться «вищого рівня», я не маю на увазі щось на зразок «групового добору». Я говорю про щось значно тонше та значно цікавіше. Сьогодні я відчуваю, що не лише деякі окремі організми виживають краще за інших, але й цілі класи організмів можуть *еволюціонувати* краще за інших. Звичайно, еволюціонування, про яке ми тут говоримо, є все тією ж старою доброю еволюцією, якій слугує добір генів. Він все ще сприяє мутаціям через їхній вплив на виживання та репродуктивний успіх індивідів. Але велика нова мутація в базовому плані ембріонального розвитку може також відкрити нові шляхи для еволюції в усіх напрямках протягом наступних мільйонів років. Цілоком може існувати якийсь добір вищого рівня для ембріонального розвитку, що піддається еволюції, — добір на користь здатності до еволюції. Такий добір може навіть бути кумулятивним, а отже, прогресивним, інакшим чином, аніж груповий добір. Про ці ідеї йдеться в моїй статті «Еволюція здатності до еволюції», яка значною мірою нав'язана іграми зі «Сліпим годинником» — комп'ютерною програмою, що моделює різні аспекти еволюції.

2. РЕПЛІКАТОРИ

с. 50. Сподіваюсь, що мій спрощений опис [походження життя] не надто далеко відбіг від істини.

Існує багато теорій про походження життя. Замість того, щоб продиратися крізь них у книзі «Егоїстичний ген», я вибрав лише одну для ілюстрації своєї основної ідеї. Проте мені не хотілося б створити у вас враження, що ця теорія була єдиним серйозним кандидатом чи навіть найкращим. Фактично, в книзі «Сліпий годинникар» я навмисно вибрав з тією самою метою іншу теорію, гіпотезу шматочків глини А. Дж. Кернса-Сміта. І в жодній книзі я не зациклююся на певній вибраній гіпотезі. Якщо я напишу ще одну книгу, то, мабуть, скористаюсь можливістю спробувати пояснити інший погляд, а саме німецького математичного хіміка Манфреда Ейгена та його колег. Мене завжди, в першу чергу, цікавлять фундаментальні властивості, що мають лежати в основі будь-якої серйозної теорії про походження життя на будь-якій планеті, особливо ідея самореплікуючих генетичних одиниць.

с. 53. «Ось Діва в утробі зачне і Сина народить...»

Кілька стурбованих дописувачів беруть під сумнів неправильний переклад у біблійному пророцтві слів «молода жінка» як «діва» та зажадали від мене відповіді. Образа почуттів віруючих у наші дні є справою ризикованою, тому мені краще зробити їм таку ласку. Насправді ж для мене це — задоволення, бо вченим не часто вдається досхочу попорпатися в бібліотеці, розважаючись справжніми академічними примітками. По суті, цей момент добре відомий знавцям Біблії і не викликає у них заперечень. У книзі пророка Ісаї значиться єврейське слово *אִלְמָה* (*альма*), яке беззаперечно означає «молода жінка», без жодного натяку на незайманість. Якби йшлося про діву, можна було би використати

замість нього слово $\beta\eta\lambda\eta$ (бетула). Те, як легко можна зісковзнути з одного значення на інше, ілюструє двозначне слово «дівця». «Мутація» тут відбулася, коли в дохристиянському грецькому перекладі, відомому як Септуагінта, *альма* було передано словом $\mu\alpha\rho\theta\epsilon\upsilon\omicron\varsigma$ (*партенос*), що дійсно зазвичай означає «дівка». Матвій (звісно ж, ніякий не апостол та сучасник Ісуса, а автор Євангелія, написаного багато років потому), процитував Ісаю в тому, що здається похідним від версії Септуагінти (всі, крім двох із п'ятнадцяти грецьких слів ідентичні), коли сказав: «А все оце сталося, щоб збулося сказане пророком від Господа, який провіщає: «Ось Дівка в утробі зачне, і Сина породить, і назвуть Його Йменням Еммануїл»». Серед дослідників християнського вчення поширена думка, що історія про непорочне зачаття Ісуса була більш пізньою вставкою, зробленою, вочевидь, грецькомовними послідовниками з метою, щоб (неправильно перекладене) пророцтво здавалося здійсненим. Сучасні версії, на кшталт «Нової англійської Біблії» вже правильно передають пророцтво Ісаї словами «молода жінка». Однак не менш правильно вони залишають «дівка» в Євангелії від Матвія, оскільки перекладають його з грецької мови.

с. 57. Тепер вони зібралися у величезні колонії, перебувають у безпеці всередині велетенських незграбних роботів...

Цей яскравий пасаж (рідкісна, доволі-таки рідкісна ласка) цитували всі, кому не лінки, радісно доводячи ним мій затятий «генетичний детермінізм». Почасті проблема полягає в популярних, але помилкових асоціаціях зі словом «робот». Ми живемо в золотий вік електроніки, коли роботи більше не є негнучкими в своїх діях бовванами, а здатні до навчання, мислення та творчості. За іронією долі, навіть у далекому 1920 році, коли Карел Чапек вигадав це слово, «роботи» були механічними створіннями, що поступово

переймали людські почуття, наприклад, закоханість. Ті, хто вважає, що роботи, за своєю суттю, більш «детерміністичні», ніж людські істоти, помиляються (якщо тільки вони не релігійні, бо тоді вони можуть щиро вірити, що люди мають якийсь Божий дар свободи волі, в якому відмовили простим машинам). Якщо ж, подібно до більшості критиків мого пасажу про «незграбних роботів», ви не є віруючими, тоді спробуйте відповісти на таке запитання: «Ким же ви себе вважаєте, якщо не роботом, хай навіть і дуже складним?» Все це я розглядаю в книзі «Розширений фенотип».

Ця помилка була викликана ще однією промовистою «мутацією». Так само, як виглядало теологічно виправданим, аби Ісус народився від діви, так само здається демонологічно необхідним, щоби будь-який «генетичний детермініст», вартий своєї назви, вірив, що гени «контролюють» кожен аспект нашої поведінки. Я написав про генетичні реплікатори так: «вони створили нас, наше тіло та розум» (с. 57). Але це добряче перекрутили (наприклад, у книзі «Не в наших генах» Роуза, Каміна та Левонтіна, а ще раніше в науковій статті Левонтіна, як «[вони] *контролюють* нас, наше тіло та розум» (курсив мій). Думаю, з контексту мого розділу очевидно, що я мав на увазі під словом «створили», і це аж ніяк не «контролюють». Власне кажучи, будь-хто зрозуміє, що гени не контролюють власні створіння в суворому сенсі, критикованому як «детермінізм». Адже ми без жодних зусиль (ну, майже) ігноруємо їх щоразу, коли використовуємо засоби контрацепції.

3. БЕЗСМЕРТНІ СПІРАЛІ

с. 62. ...розмежувати внесок одного з генів майже неможливо.

Тут, а також на сторінках 145—148, наведена моя відповідь критикам генетичного «атомізму». У буквальному зна-

ченні слова, це навіть не відповідь, а радше гра на випередження, оскільки критика з'явиться пізніше! Шкода, що доведеться процитувати самого себе настільки повно, але мене непокоїть думка, що потрібні місця з «Егоїстичного гена» можна випадково пропустити! Наприклад, у розділі «Турботливі групи та егоїстичні гени» (книги «Великий палець панди») С. Дж. Гулд стверджує:

Немає жодних генів таких чітко виражених морфологічних ознак, як ваша ліва колінна чашечка чи ваш ніготь. Організми не можна розкласти на частини, кожна з яких створена окремим геном. У створенні більшості частин організму задіяні сотні генів...

Гулд написав це як критику «Егоїстичного гена». А тепер подивіться на мої точні слова (с. 62):

Створення організму є спільним підприємством, та й ще настільки заплутаним, що розмежувати внесок одного з генів майже неможливо. Один ген впливає на зовсім різні частини тіла, а на певну частину тіла діють багато генів, і ефект гії будь-якого одного гена залежить від взаємодії з багатьма іншими.

І ще раз (с. 80):

Якими б незалежними і вільними не були гени у своїй мандрівці крізь покоління, вони аж ніяк не є вільними та незалежними агентами контролю ембріонального розвитку. Вони заплутано і вкрай непросто співпрацюють та взаємодіють не лише між собою, але й зі своїм зовнішнім середовищем. Вирази на зразок «ген довгих ніг» або «ген альтруїстичної поведінки» є зручними

фігурами мови, але важливо пам'ятати, що вони означають. Не існує такого гена, що сам-один створює ногу, довгу чи коротку. Створення ноги є кооперативним підприємством, де задіяно багато генів. Впливи зовнішнього середовища також необхідні: зрештою, ноги створюються з їжі! Проте цілком може виявитися один такий ген, що за інших однакових умов здатен зробити ноги довшими, ніж вони були би під впливом його алеля.

Я розвинув цю думку в наступному параграфі за допомогою аналогії з впливом добрива на ріст пшениці. Дуже схоже на те, що Гулд заздалегідь був настільки впевненим у моєму наївному атомізмі, що пропустив великі фрагменти, де я висловив ту саму думку про взаємодію, на якій він пізніше наполягав.

Гулд продовжує:

Докінзу знадобиться ще одна метафора: генів, що проводять збори, створюють союзи, демонструють шанобливе ставлення до можливості приєднатись до якогось пакту, оцінюють можливі середовища.

У своїй аналогії з веслуванням (с. 145—147) я вже зробив саме те, що пізніше рекомендував Гулд. Подивіться на цей уривок, і ви також побачите, чому Гулд, хоча ми з ним багато в чому згодні, неправий, стверджуючи, що природний добір «приймає або відхиляє цілі організми, бо набори частин, які взаємодіють між собою складним чином, дають переваги». Справжнє пояснення «кооперативності» генів є таким:

Гени добираються не тому, що вони «гарні» самі по собі, а тому, що добре працюють порівняно з іншими

генами у генофонді. Такий ген має бути сумісним та неконкурентним з іншими генами, з якими йому доводиться ділити тривалу послідовність організмів. (с. 145)

Більш повну відповідь на критику генетичного атомізму я дав у книзі «Розширений фенотип».

с. 68. Визначення, що його хочу навести я, належить Дж. К. Вільямсові.

Точні слова Вільямса в книзі «Адаптація та природний добір» є такими:

Я використовую термін «ген» у значенні «те, що розділяється та рекомбінує з істотною частотою». ... Ген можна визначити як будь-яку спадкову інформацію, для якої існує сприятливе або несприятливе зміщення добору, що від кількох до багатьох разів перевищує швидкість її внутрішньої зміни.

Сьогодні книга Вільямса зазвичай (причому заслужено) вважається класичною і користується повагою і «соціобіологів», і критиків соціобіології. Гадаю, цілком зрозуміло, що Вільямс ніколи не вважав, що обстоює в своєму «генному селекціонізмі» щось нове чи революційне, як не робив цього і я в 1976 році. Ми обидва вважали, що просто заново стверджуємо фундаментальний принцип Фішера, Холдейна та Райта — батьків-засновників «неодарвінізму» 1930-х. Тим не менш, мабуть, через наші безкомпромісні висловлювання, дехто, зокрема сам Сьюелл Райт, не згоджувався з нашим поглядом, що «одиноцею добору є ген». Основний їхній аргумент полягав у тому, що природний добір розрізняє організми, а не гени всередині них. Моя відповідь

на зауваження Райта та інших представлена в книзі «Розширений фенотип». Найсвіжіші думки Вільямса щодо гена як одиниці добору, викладені в його статті «Захист редукаціонізму в еволюційній біології», і вони, як завжди, гострі. Деякі філософи, наприклад, Д. Л. Галл, К. Стерельни та П. Кітчер, а також М. Гампе та С. Р. Морган, теж нещодавно зробили корисний внесок у з'ясування питання «одиниць добору». На жаль, є й інші філософи, які все переплутали.

с. 77. ...індивід є надто великою і тимчасовою генетичною одиницею...

Відтак за Вільямсом, розмірковуючи про те, що окремих організм не може відігравати ролі реплікатора в природному доборі, я зосередився на фрагментуючих ефектах мейозу. Тепер я бачу, що це була лише половина історії. Інша половина викладена в книзі «Розширений фенотип», а також у моїй статті «Реплікатори та носії». Якби вся справа була у фрагментуючих ефектах мейозу, то організм із нестатевим розмноженням, на кшталт самиці паличника, був би справжнім реплікатором (певним чином, як величезний геном). Але якщо паличник якимось змінюється — скажімо, втрачає ніжку — ця переміна не передається майбутнім поколінням. Чи йдеться про статеве розмноження чи нестатеве, майбутнім поколінням передаються лише гени. Тому справжніми реплікаторами є саме гени. Що стосується самиці паличника з нестатевим розмноженням реплікатором є весь геном (набір усіх її генів). Сам паличник таким не є. Організм паличника не виливають з форми як репліку організму попереднього покоління. В будь-якому конкретному поколінні організм заново виростає з яйця під керівництвом його генома, що саме є реплікою генома попереднього покоління.

Усі друковані копії цієї книги виглядатимуть абсолютно однаково. Вони будуть репліками, але не реплікаторами. Вони будуть репліками не тому, що копіюють одна одну, а тому, що всі копіюють ті самі друкарські форми. Вони не утворюють родовід копій, де одні книги є предками інших. Родовід копій існував би, якби ми відксерили певну сторінку книги, потім відксерили ксерокопію, тоді відксерили ксерокопію ксерокопії і т. д. У такому родоводі сторінок справді виникли би відносини між предками та нащадками. Однак якийсь новий дефект, що з'явився би десь посеред серії, став би спільним для нащадків, але аж ніяк не для предків. Серія предків та нащадків такого типу має потенціал для еволюції.

На перший погляд, послідовні покоління організмів паличника, здається, складають певний родовід реплік. Але якщо експериментально змінити хоча б одну ланку цього родоходу (наприклад, відірвати ніжку), ця зміна не передається наступним поколінням. Натомість, якщо експериментально змінити одну ланку родоходу геномів (наприклад, рентгенівським опроміненням), ця зміна передається наступним поколінням. Саме це, а не фрагментуючі ефекти мейозу, стають основною підставою вважати, що окремий організм не є «одиницею добору» — не справжній реплікатор. Це один із найважливіших наслідків усіма визнаного факту, що ламарківська теорія спадковості є хибною.

с. 84. Інша теорія, яка належить серу Пітеру Медаварі...

Я вже отримав на горіхи (звісно, не від самого Вільямса і навіть не з його відомо) за те, що приписав цю теорію старіння П. Б. Медавару, а не Дж. К. Вільямсу. Це правда, що багато біологів, особливо в Америці, дізналися про цю теорію переважно з роботи Вільямса 1957 року «Плейотропія, природний добір та еволюція старіння». Правда і те,

що Вільямс удосконалив теорію, лишивши позаду Медава-ра. Тим не менш, на мою думку, саме Медавар виклав суть цієї ідеї у своїх книгах «Невирішена проблема в біології» 1952-го та «Унікальність індивіда» 1957-го. Мушу додати, що вважаю розвиток цієї теорії, що до нього доклався Вільямс, дуже корисним, оскільки він розробляє необхідний етап у міркуваннях (важливість «плейотропії», або множинних ефектів гена), на якому Медавар не надто наголошує. Пізніше В. Д. Гамільтон зайшов у цій теорії ще далі в своїй статті «Формування старіння шляхом природного добору». До речі, я отримав багато цікавих листів від лікарів, але жоден, здається, не прокоментував мої здогади про «обдурювання» генів щодо віку організму, в якому вони перебувають (с. 86—87). Ця ідея все ще не бентежить мене як явно нерозумна, а якби вона була правильною, то чи не становила б значний інтерес для медицини?

с. 88. Що гарного в статевому розмноженні?

З'ясування, що ж такого гарного є в статевому розмноженні, залишається все ще дразливим, навіть попри низку книг, що підбурюють уяву, особливо М. Т. Гізеліна, Дж. К. Вільямса, Дж. Мейнарда Сміта та Г. Белла, а також під редакцією Р. Мішо та Б. Левіна. Для мене найбільш захоплюючою новою ідеєю є теорія паразита авторства В. Д. Гамільтона, яку зрозумілою мовою виклали Джеремі Черфас та Джон Гріббін у книзі «Зайвий самець».

с. 90. ...зайва ДНК... є певним паразитом або, у найкращому разі, нешкідливим, хоч і непотрібним пасажиром... (див. також с. 279)

Моє припущення, що надлишкова, нетрансльована ДНК може бути корисливим паразитом, було підхоплене та розвинене молекулярними біологами (див. статті Орджела та

Кріка, а також Дулітла та Сапієнці) під гучною назвою «Егоїстична ДНК». С. Дж. Гулд у своїй книзі «Зуби курки та пальці коня» зробив провокативну (для мене!) заяву, що, незважаючи на історичні витоки ідеї егоїстичної ДНК, «теорії егоїстичних генів та егоїстичної ДНК ніяк не могли бути більш різними за структурами пояснення, що їх зростили». Я вважаю його міркування неправильними, але цікавими, що, до речі, (як він достатньо люб'язно мені повідомив) зазвичай збігається з його думкою про мої власні. Після преамбули про «редукціонізм» та «ієрархію» (яку я також, як завжди, вважаю неправильною, але цікавою), він продовжує:

Частота егоїстичних генів Докінза зростає тому, що вони впливають на організми, допомагаючи в їхній боротьбі за існування. Частота егоїстичної ДНК зростає з діаметрально протилежної причини — тому, що вона ніяк не впливає на організми...

Я визнаю різницю, на якій наголошує Гулд, але не вважаю її фундаментальною. Навпаки, я все ще вважаю приклад егоїстичного ДНК особливим у теорії егоїстичного гена загалом — саме так ідея егоїстичної ДНК вперше й виникла. (На сторінці 237 цієї книги думка, що егоїстична ДНК є особливою ідеєю, мабуть, розписана ще краще, ніж в уривку зі сторінки 57, процитованому Дулітлом та Сапієнцюю, а також Орджелом та Кріком. Дулітл та Сапієнца, до речі, використовують у назві їхньої статті вислів «егоїстичні гени», а не «егоїстична ДНК».) Дозвольте мені відповісти Гулду такою аналогією. Частота генів, які забезпечують жовто-чорні смужки ос, зростає, бо подібне («попереджувальне») забарвлення потужно стимулює мозок інших тварин. Частота генів, які забезпечують жовто-чорні смужки тигрів, зростає «з діаметрально протилежної причини» — бо, в ідеалі, подібне

(захисне) забарвлення взагалі не стимулює мозок інших тварин. Отже, тут існує різниця, приблизно аналогічна (на іншому ієрархічному рівні!) різниці Гулда, але це лише невелика розбіжність у деталях. Ми навряд чи станемо стверджувати, що ці два приклади «не могли бути більш різними за принципами пояснення, що їх зростили». Орджел та Крік абсолютно праві, коли проводять аналогію між егоїстичною ДНК та яйцями зозулі: адже ті уникають викриття завдяки тому, що виглядають достоту як яйця господаря гнізда.

До речі, останнє видання «Оксфордського словника англійської мови» наводить нове значення слова «еґоїстичний» «стосовно гена чи генетичного матеріалу: той, що прагне до увічнення або поширення, хоча не має впливу на фенотип». Це чудове стисле визначення терміна «еґоїстична ДНК», причому в другому допоміжному прикладі саме йдеться про неї. Проте, на мою думку, остання фраза («хоча не має впливу на фенотип») доволі невдала. Еґоїстичні гени *можуть* не мати впливу на фенотип, але багато з них його мають. Лексикографи могли би заявити, що прикладали це значення лише до «еґоїстичної ДНК», яка справді не має фенотипових ефектів. Але їхній перший допоміжний приклад, узятий із книги «Еґоїстичний ген», містить у собі еґоїстичні гени, що мають ці ефекти. Проте мені гріх скаржитись, адже бути процитованим в «Оксфордському словнику англійської мови» — то неабияка честь!

Детальніше я розглядаю еґоїстичну ДНК в книзі «Розширений фенотип».

4. ГЕННА МАШИНА

с. 96. За його функцією мозок можна вважати аналогом комп'ютерів.

Подібні твердження зазвичай непокоять критиків, які сприймають усе буквально. Вони, звичайно, праві в тому, що мозок не завжди схожий на комп'ютери. Наприклад, так вже сталося, що внутрішні робочі процеси мозку дуже сильно відрізняються від будь-яких комп'ютерів, наразі створених нашими технологіями. Хоча, це жодною мірою не заперечує справедливості мого твердження про виконання ними аналогічних функцій. В функціональному плані мозок має ту саму роль, що й вбудований комп'ютер, — обробки даних, розпізнавання різних схем, коротко- та довгострокового зберігання інформації, координації дій і т. ін.

Що стосується комп'ютерів, то слід зазначити, що мої зауваження щодо них (на щастя чи на жаль, як подивитись) застаріли. Раніше я писав (с. 95), що «в черепну коробку ввійшло більше кілька сотень транзисторів». Сьогодні транзистори об'єднуються в інтегровані схеми. Кількість транзисторних еквівалентів, яка ввійшла би в черепну коробку сьогодні, подекуди сягає вже мільярдів. Я також стверджував (с. 100), що комп'ютери, які грають у шахи, вже досягли непоганого любительського рівня. Сьогодні навіть на дешевих домашніх комп'ютерах часто стоять програми, здатні перемогти всіх, крім дуже серйозних шахістів, а найкращі в світі програми кидають серйозний виклик навіть гросмейстерам. Ось, наприклад, слова шахового кореспондента журналу «Спектейтор» Реймонда Кіні у випуску від 7 жовтня 1988:

Ще досі видається сенсацією, коли титулованого гравця перемагає комп'ютер, але це, мабуть, триватиме недовго. Наразі найнебезпечнішим металевим монстром, який кидає виклик людському мозку, є машина з вигадливою назвою «Глибока думка», безумовно, з поваги до Дугласа Агамса. Останнім його успіхом стало справжнє тероризування суперників в особі

людей на Відкритому чемпіонаті США, що проводився в серпні у Бостоні. В мене поки немає напихваті загального рейтингу ефективності «Глибокої думки», який стане лакмусовим папірцем його досягнень у відкритому змаганні за швейцарською системою, але я бачив вражаючу перемогу над сильним канадійцем Ігорем Івановим — людиною, яка колись обіграла Карпова! Начувайтесь: можливо, це майбутнє шахів.

Далі йде звіт про кожен хід гри. Ось реакція Кіні на 22-й хід «Глибокої думки»:

Чудовий хід... Намір був зосередитись на ферзю... і ця гумка приводить до надзвичайно швидкого успіху... Вражаючий результат... Ферзевий фланг чорних тепер вцент розбитий вторгненням ферзя.

Реакція Іванова змальовується так:

Відчайдушний випад, який комп'ютер з презирством відкидає... Повне приниження. «Глибока гумка» ігнорує повторне захоплення ферзя, натомість влаштовуючи блискавичний мат... Чорні здаються.

Цікаво не лише те, що «Глибока думка» є одним із найкращих шахістів світу. Ледь не більш вражаючим я вважаю мову людської свідомості, яку почувається зобов'язаним використовувати коментатор. «Глибока думка» «з презирством відкидає» «відчайдушний випад» Іванова. Комп'ютер сприймається як «агресивний». Кіні говорить, що Іванов «сподівався» на певний результат, але його мова засвідчує, що він був би однаково радий скористатися словом на зра-

зок «сподівання» і для «Глибокої думки». Особисто я не терпляче чекаю того дня, коли комп'ютерна програма стане чемпіоном світу. Людству вкрай необхідно дати науку скромності.

с. 102. ...на відстані 200 світлових років від нас, у сузір'ї Андромеди, існує цивілізація.

У фантастичному романі «Андромеда» та його продовженні «Дар Андромеди» не зрозуміло остаточно, чи позаземна цивілізація надсилає сигнали з надзвичайно далекої галактики Андромеда чи з більш близької зірки у сузір'ї Андромеди, як сказав я. В першому романі планета розташована від нас на відстані 200 світлових років, точно у межах нашої власної галактики. Проте у продовженні ті самі інопланетяни мешкають у галактиці Андромеда, яка знаходиться від нас на відстані приблизно двох мільйонів світлових років. За бажанням, читачі моєї сторінки 68 можуть замінити число «200» на «два мільйони». Відповідність історії моїм намірам від цього жодним чином не зміниться.

Головним автором обох романів є Фред Гойл — видатний астроном та автор мого найулюбленішого з усіх науково-фантастичних творів «Чорна хмара». На жаль, неперевершена наукова проникливість, продемонстрована ним у цих романах, різко контрастує з хвилиєю його більш пізніх книг, написаних у співавторстві з Ч. Вікрамасінгхом. Їхнє неправильне тлумачення дарвінізму (як суто теорії випадковості) та уїдливі наскоки на самого Дарвіна аж ніяк не сприяють нормальному сприйняттю їхніх досить таки інтригуючих (хоча й невіргодних) домислів про міжзоряне походження життя. Видавцям слід було би розуміти, що заслуги вченого в одній сфері не гарантують компетентність в іншій. А поки вони цього не збагнуть, видатним ученим слід стримуватися від цієї спокуси.

с. 104. ...загальні стратегії і маневри.

Подібний стратегічний спосіб говорити про тварину, рослину або ген так, немов вони свідомо розмірковують, як найкраще збільшити свій успіх, — наприклад, вважаючи, що «досить часто схильними до ризику можна вважати самців, а от більш обачними — самиць» (с. 73) — став цілком звичайним серед практикуючих біологів. Так висловлюватися зручно, такий виклад думок не завдає жодної шкоди, аж поки на нього не натрапить той, хто не здатен його збагнути. Або надто готовий, щоби зрозуміти його неправильно? Наприклад, я не можу знайти жодного іншого пояснення статті, що критикує «Егоїстичний ген» у журналі «Філософія», що його написала якась Мері Міджлі, де промовистим є перше речення: «Гени можуть бути егоїстичними чи неегоїстичними, аж ніяк не більше, ніж атоми — ревливими, слони — абстрактними або печиво — ідеологічним». Моя власна стаття «На захист егоїстичних генів» у наступному номері того самого журналу заперечує всі закиди цієї, до слова, напрочуд гострої та злостивої публікації. Схоже, що деякі люди, які трохи перезаймалися філософією, не можуть стриматись, аби не покопирсатись у своєму освітньому багажі там, де це не потрібно. Пригадую ремарку П. Б. Медавара про принади «філософської фантастики» для «багатьох людей, часто з добре розвиненими літературними та науковими смаками, освіта яких значно переважає їхню здатність до аналітичного мислення».

с. 110. Можливо, свідомість виникає, коли модельований мозком світ стає настільки повним, що має створити модель самого себе.

Я розглядаю ідею мозку, який моделює світи, в моїй Гіффордівській лекції 1988 року «Світи в мікрокосмі». Я все ще не певен, чи справді вона може значно допомогти нам

стосовно глибокої проблеми самої свідомості, але зізнаюся, мені приємно, що вона привернула увагу сера Карла Поппера в його Дарвінівській лекції. Філософ Деніел Деннетт запропонував теорію свідомості, що далі просуває метафору комп'ютерного моделювання. Щоби збагнути його теорію, ми маємо засвоїти дві технічні ідеї зі світу комп'ютерів: ідею віртуальної машини та різницю між послідовними та паралельними процесорами. Перш за все, необхідно їх чітко з'ясувати.

Комп'ютер — це реальна машина, апаратне забезпечення в корпусі. Але в будь-який момент він здатен запустити ту чи іншу програму, що зробить його схожим на іншу машину — віртуальну. Протягом тривалого часу це стосувалося всіх комп'ютерів, але сучасні «орієнтовані на користувача» машини зробили цей момент особливо відчутним. На час написання моєї книги загальновизнаним лідером ринку завдяки зручності в користуванні була компанія «Еппл Макінтош». Її успіх, зумовлений вбудованою системою програм, що роблять реальну металеву машину (чиї механізми, як і в будь-якому комп'ютері, загрозовано складні та не дуже сумісні з людською інтуїцією) схожою на якийсь інший тип машини: віртуальну, спеціально розроблену для взаємодії з людським мозком та рукою. На перший погляд, ця віртуальна машина, відома як «користувацький інтерфейс Макінтош», виглядає цілком звичайною. Вона має кнопки, які натискають, а також плавні регулятори, як у стереосистеми. Але це *віртуальна* машина. Кнопки та регулятори не виготовлені з металу чи пластику. Вони є зображеннями на екрані, і ви тиснете на них або регулюєте їх, пересуваючи по екрану віртуальний палець. Як людина, ви почуваетесь зручно, бо звикли пересувати речі своїм пальцем. Я інтенсивно займаюся програмуванням та використанням широкого різноманіття цифрових комп'ютерів вже двадцять

п'ять років і можу засвідчити, що робота з «Макінтош» (або його моделюючими пристроями) є якісно іншим досвідом порівняно з будь-яким більш раннім типом комп'ютерів. З ним ви почуваєтесь абсолютно легко й природно, майже так, немов ця віртуальна машина є продовженням вашого власного тіла. Окрім цього, вона дивовижним чином дозволяє використовувати інтуїцію, а не зазирати постійно в інструкцію.

Тепер перейдемо до іншої ідеї, яку б нам потрібно було перейняти від комп'ютерної науки, — ідеї послідовних та паралельних процесорів. Цифрові комп'ютери сьогодення, здебільшого, є послідовними процесорами. Вони мають один центральний обчислювальний центр (одне-єдине електронне вузьке горлечко), крізь який мають проходити під час обробки всі дані. Завдяки високій швидкості своєї роботи, вони можуть створювати ілюзію виконання багатьох речей одночасно. Послідовний комп'ютер схожий на гресмейстера, який «одночасно» грає з двадцятьма суперниками, але насправді лише напрочуд швидко переключається з одного на іншого. Однак, на відміну від гресмейстера, комп'ютер переключається між задачами настільки швидко й тихо, що у кожного користувача виникає ілюзія того, що комп'ютер зосередив увагу виключно на ньому. Та, зрештою, комп'ютер послідовно відповідає своїм користувачам по черзі.

Нещодавно, вирішуючи задачу ще більш приголомшливих швидкостей роботи, інженерам вдалося створити машини з по-справжньому паралельними процесорами. Однією з таких машин є Единбурзький суперкомп'ютер, який я нещодавно мав честь оглянути. Він складається з паралельно розташованих кількох сотень «трансп'ютерів», кожен з яких еквівалентний за своєю потужністю сучасному настільному комп'ютеру. Цей суперкомп'ютер працює так: береться за запропоноване йому завдання, розбиває його

на менші, які можна вирішити незалежно, та передоручає їх бригадам трансп'ютерів. Трансп'ютери беруться за ці підзадачі, вирішують їх, пропонують рішення та звертаються за новими завданнями. Тим часом інші бригади повідомляють свої рішення, тому весь суперкомп'ютер добирається до фінальної відповіді швидше, ніж це міг би зробити звичайний послідовний комп'ютер.

Я вже зазначав, що будь-який послідовний комп'ютер може створити ілюзію роботи паралельного процесора, достатньо швидко переключаючи свою «увагу» між низкою завдань. Це виглядає так, немов на послідовному апаратному забезпеченні сидить якийсь *віртуальний* паралельний процесор. Ідея Деннетта полягає в тому, що людський мозок влаштований абсолютно протилежним чином. Апаратне забезпечення мозку є, по суті, паралельним, як у Единбурзькому комп'ютері. І він використовує програми, призначені для створення ілюзії послідовної обробки інформації: віртуальної машини з послідовною обробкою даних на базі паралельної архітектури. Характерною рисою суб'єктивного досвіду мислення Деннетт вважає послідовний, почерговий, «джойсівський» потік свідомості. Він переконаний, що більшість тварин не мають такого послідовного досвіду і використовують мозок безпосередньо, у природний спосіб паралельної обробки інформації. Безумовно, людський мозок теж використовує свою паралельну архітектуру безпосередньо для вирішення багатьох поточних завдань щодо забезпечення робочого стану складної машини для виживання. Але, крім того, за час еволюції людський мозок розробив віртуальну машину програмного забезпечення для створення ілюзії послідовного процесора. Розум, з його послідовним потоком свідомості, є свого роду віртуальною машиною, «орієнтованим на користувача» способом відображення мозку, так само, як «користувацький інтерфейс фірми «Макінтош»

є орієнтованим на користувача способом відображення фізичного комп'ютера всередині його сірого корпусу.

Не до кінця зрозуміло, навіщо нам, людям, потрібна послідовна віртуальна машина, тоді як інші види виглядають цілком вдоволеними своїми звичайнісінькими паралельними машинами. Мабуть, у більш складних завданнях, які доводилось вирішувати первісним людям, було щось фундаментально послідовне, а може, Деннетт лише помилився, виокремивши нас із загального ряду. Крім того, він переконаний, що розвиток послідовних програм став переважно культурним явищем, і мені знову остаточно не зрозуміло, чому це має бути аж таким ймовірним. Проте я маю додати, що на час написання моєї книги стаття Деннетта ще не вийшла і мої міркування базуються на спогадах про його Джейкобсонівську лекцію 1988 року в Лондоні. Раджу читачеві поцікавитися роботою самого Деннетта, коли вона вийде, а не покладатися виключно на моє, безперечно, неідеальне та емоційне — можливо, навіть надто прикрашене — викладення її суті.

Психолог Ніколас Гампфрі теж розробив спокусливу гіпотезу про те, як еволюція здатності до моделювання могла призвести до появи свідомості. В своїй книзі «Внутрішнє око» Гампфрі наводить переконливий приклад того, що високо соціальні тварини, на кшталт нас самих та шимпанзе, стали вже експертами з психології. Мозок змушений мати справу з багатьма аспектами навколишнього світу, несамохить моделюючи їх. Але більшість аспектів навколишнього світу є доволі простими порівняно із самим мозком. Соціальна тварина живе в світі інших: потенційних статевих партнерів, конкурентів, товаришів та ворогів. Щоби вижити та досягти успіху в такому світі, треба добре опанувати науку передбачати наступні дії цих інших індивідів. Значно легше передбачати події в неживому світі, ніж у соціумі. Академіч-

ні психологи-науковці насправді не дуже вміють передбачати людську поведінку. Натомість соціальні компаньйони, виходячи з ледь відчутних рухів лицьових м'язів та інших делікатних ознак, дуже часто дивовижно точно розуміють думки та передбачають поведінку інших. Гампфрі переконаний, що це «природне психологічне» вміння досягає в соціальних тварин неймовірного розвитку, майже як якийсь додаткове око або інший складний орган. Таке «внутрішнє око» виникло в перебігу еволюції як орган соціально-психологічної адаптації, так само, як звичне нам зовнішнє око є органом зору.

Поки що я вважаю міркування Гампфрі переконливими. Далі він стверджує, що внутрішнє око працює за принципом власного контролю. Щоби розуміти відчуття та емоції інших, кожна тварин дослухається до своїх власних відчуттів та емоцій. Відповідно, цей психологічний орган діє як метод власного контролю. Не певен, чи варто погодитися, що це допомагає нам розуміти свідомість інших, але Гампфрі — чудовий письменник, і його книга здається дуже переконливою.

с. 111. Ген альтруїстичної поведінки...

Іноді людей бентежить, коли вони чують про спеціальні гени альтруїзму або іншої, так само складної, поведінки. Вони гадають (помилково), що, в певному сенсі, складність поведінки має бути закладена всередині гена. Чи може існувати певний ген альтруїзму, питають вони, якщо ген кодує лише один білковий ланцюг? Річ у тім, що, говорячи про ген чогось, ми лише маємо на увазі, що зміна цього гена викликає зміну чогось. Одна генетична *вігмінність* через зміну якоїсь деталі молекул у клітинах спричинює *вігмінність* у вже і без того складних процесах ембріонального розвитку, а отже, й у поведінці.

Наприклад, мутантний ген братерського альтруїзму у птахів, певна річ, не братиме на себе всю відповідальність за

абсолютно нову складну схему поведінки. Натомість, він змінить якусь вже наявну і, мабуть, безперечно складну схему поведінки. Найімовірнішим прекурсором у цьому разі буде батьківська поведінка. Як правило, птахи мають складний нервовий апарат, необхідний для годування та турботи про своє потомство. Що стосується його еволюції, він розвивався протягом багатьох поколінь, повільно, крок за кроком, з його власних попередників. (До речі, ті, хто відчуває скепсис щодо генів братерської турботи, дуже часто непослідовні: чому вони так само не скептично налаштовані щодо генів не менш складної батьківської турботи?) Схема поведінки, що існувала раніше, — йдеться про батьківську турботу — опосередковується зручним твердим правилом, таким як «Годуй у гнізді всіх, хто кричить та роззявляє ротик». Тоді ген «годування молодших братів та сестер» може працювати завдяки прискоренню настання віку, коли починає діяти це правило. Пташеня, що несе братерський ген як нову мутацію, лише активуватиме своє «батьківське» правило трохи раніше, ніж звичайний птах. Воно поводитиметься з усіма, хто кричить та роззявляє ротик у батьківському гнізді — своїми молодшими братами та сестрами — так, немов вони кричать та роззявляють ротики в його власному гнізді і є його власними дітьми. Хоч вона не є абсолютно новою складною схемою, «братерська поведінка» вперше могла виникнути як незначна варіація синхронізації розвитку вже наявної поведінки. Як це часто буває, помилки з'являються тоді, коли ми забуваємо, що в еволюції важлива її поступовість. Отже, адаптивна еволюція відбувається завдяки невеличким, повільним змінам наявних схем поведінки.

с. 113. Гігієнічні бджоли

Якби перше видання цієї книги мало примітки, то одну з них я присвятив би поясненню (як це ретельно зробив

сам Ротенбюлер), що результати дослідження бджіл не були аж такими чіткими і зрозумілими. З багатьох колоній, які, згідно з теорією, не мали б виявляти гігієнічну поведінку, одна саме це демонструвала. За власними словами Ротенбюлера: «Як би нам того не хотілося, заперечувати цей результат не можна, але генетичну гіпотезу ми базуємо на інших даних». Можливо, причиною є певна мутація в аномальній колонії, хоча це мало ймовірно.

с. 115. Цю поведінку в широкому сенсі можна назвати комунікацією.

Сьогодні мене вже не задовольняє такий погляд на комунікацію тварин. Ми з Джоном Кребсом у двох статтях стверджували, що більшість сигналів тварин найкраще вважати не інформативними і не оманливими, а радше *маніпулятивними*. Той чи інший сигнал є засобом, за допомогою якого одна тварина використовує м'язову силу іншої. Спів солов'я не є інформацією, навіть оманливою. Це переконливе, гіпнотичне, неймовірне ораторське мистецтво. Міркування такого роду досягли свого логічного висновку в книзі «Розширений фенотип», частину якого я стисло виклав тут у 13-му розділі. Ми з Кребсом стверджуємо, що сигнали виникають із взаємодії того, що в нас називається читанням думок та маніпуляції. Разюче інший погляд на тему сигналів тварин пропонує Амоц Захаві. В одній із приміток до 9-го розділу я розглядаю ідеї Захаві значно більш схвально, ніж у першому виданні цієї книги.

5. АГРЕСІЯ. СТАБІЛЬНІСТЬ І ЕГОЇСТИЧНА МАШИНА

с. 124. ...еволюційно стабільна (ЕСС)...

Тепер я хотів би висловити важливу ідею ЕСС більш прикладним чином. ЕСС — це стратегія, яка добре працює

проти копій самої себе. Обґрунтування буде таким: успішною є та стратегія, що домінує в популяції. Тому їй так чи інак доведеться мати справу з власними копіями. Відповідно, вона не зможе лишатись успішною, якщо не буде ефективною проти копій самої себе. Це визначення не є таким математично точним, як у Мейнарда Сміта, і не замінить його визначення, бо, загалом, неповне. Проте воно все ж має певну цінність, яка полягає в стислому (інтуїтивно зрозумілому) викладенні основної ідеї ЕСС.

Сьогодні ідея ЕСС вже стала більш поширеною серед біологів, ніж коли писався цей розділ. Сам Мейнард Сміт підбив підсумки розвитку уявлень про неї до 1982 року у своїй книзі «Еволюція та теорія ігор». Дещо пізніше видав свій твір Джеффри Паркер, інший провідний дослідник цього питання. Теорія ЕСС використовується і в «Еволюції кооперації» Роберта Аксельрода, але я не розглядатиму її тут, оскільки поясненню роботи Аксельрода переважно присвячена один з моїх двох нових розділів — «Чемні хлопці фінішують першими». Моїми власними працями на тему теорії ЕСС з часу виходу першого видання цієї книги стали стаття під назвою «Добра стратегія або еволюційно стабільна стратегія?», а також написані у співавторстві статті про риючих ос, які розглядаються в примітці до с. 133.

с. 131. ...еволюційно стабільною виявиться лише одна з них — «месник».

Це твердження, на жаль, було неправильним. В оригінальній статті Мейнарда Сміта та Прайса виявилась помилка, а я необачно повторив її в цьому розділі, зробивши ще гірше — доволі по-дурному заявивши, що «випробувальник-месник» є «майже» еволюційно стабільною стратегією (якщо якась стратегія є «майже» ЕСС, тоді вона не є жодною ЕСС і буде переможена). На перший погляд,

«месник» схожий на ЕСС, бо в популяції «месників» жодна інша стратегія не виявляється кращою. Але «голуб» діє однаково добре, оскільки в популяції «месників» його неможливо відрізнити за поведінкою від «месника». Відповідно, «голуб» може доволі легко пробратися до цієї популяції. А от далі чигають проблеми. Дж. С. Гейл та Л. Дж. Івс створили динамічну комп'ютерну модель, в якій провели популяцію тварин крізь велику кількість поколінь еволюції. Вони показали, що справжньою ЕСС у цій грі, по суті, є стабільна суміш «яструбів» та «задирак». Це не єдина помилка в ранніх працях з ЕСС, виявлена динамічним моделюванням такого типу. Іншим чудовим прикладом є моя власна помилка, що розглядається в примітках до 9-го розділу.

с. 133. На жаль, сьогодні ми знаємо надто мало, щоби визначити реалістичні цифри витрат та здобутків від різноманітних подій у природі.

У наш час ми вже маємо деякі достовірні дані польових досліджень витрат та вигід у природі, інтегровані в конкретні моделі ЕСС. Один із найкращих прикладів дають нам великі золотисті ріючі оси Північної Америки. Це не ті знайомі нам соціальні оси, що восени налітають на банки з варенням — безплідні самиці, які працюють на свою колонію. Кожна самиця ріючих ос діє самотужки, присвячуючи своє життя тому, щоб забезпечити прихистком та харчуванням свої личинки. Зазвичай, самиця береться рити в землі довгу нірку, на дні якої розташована простора камера. Після цього вона починає полювати на здобич (різні види коників). Знаходячи жертву, вона жалить її, щоб паралізувати, після чого зтягує в свою нірку. Наскладавши таким чином чотири-п'ять коників, вона відкладає на верхівку купи яйце та запечатує нірку. Згодом із яйця вилуплюється личинка, яка харчується припасеними кониками.

До речі, ідея паралізації здобичі, а не вбивства, полягає в тому, щоби та не розкладалась, а поїдалася живцем, тобто, свіжою. Саме ця моторошна звичка у споріднених ос-вершниць спонукала Дарвіна написати: «Не можу переконати себе, що всемілостивий та всемогутній Бог міг спеціально створити їхневмонід, аби вони харчувались ще живими тілами гусениць...». Так само Дарвін міг би скористатися прикладом французького шеф-кухаря, який варить омарів живцем задля збереження смаку й аромату. Та що стосується самиці риючих ос, повторюся, що вона живе окремо, якщо не зважати на інших самиць, що працюють собі на тій самій території та іноді захоплюють готові нірки одна в одній, не переймаючись тим, щоб вирити нову.

Доктор Джейн Брокманн — це наче Джейн Гудолл у вивченні ос. Вона приїхала з Америки, щоби працювати зі мною в Оксфорді, привізши із собою численні записи ледь не про всі події в житті двох повних популяцій індивідуально ідентифікованих самиць. Ці записи були настільки повними, що дозволили скласти бюджети часу окремих ос. Час потребує економії: чим більше часу витрачається на одну частину життя, тим менше його залишається на решту. До нас приєднався Алан Графен, розповівши, як правильно розраховувати витрати часу та репродуктивні вигоди. Ми знайшли докази справжньої змішаної ЕСС у грі між самицями ос в одній із популяцій у Нью-Гемпширі, хоча й не змогли знайти такі докази в іншій популяції у Мічигані. Якщо коротко, нью-гемпширські осі або риють власні нірки, або забирають вириті іншими осами. Дотримуючися нашої інтерпретації, осам може бути вигідно забирати чуже житло, бо іноді господарі залишають вириті ними нірки, якими цілком можна скористатися знову. Забирати зайняту нірку, звичайно, не вигідно, але оса ніяк не може знати, яка нірка зайнята, а яка полишена. Вона може прожити

кілька днів у вже зайнятій нірці, а потім якось, повернувшись додому, виявить, що та запечатана, а всі її зусилля змарновані — інша оса вже відклала своє яйце та використовує її роботу. Якщо в популяції відбувається забагато зазіхань на чуже житло, досягне житло стає дефіцитним, збільшується ймовірність подвійного заселення, а тому рити нірки може бути вигідно. І навпаки, якщо багато ос риють собі нірки самі, велика кількість вільного житла сприяє інтересу самиць до чужого. Існує певна критична частота зазіхань у популяції, завдяки якій риття та загарбання стають однаково вигідними. Якщо дійсна частота є нижчою за критичну, природний добір сприяє загарбанням через велику кількість доступних покинутих нірок. Якщо ж дійсна частота є вищою за критичну, виявляється нестача доступних нірок, і природний відбір сприяє намірам рити. Таким чином у популяції підтримується баланс. Детальні, кількісні докази наводять на думку, що ми маємо справжню змішану ЕСС, коли кожна окрема оса може або рити, або зазіхати на готове, а не популяцію, що складається з вузьких спеціалістів — тих, що риють, та тих, що забирають.

с. 138. Найкращий приклад цієї форми поведінкової асиметрії, що я знаю...

Ще чіткіша, ніж у Тінбергена, демонстрація явища «резидент завжди перемагає» простежується в дослідженні Н. Б. Девіса на плямистих деревних метеликах. Робота Тінбергена виконувалася ще до появи теорії ЕСС, і моя інтерпретація ЕСС у першому виданні цієї книги була зроблена з огляду на минуле. А от Девіс осмислив своє дослідження метеликів з огляду на теорію ЕСС. Він помітив, що деякі самці метеликів у Вітхемському лісі поблизу Оксфорда обороняли клаптики сонячного світла. Ці яскраво освітлені ділянки приваблювали самиць, тому були цінним ресур-

сом — вартим того, аби за нього боротися. Однак самців виявилось більше, ніж сонячних ділянок, і решта чекали на свій шанс у листяній підстилці. Ловлячи самців та випускаючи їх по черзі, Девіс продемонстрував, що, який би з двох самців не випускався на освітлену сонцем ділянку першим, обидва індивіди вважали «власником» саме його. Самця, що з'являвся на цій ділянці другим, вважали «загарбником». Загарбник завжди, без винятку, одразу ж зазнавав поразки, залишаючи спірну територію власникові. В останньому експерименті Девіс остаточно все з'ясував, спромігшись «обдурити» обох метеликів, — він змусив кожного з них «думати», що саме він є власником, а інший — загарбником. Лише за таких умов точилася дійсно серйозна тривала боротьба. До речі, там, де для простоти я згадував лише одну пару метеликів, насправді, звичайно ж, була статистична вибірка пар.

с. 141. Парадоксальна ЕСС

Про ще один приклад, який цілком міг би бути парадоксальною ЕСС, повідомлялось у листі до лондонського «Таймса» (від 7 грудня 1977 року) такого собі пана Джеймса Доусона: «Протягом кількох років я спостерігав, що мартин, який використовував флагшток як пункт спостереження, постулався місцем іншому мартиніві, який бажав заступити на пост, причому це відбувалося абсолютно незалежно від розміру обох птахів».

Але найбільш показовий із відомих мені прикладів парадоксальної стратегії описує домашніх свиней у ящику Скіннера. Ця стратегія є стабільною в тому самому сенсі, що й ЕСС, але краще було б назвати її ІСС («індивідуально стабільною стратегією»), бо вона виникає в період життя певної тварини, а не в процесі еволюції. Ящик Скіннера — це такий апарат, в якому тварина вчиться добувати собі

харчування, натискаючи важіль, після чого їжа автоматично з'їжджає вниз по жолобу. Експериментальні психологи звикли розташовувати в маленьких ящиках Скіннера голубів або щурів, де ті дуже швидко вчаться натискати маленькі важільці за їжу у винагороду. Свині можуть навчитися цьому ж у більшому ящику з чималим важелем для рийки (багато років тому я бачив про це дослідницький фільм і добре пам'ятаю, що ледь не вмер зі сміху). В. А. Болдуїн та Г. Б. Міз навчали свиней у скіннеровському хліві, який мав одну цікаву особливість. Важіль був розташований на одному кінці хліва, а годівниця на іншому. Тому свині доводилось натискати важіль, бігти на інший кінець хліва, щоб отримати їжу, потім назад до важеля і т. д. Здавалося б, нічого страшного, але Болдуїн та Міз помістили у свій апарат *пару* свиней. Це дало можливість одній свині експлуатувати іншу. «Раб» бігав туди й назад, натискаючи важіль, а «господар» просто сидів собі біля годівнички та наминав їжу, що з'являлася. Фактично, в парі свиней встановлювалася певна стабільна схема відносин «господар/раб», де одна працювала та бігала, а інша тільки те й робила, що їла.

Тепер про парадокс. Назви «господар» та «раб» виявились абсолютно неправильними. Щоразу, коли якась пара свиней встановлювала стабільну схему відносин, свиня, що отримувала роль «господаря», або «експлуататора», в усьому іншому була підлеглою. Так званий «раб», який робив усю роботу, зазвичай був домінантним. Всі, хто знається на свинях, запевняли би, що, навпаки, господарем, який тільки їсть, мала би стати домінантна свиня, тоді як підлегла мала би стати рабом, що тяжко працює та їсть недоїдки.

Чому ж виникає така парадоксальна невідповідність ролей? Це легко зрозуміти, як тільки ви почнете мислити термінами стабільних стратегій. Потрібно лише зменшити масштаби ідеї з еволюційного процесу до індивідуального

розвитку — часової шкали, за якою розвиваються відносини між двома індивідами. Стратегія: «Якщо домінантна, сиди собі біля їжі; якщо підлегла, працюй важелем» здається «розумною», але не стала би стабільною. Підлегла свиня, натиснувши важіль, бігла би до годівниці лише для того, щоби знайти там домінантну свиню, яка так міцно вперлася передніми ногами, що не зсунеш. Тоді підлегла свиня дуже скоро покинула би натискати важіль, бо за це не отримує винагороди. А тепер розглянемо зворотню стратегію: «Якщо домінантна, працюй важелем; якщо підлегла, сиди собі біля їжі». Саме вона була би стабільною, навіть попри те, що має парадоксальний результат, коли більшість їжі отримує підлегла свиня. Необхідно лише, щоби домінантній свині перепало хоч *трохи* їжі, коли вона прибіжить з іншого кінця хліва. Щойно вона прибіжить, тоді без особливих проблем віджене підлеглу свиню від годівниці. Допоки там лишатиметься хоч якась їжа, щоб її винагородити, звичка працювати важелем, а отже, несамохіть годувати підлеглу свиню, зберігатиметься. При цьому звичка підлеглої свині ліниво сидіти біля годівниці винагороджуватиметься також. Таким чином, уся ця «стратегія» загалом виглядає так: «Якщо домінантна, поведься як "раб"; якщо підлегла, поведься, як "господар"», винагороджується, а тому є стабільною.

с. 141. ...певний різновид ієрархії домінування [у цвіркунів].

Тед Берк, на той час мій аспірант, знайшов подальші докази цього різновиду псевдоієрархії домінування у цвіркунів. Він також переконався, що самець цвіркунів більш імовірно залицяється до самиць, якщо нещодавно виграв у двобої з іншим самцем. Це слід було б назвати «Ефектом герцога Мальборо», з огляду на такий запис у щоденнику першої герцогині Мальборо: «Його Світлість повернувся

сьогодні з війни й задовольнив мене двічі, не знімаючи ботфортів». Альтернативну назву може навіть такий матеріал з журналу «Нью Сайнтист» про зміни рівнів чоловічого гормону тестостерону: «За добу до важливого матчу у тенісистів рівні подвоювались. Після матчу у переможців рівні залишалися високими, а у тих, хто програв, падали».

с. 144. ...концепції ЕСС як один із найважливіших досягнень еволюційної теорії з часів Дарвіна.

Це речення, схоже, є невеличким перебільшенням. Мабуть, я занадто емоційно відреагував на поширене нехтування ідеєю ЕСС в тогочасній біологічній літературі, особливо в Америці. Наприклад, цей термін не згадується в жодному розділі масивної «Соціобіології» Е. О. Вілсона. Більше ним не нехтують, і сьогодні я можу подивитись на нього більш розсудливим та менш євангелістським поглядом. Насправді зовсім не *обов'язково* використовувати термінологію ЕСС, за умови, що ви викладаєте свої думки достатньо чітко. Але вона дуже допомагає мислити чітко, особливо в тих випадках (яких на практиці більшість), де детальні генетичні дані відсутні. Іноді можна почути, що моделі ЕСС беруть за основу нестатеве розмноження, але це твердження є доволі оманливим, якщо сприймати його як явне протиставлення нестатевого розмноження статевому. Істина радше полягає в тому, що моделі ЕСС не переймаються подробицями генетичної системи. Натомість, вони припускають, що, якимось нез'ясованим чином, подібне породжує подібне. Для багатьох цілей таке припущення цілком підходить. По суті, його нез'ясованість може навіть бути вигідною, оскільки зосереджує увагу на головному, відкинувши деталі, на кшталт генетичного домінування, які в конкретних випадках зазвичай невідомі. Ідея ЕСС найкорисніша в своїй негативній ролі — вона допомагає

нам уникнути теоретичних помилок, що інакше могли би нас спокушати.

с. 147. Прогресивна еволюція може мати вигляд не так рівномірного шляху нагору, як вервечки окремих кроків від одного стабільного плато до іншого.

По суті, це твердження є стислим викладенням одного з варіантів добре відомої сьогодні теорії переривчастої рівноваги. Мені соромно зізнатись, що, коли я вперше писав свою книгу, то, подібно до багатьох англійських біологів того часу, нічогосінько не знав про цю теорію, хоча вона була опублікована ще трьома роками раніше. Пізніше, наприклад, у книзі «Сліпий годинникар», я дратувався (можливо, занадто) через те, як теорію переривчастої рівноваги переоцінюють. Якщо це образило чийсь почуття, мені дуже шкода. Сподіваюся, цих людей утішить, що принаймні в 1976 році я з нею повністю примирився.

6. БРАТЕРСТВО ГЕНІВ

с. 152. ...я так і не зміг зрозуміти, чому етологи досі ними нехтують...

Статті Гамільтона 1964 року більше не нехтуються. Історія втрати їх із виду в минулому та подальшого визнання сама по собі є цікавим кількісним дослідженням, прикладом включення того чи іншого «мему» до мемофонду. Прогрес цього мему я простежую в примітках до 11-го розділу.

с. 152. ...я припускав, що ми говоримо про гени, які рідко загалом трапляються...

Механізм припущення, що ми говоримо про ген, який рідко зустрічається в популяції в цілому, був трохи надуманим, аби полегшити пояснення вимірювання коефіцієнту спорід-

неності. Одним із головних досягнень Гамільтона була демонстрація того, що його висновки впливають незалежно від рідкісності чи поширеності гена, про який іде мова. Як виявилось, людям доволі складно зрозуміти цей аспект теорії.

Проблема вимірювання коефіцієнту спорідненості спантеличує багатьох із нас таким чином: будь-які два представники виду (належать вони до однієї родини чи ні) зазвичай мають понад 90 % спільних генів. Що ми тоді маємо на увазі, коли говоримо про спорідненість між рідними або двоюрідними братами? Відповідь полягає в тому, що рідні брати мають спільні гени, *крім* тих 90 % (чи скільки їх там є), які мають усі індивіди в будь-якому випадку. Існує певна базова спорідненість, яку мають всі представники того чи іншого виду; по суті, меншою мірою, спільна також для представників інших видів. Альтруїзм очікується стосовно індивідів, спорідненість яких вища за базову, якою б та не була.

У першому виданні я уник цієї проблеми, скориставшись трюком розгляду генів, які зустрічаються рідко. На певному етапі це було правильно, але не на подальших. Гамільтон сам писав про гени «ідентичні за походженням», але, як показав Алан Графен, це дає свої складнощі. Інші автори навіть не визнавали наявності якоїсь проблеми і просто говорили про абсолютні відсотки спільних генів, що є явною й недвозначною помилкою. Такі необачні розмови призвели до серйозних непорозумінь. Наприклад, один видатний антрополог в різківі атаці на «соціобіологію», опубліковану в 1978 році, намагався стверджувати, що, якби ми сприймали родинний добір серйозно, то мали б очікувати альтруїзму всіх людей один до одного, оскільки всі люди мають понад 99 % спільних генів. На цю помилку я коротко відповів у своїй статті «Дванадцять непорозумінь родинного добору» (вона там іде під номером п'ять). Інші одинадцять непорозумінь також варті уваги.

Алан Графен подає те, що може бути остаточним вирішенням проблеми вимірювання спорідненості в своїй статті «Геометричний погляд на спорідненість», яку я не намагатимусь тут коментувати. В іншій же статті «Природний добір, родинний добір та груповий добір» Графен прояснює ще одну часту й важливу проблему, а саме, — широко поширене неправильне використання концепції «сукупної пристосованості» Гамільтона. Він також представляє нам правильний та неправильний спосіб розрахунку витрат та вигод для генетичних родичів.

с. 157. ...броненосців... за цим варто було би поспостерігати тим, хто збирається до Південної Америки.

Нічого нового про броненосців не повідомляється, але на поверхню вийшли показові нові факти про іншу групу так званих «клонових» тварин — попелиць. Здавна було відомо, що попелиці (наприклад, зелені), нарівні зі статевим, мають також нестатеве розмноження. Якщо подивитись на скупчення попелиць на якійсь рослині, то вони всі цілком імовірно є членами одного клону ідентичних самиць, тоді як попелиці на сусідній рослині будуть членами іншого клону. Теоретично такі умови є ідеальними для еволюції альтруїзму родинного добору. Проте насправді жодних випадків альтруїзму попелиць не було відомо, допоки Шигейюкі Аокі не відкрив безплідних «солдатів» в одному японському виді попелиць у 1977 році, занадто пізно, щоби це потрапило до першого видання моєї книги. З тих пір Аокі виявив це явище у цілої низки різних видів, отримавши вагомі докази того, що воно незалежно виникало, принаймні, чотири рази у різних груп попелиць.

Якщо коротко, історія Аокі є такою. «Солдати» попелиць є анатомічно окремою кастою, такою самою окремою, як касти традиційних соціальних комах, на кшталт мурах. Це

личинки, що не досягають повної зрілості, а тому безплідні. Ані своїм зовнішнім виглядом, ані поведінкою вони не схожі на інших личинок, що живуть в один час із ними, проте *генетично* їм ідентичні. Як правило, солдати більші за інших комах, мають особливо великі передні ноги, через що нагадують скорпіонів, а з їхніх голів стирчать наперед гострі роги. Вони використовують цю зброю для боротьби та вбивства хижаків. У процесі цього вони часто гинуть, але, навіть якщо й ні, то все одно через їхнє безпліддя їх правильно вважати генетично «альтруїстичними».

Що тут відбувається, говорячи термінами егоїстичних генів? Аокі точно не вказує, що саме визначає, які індивіди стають безплідними солдатами, а які — звичайними репродуктивними дорослими особинами, але можна спокійно сказати, що це, вочевидь, має бути середовище, а не якась генетична відмінність. Висновок напрашується сам собою, оскільки безплідні солдати та звичайні попелиці на будь-якій окремо взятій рослині генетично ідентичні. Проте мають бути якісь гени здатності переключатися під впливом середовища на той чи інший шлях розвитку. Чому природний добір сприяв цим генам, навіть попри те, що деякі з них закінчують своє життя в організмі безплідних солдатів, а отже, не передаються наступним поколінням? Тому що завдяки солдатам, копії цих самих генів зберігалися в організмах репродуктивних особин. Обґрунтування тут те саме, що й для всіх соціальних комах (див. 1-й розділ), крім того, що в інших соціальних комах, таких як мурахи або терміти, гени в організмах безплідних «альтруїстів» мають лише *статистичний* шанс допомогти своїм копіям в організмах репродуктивних особин. Шанси альтруїстичних генів попелиць, безумовно, більші за статистичні, оскільки солдати належать до того самого клону, що й їхні репродуктивні сестри, яким вони приносять користь. У певному плані

попелиці Аокі служать найточнішою ілюстрацією правильності ідей Гамільтона з реального життя.

Чи не слід тоді прийняти попелиць до ексклюзивного клубу дійсно соціальних комах, який традиційно був цитаделлю мурах, бджіл, ос та термітів? Фактично, ентомологи-консерватори могли би забалотувати їх кандидатуру з багатьох підстав. Наприклад, попелиці не мають довговічної старої матки. Більш того, будучи справжнім клоном, вони не більш «соціальні», ніж клітини вашого організму. На рослині харчується одна-єдина тварина. Просто так сталося, що її організм розділений на фізично окремих попелиць, деякі з яких відіграють спеціалізовану захисну роль, точно як білі кров'яні тільця в організмі людини. Крім того, «справжні» соціальні комахи співпрацюють навіть не будучи частинами одного організму, тоді як попелиці Аокі співпрацюють тому, що таки належать до одного «організму». Мене вся ця семантика не переконує. На мою думку, якщо ви розумієте, що відбувається серед мурах, попелиць та людських клітин, то можете абсолютно вільно називати їх соціальними або ні, як вам буде завгодно. Щодо мене самого, то я маю причини називати попелиць Аокі соціальними організмами, а не частинами одного організму. Існують ключові властивості єдиного організму, які має одна попелиця, але яких не має клон попелиць. Ці міркування викладені в книзі «Розширений фенотип», у розділі під назвою «Перевідкриття організму», а також у новому розділі цієї книги під назвою «Довга рука гена».

с. 158. Родинний добір аж ніяк не є особливим прикладом групового добору.

Плутанина стосовно різниці між груповим та родинним доборами нікуди не ділася. Можливо, вона навіть погіршилась. Сьогодні мої зауваження лишень вдвічі актуальніші,

за винятком того, що, необережно дібравши слова, я сам припустився випадкової помилки на сторінці 102 першого видання цієї книги. В оригіналі я сказав (це одна з декількох речей, які я змінив у тексті цього видання): «Ми просто очікуємо, що троюрідні брати чи сестри зазвичай отримуватимуть стільки ж альтруїзму, скільки діти або рідні брати чи сестри». Як підкреслив С. Альтманн, це явно неправильно. Неправильно з тієї причини, що не має нічого спільного з ідеєю, яку я намагався просувати в той час. Якщо якась альтруїстична тварина має пиріг, щоби роздати його родичам, для неї взагалі немає жодних причин давати кожному родичу по шматочку, розмір якого визначається близькістю спорідненості. По суті, це призвело би до абсурду, оскільки всі представники виду (якщо вже не говорити про інші види) є, щонайменше, далекими родичами, а тому кожен із них міг би заявити свої права на ретельно відміряну частку! Натомість, якщо поблизу є якийсь близький родич, то немає жодних причин взагалі щось давати далекому. Відповідно до інших ускладнень, на кшталт законів спадної віддачі, весь пиріг слід було би віддати найближчому з наявних родичів. Звичайно ж, я мав на увазі таке: «Ми просто очікуємо, що вони зможуть отримати $\frac{1}{16}$ того альтруїзму, що належить дітям або рідним братам чи сестрам», і саме такий вигляд має ця фраза тепер на с. 158.

с. 158. З нього навмисно вилучаються діти, бо ж вони не вважаються родичами!

Я висловив сподівання, що Е. О. Вілсон, можливо, змінить своє визначення родинного добору в майбутніх роботах таким чином, щоби все ж включити дітей до числа «родичів». Радий повідомити вам, що в його книзі «Про природу людини» образлива фраза «крім дітей» таки дійсно (я не стверджую, що завдяки мені!) була вилучена. При цьому

він додає: «Хоча визначення родичів і стосується дітей, термін «родинний добір» зазвичай використовується лише якщо вплив здійснюється, принаймні, на якихось інших родичів, наприклад, братів, сестер або батьків». На жаль, біологи звикли використовувати цей термін саме в такому контексті, демонструючи, що багато з них все ще не усвідомили глибинні основи родинного добору. Вони *все ще* помилково вважають його чимось зайвим та специфічним, що виходить за межі звичайного «індивідуального добору». Це не так. Родинний добір впливає з фундаментальних припущень неodarвінізму, як ніч впливає з дня.

с. 160. Але чи можна очікувати на складні розрахунки...

Помилкове уявлення про те, що теорія родинного добору вимагає просто нереальної вправності тварин у розрахунках, неухильно підтримується одним поколінням студентів за іншим. І не лише студентів. Книга «Вживання та зловживання біології» видатного соціального антрополога Маршалла Салінса могла би скромно залишатись у тіні, якби її не проголосили «спустошливою атакою» на «соціобіологію». Наступна цитата, в контексті того, чи міг би родинний добір працювати у людей, є чи не занадто яскравою, щоби бути правдою:

Мимохідь треба відзначити, що епістеміологічні проблеми, представлені відсутністю лінгвістичної підтримки розрахунку коефіцієнтів спорідненості r, призводять до серйозного недоліку теорії родинного добору. Агже гробові числа зустрічаються в мовах світу дуже рідко, з'являючись лише в індоєвропейській та давніх цивілізаціях Близького й Далекого Сходу, але будучи загалом відсутніми серед так званих примітивних народів. Мисливці та збирачі зазвичай не ма-

ють систем підрахунку більше, ніж до трьох. Я утримуюсь від коментарів ще більшої проблеми того, як тварини мають визначати, що g [наприклад, двоюрідних братів] = $\frac{1}{8}$.

Це не вперше, коли мені доводиться цитувати цей дуже показовий уривок, і я можу також процитувати свою власну доволі жорстку відповідь на нього зі статті «Дванадцять непорозумінь родинного добору»:

На жаль для Салінса, він піддався спокусі «утриматись від коментарів» того, як тварини мають «визначати» g . Сама абсурдність цієї ідеї, яку він намагався висміяти, мала б увімкнути в нього у мозку сигнал тривоги. Мушля равлика — це досконала логарифмічна спіраль, але де равлик тримає свої логарифмічні таблиці; як, по суті, він їх читає, якщо кришталік його ока не має «лінгвістичної підтримки» для розрахунку g , коефіцієнту переломлення? Яким чином зелені рослини «визначають» формулу хлорофілу?

Річ у тім, що, якби ви задумались про анатомію, фізіологію чи ледь не будь-який аспект біології, а не лише про поведінку, як це робив Салінс, то прийшли би до тієї самої неіснуючої проблеми. Повний опис ембріонального розвитку будь-якої частини організму тварини чи рослини потребує складної математики, але це не означає, що тварина чи рослина сама повинна бути обдарованим математиком! Дуже високі дерева зазвичай мають величезні підпірки, які, неначе крила, виступають з основи їхніх стовбурів. У межах будь-якого виду, чим вище дерево, тим відносно більші його підпірки. Загальноприйнято, що форма та розмір цих підпірок близькі до економічного оптимуму для утримання

дерева у вертикальному стані, хоча інженерові знадобилися б доволі непрості математичні розрахунки, щоби це продемонструвати. Салінс чи хтось інший ніколи не став би сумніватися в теорії, що лежить в основі підпірок, на тій простій підставі, що дерева не мають математичного досвіду для проведення таких розрахунків. Чому тоді порушується проблема особливого випадку поведінки, якій сприяє родинний добір? Це не може бути тому, що йдеться про поведінку, а не анатомію, бо існує багато інших прикладів поведінки (я маю на увазі, не такої, якій сприяє родинний добір), яку Салінс з радістю би прийняв без його «епістемологічного» заперечення. Подумайте, наприклад, про мій власний опис (с. 160—161) складних розрахунків, які в певному сенсі ми всі повинні проводити кожного разу, коли ловимо м'яч. Мимоволі з'являється думка: а чи існують соціологи, які цілком задоволені теорією природного добору загалом але, з доволі сторонніх причин, що можуть проростати з історії їхнього предмету, відчайдушно хочуть знайти щось — *будь-що* — неправильне в теорії *родинного добору зокрема*?

с. 164. ...варто довідатися, як тварини насправді розпізнають своїх близьких родичів... Ми знаємо своїх родичів, бо нам про це сказали...

З часу виходу першого видання цієї книги вся проблема родинного розпізнавання стала ще більш актуальною. Тварини, а також це стосується і нас із вами, схоже, демонструють надзвичайно тонкі здібності відрізнити родичів від не родичів, часто за запахом. Те, що відомо на цей момент, зібрано в нещодавній книзі «Родинне розпізнавання у тварин». Розділ про людей Памели Веллс показує, що наведенне вище твердження («Ми знаємо своїх родичів, бо нам про це сказали») потребує доповнення: існують, як мінімум, побічні докази того, що ми здатні до використання різно-

манітних невербальних ключів, наприклад, запах поту наших родичів. Як на мене, вся суть проблеми передається цитатою, з якої починає Веллс:

всіх добрих товаришів ти пізнаєш
за запахом їхнім альтруїстичним.

е. е. каммінгс

Родичам може бути потрібно розпізнавати одне одного й з інших причин, ніж альтруїзм. Як ми побачимо в наступній примітці, вони можуть також хотіти підвести підсумки родинного та неродинного спаровування.

с. 165. ...шкідливим впливом рецесивних генів унаслідок спаровувань між близькими родичами. (Багатьом антропологам таке пояснення чомусь не до вподоби.)

Летальним геном є той, який убиває свого власника. Як і будь-який рецесивний ген, рецесивна леталь не проявляє свій вплив, якщо тільки не присутня в подвійній дозі. Рецесивні леталі залишаються в генофонді тому, що більшість індивідів, у яких вони є, мають лише одну їх копію, а тому ніколи не страждають від їхнього впливу. Будь-яка конкретна леталь зустрічається рідко, бо, якщо вона якимось чином поширюється, то зустрічає копії самої себе та вбиває своїх носіїв. Тим не менш, існує багато різних типів леталі, тому їх все одно може бути в нас повно. Оцінки варіюють залежно від того, скільки різних леталей ховається в генофонді людини. Деякі книги говорять в середньому про дві леталі на людину. Якщо якийсь випадковий чоловік спаровується з випадковою жінкою, то є доволі високі шанси, що його леталі не збігатимуться з її, а отже, їхні діти не страждають. Але якщо брат спаровується з сестрою або батько з донькою, ситуація буде загрозливо інша. Як би

рідко мої летальні рецесивні гени не траплялись у популяції загалом, і як би рідко летальні рецесивні гени моєї сестри не траплялись у популяції загалом, існує доволі тривожна можливість, що вони в нас однакові. Якщо провести розрахунки, виявиться, що коли я спаровуватимуся зі своєю сестрою, то на кожний мій летальний рецесивний ген один із восьми наших дітей буде народжений мертвим або помре в юному віці. До речі, з погляду генетики, померти в юному віці є навіть більше «летальним», ніж померти при народженні: мертвонароджена дитина не марнує стільки часу та життєвих сил своїх батьків. Але, як би ви до цього не ставилися, кровозмішування між близькими родичами є не тільки трохи шкідливим. Воно потенційно катастрофічне. Тому й добір на користь активного уникнення інцесту може бути не слабшим за будь-який тиск добору, що вимірювався в природі.

Антропологи, які виступають проти дарвінівського пояснення уникнення кровозмішування, мабуть, не усвідомлюють, який потужний постулат вони оскаржують. Їхні аргументи подекуди настільки слабкі, що здаються відчайдушними спробами щось довести. Зазвичай вони говорять щось, на кшталт: «Якби дарвінівський добір дійсно вбудував у нас інстинктивну відразу до кровозмішування, то нам непотрібно було би його забороняти. Заборона ж лише посилюється, бо люди мають потяг до інцесту. Отже, правило проти інцесту не може мати «біологічну» функцію, а лише чисто «соціальну». Це заперечення нагадує таке: «Автівкам непотрібні замки запалювання, бо вони вже мають замки на дверцятах. Тому замки запалювання не можуть бути протиугінними пристроями; вони, мабуть, мають якесь суто ритуальне значення!». Антропологи також полюбляють наголошувати на тому, що різні культури мають різні заборони, по суті, різні визначення родинних зв'язків. Вони, здається, вважають, що це теж заперечує дарвінів-

ське прагнення пояснити уникнення інцесту. Але з таким же успіхом можна було б говорити, що статевий потяг не може бути дарвінівською адаптацією, бо різні культури віддають перевагу спаровуванню в різних позах. Мені ж видається цілком імовірним, що уникнення інцесту в людей, не менше ніж в інших тварин, є якраз наслідком потужного дарвінівського добору.

Однак погано спаровуватися не лише з тими, хто генетично вам надто близький. Спаровуватися з надто далекими родичами теж може бути погано через генетичну несумісність між різними видами. Де саме проходить золота середина, передбачити важко. Чи слід вам спаровуватися із двоюрідними родичами? З троюрідними чи четвероюрідними? Патрік Бейтсон спробував з'ясувати, що саме з цього спектру вибирає перепілка японська. В експериментальній установці під назвою «Амстердамський апарат» птахам пропонувалося вибирати серед представників протилежної статі, виставлених за мініатюрними вітринками. Так от, вони віддавали перевагу двоюрідним перед рідними та взагалі неспорідненими птахами. Подальші експерименти наводять на думку, що молоді перепілки засвоюють характерні ознаки інших представників свого виводку, а потім, у більш зрілому віці, зазвичай вибирають собі статевих партнерів, які доволі схожі на цих представників, але не надто.

Тоді виходить, що перепілки уникають інцесту завдяки їхньому власному внутрішньому браку бажання щодо тих, з ким вони разом зростали. Інші тварини роблять це, дотримуючись законів суспільства, встановлених суспільством правил розселення. Наприклад, молодих самців левів виганяють із батьківського прайду, де залишаються рідні їм самиці, здатні їх спокусити, і розмножуються, лише якщо зуміють узурпувати інший прайд. У суспільствах шимпанзе та горил, навпаки, молоді самиці йдуть шукати собі партнерів

у інших зграях. Обидві схеми розселення, як і система перепілок, можна знайти також серед різноманітних культур нашого власного виду.

с. 170. Оскільки їм [господарям зозулі] не загрожує небезпека паразитування з боку представників свого власного виду...

Це, мабуть, справедливо для більшості видів птахів. Тим не менш, не слід дивуватись, з'ясувавши, що деякі птахи паразитують у гніздах свого власного виду. По суті, це явище виявляють у дедалі більшій кількості видів. Особливо тепер, коли для встановлення родинних зв'язків запроваджуються нові молекулярні техніки. Насправді, згідно з еорією егоїстичного гена, цього слід було б очікувати ще частіше, ніж нам наразі відомо.

с. 172. Родинний добір у левів

Наголос Бертрама на родинному доборі як основному рушієві співпраці у левів викликав заперечення К. Пекера та А. П'юзі. Вони заявили, що в багатьох прайдах два самця левів не є родичами. Пекер та П'юзі вважають, що, як мінімум, не менш імовірним поясненням співпраці у левів, ніж родинний добір, є взаємний альтруїзм. Хто знає, можливо, праві обидві сторони. 12-й розділ підкреслює, що взаємність («око за око») може виникати лише, якщо з самого початку буде зібрано критичний кворум тих, хто до неї готовий. Це гарантує, що потенційний партнер цілком може бути готовим до взаємності. Родинні зв'язки є, мабуть, найбільш очевидним способом цього досягти. Родичі зазвичай схожі один на одного, тому, навіть якщо критична частота не досягнута в популяції загалом, вона може бути досягнута всередині родини. Мабуть, співпраця в левів отримала свій початок завдяки родинним ефектам, про які говорить Бер-

трам, і це забезпечило необхідні умови для сприяння взаємності. Суперечку щодо левів можна вирішити лише фактами, а факти, як завжди, говорять нам лише про конкретний випадок, а не загальні теоретичні міркування.

с. 173. Якщо С — мій однайцевий близнюк...

Сьогодні широко відомо, що однайцевий близнюк теоретично є для вас таким самим цінним, як і ви самі — якщо тільки цей близнюк дійсно є гарантовано ідентичним. Менш широко відомо, що те саме справедливо й щодо гарантовано моногамної матері. Якщо ви напевне знаєте, що ваша матір продовжуватиме народжувати дітей виключно від вашого батька, то вона є для вас такою самою генетично цінною, як і ваш однайцевий близнюк або ви самі. Уявіть себе машиною з виробництва дітей. Тоді ваша моногамна матір є машиною з виробництва ваших (рідних) братів чи сестер, а рідні брати чи сестри є для вас такими самими генетично цінними, як і ваше власне потомство. Звичайно, при цьому ми нехтуємо всіма практичними міркуваннями. Наприклад, ваша матір старша за вас, хоча, робить це її кращою ставкою для майбутнього розмноження чи гіршою, ніж ви самі, залежить від конкретних обставин — вести тут якесь загальне правило ми не можемо.

Цей аргумент припускає, що на вашу матір можна покластися щодо продовження народження дітей від вашого батька, а не якогось іншого чоловіка. При цьому міра, до якої на неї можна покластися, залежить від системи спаровування виду. Якщо ви належите до виду, звиклого до нерозбірливості, то, вочевидь, не можете розраховувати, що діти вашої матері будуть вашими рідними братами чи сестрами. Навіть за умов ідеальної моногамії є один невідворотний момент, що зазвичай робить вашу матір гіршою ставкою, ніж ви самі. Ваш батько може померти. Через що

не варто сподіватися, що ваша матір продовжить народжувати від нього дітей, чи не так?

Що ж, правду кажучи, можна. Обставини, за яких це може статися, безумовно, становлять великий інтерес для теорії родинного добору. Як ссавці, ми звикли до ідеї, що народження слідує за спаровуванням через певний фіксований й доволі короткий проміжок часу. Самець людини може стати батьком посмертно, але не пізніше, ніж через дев'ять місяців (якщо без допомоги глибокої заморозки у банку сперми). Але є кілька груп комах, у яких самиця зберігає запаси сперми в себе всередині протягом усього свого життя, використовуючи її для запліднення яйцеклітин рік за роком, часто ще довго після смерті партнера. Якщо ви належите до такого виду, то потенційно дійсно можете бути цілком впевнені, що ваша матір залишатиметься доброю «генетичною ставкою». Самиця мурахи спаровується лише під час одного-єдиного шлюбного вильоту в ранньому віці. Потім вона втрачає крила та більше вже не спаровується ніколи. Загальновізнано, що у багатьох видів мурах самиця під час шлюбного вильоту спаровується з кількома самцями. Але якщо так сталося, що ви належите до одного з видів, чиї самиці завжди моногамні, то дійсно можете вважати вашу матір принаймні такою самою доброю генетичною ставкою, як і ви самі. Основна переваги молодого мурахи перед молодим ссавцем у тому, що не має значення, помер ваш батько чи ні (по суті, він майже напевно *таки* помер!). Ви можете бути цілком впевнені, що його сперма житиме після нього і що ваша матір зможе й далі народжувати ваших рідних братів чи сестер.

Виходить, що, якщо нас цікавлять еволюційні витоки братерської турботи та явищ на кшталт комах-солдатів, ми маємо звернути особливу увагу на ті види, у яких самиці зберігають запаси сперми протягом усього життя. Як розглядається в 10-

му розділі, щодо мурах, бджіл та ос існує особлива генетична відмінність — гаплодиплоїдія — яка, можливо, й спричинила їхній високий соціальний розвиток. Я ж хочу сказати, що гаплодиплоїдія є не єдиним причинним фактором. Як мінімум, не менш важливою була, мабуть, звичка зберігати сперму протягом усього життя. За ідеальних умов вона здатна зробити матір такою самою генетично цінною та вартою «альтруїстичної» допомоги, яким є однопляцевий близнюк.

с. 175. ...щось цікаве могли би розповісти соціальні антропологи.

Сьогодні ця ремарка змушує мене червоніти від сорому. З тих пір я добре засвоїв, що соціальні антропологи не лише мають, що розповісти про «ефект брата матері»: багато з них говорять про це роками! Ефект, який я «передбачив», є емпіричним фактом у великій кількості культур, добре відомих антропологам вже декілька десятиліть. Більш того, коли я запропонував конкретну гіпотезу, що «в суспільстві з високим рівнем подружньої невірності дядьки з боку матері мають бути більш альтруїстичними, ніж «батьки», оскільки вони мають більше підстав для впевненості у своїй спорідненості з дитиною» (с. 138), то, на превеликий жаль, не взяв до уваги, що Річард Александер вже висунув те саме припущення (примітку з визнанням цього було вставлено в додаткові наклади першого видання моєї книги). Ця гіпотеза була перевірена (серед інших і самим Александером) з використанням кількісних розрахунків з антропологічної літератури, результати яких виявилися позитивними.

7. ПЛАНУВАННЯ РОДИНИ

с. 178. ...Вінн-Едвардс чи не найбільш відповідальний за просування ідеї групового добору...

До Вінн-Едвардса загалом ставляться м'якше, ніж це часто буває з єретиками від науки. Попри явні помилки, його широко шанують (хоча я особисто вважаю, що це вже занадто) за те, що він підштовхнув людей чіткіше задуматись про особливості добору. Сам він великодушно зрікся своїх ідей у 1978 році, коли написав:

У наш час теоретичні біологи гійшли загальної згоди про неможливість створити реалістичні моделі, за допомогою яких повільне просування групового добору могло б наздогнати значно швидше поширення егоїстичних генів, які сприяють індивідуальній пристосованості. Відповідно, я пристаю на їхню гумку.

Можливо, це зречення й було великодушним, але на жаль, він зрікся знову, висловивши в своїй останній книзі нові ідеї.

Груповий добір, у тому сенсі, в якому ми звикли його розуміти, сьогодні ще менш у фаворі серед біологів, ніж коли вийшло перше видання цієї книги. Цілком можна пробачити, якщо ви думаєте інакше: адже виросло ціле покоління, особливо в Америці, що розкидається терміном «груповий добір» направо й наліво, немов конфетті. Під нього підводяться найрізноманітніші приклади, що колись (а для багатьох із нас і досі) чітко й недвозначно означали щось інше, скажімо, родинний добір. Мабуть, марно занадто дратуватися через такі семантичні коники. Тим не менш, уся проблема групового добору була дуже задовільно вирішена десятиліття тому Джоном Мейнардом Смітом та іншими, і мені дуже неприємно бачити, що сьогодні ми маємо два покоління та дві країни, розділені виключно різним розумінням тих самих англійських слів. Особливо прикро, що філософи, які сьогодні дещо запізно вступають у гру, почали з плутанини через ці нещодавні термінологіч-

ні проблеми. Як чіткий (та, сподіваюсь, тепер уже остаточний) розгляд проблеми неогрупового добору, я рекомендую есе Алана Графена «Природний добір, родинний добір та груповий добір».

8. БОРОТЬБА ПОКОЛІНЬ

с. 197. У 1972 році Р. Л. Тріверс чудово розв'язав цю проблему...

Роберт Тріверс, статті якого початку 1970-х стали для мене одними з найбільш надихаючих у написанні першого видання цієї книги та ідеї якого особливо домінують у 8-му розділі, нарешті випустив свою власну книгу «Соціальна еволюція». Я рекомендую її не лише через зміст, але й через стиль: чіткий, науково правильний, але з цілком достатньою антропоморфною безвідповідальністю, щоби подразнити зарозумілих, а також присмачений особистими автобіографічними відступами. Я просто не можу втриматись, аби не процитувати один із них, такий характерний для автора. Тріверс описує свій захват від спостереження за відносинами між двома конкурентними самцями бабуїнів у Кенії: «Була й інша причина для мого захвату, яка полягала в підсвідомій ідентифікації з Артуром. Артур був чудовим молодим самцем у розквіті років...». Наступний розділ Тріверса, присвячена конфлікту батьків та потомства, робить цю книгу ще більш актуальною. По суті, сьогодні мало що можна додати до його статті 1974 року, окрім, можливо, кількох нових фактичних прикладів. Теорія витримала випробування часом. Більш детальні математичні та генетичні моделі підтвердили, що переважно словесні аргументи Тріверса дійсно впливають з наразі прийнятої теорії Дарвіна.

с. 213. ...висловив думку, що... завжди перемагатимуть батьки.

У книзі 1980 року «Дарвінізм та справи людські» Александер великодушно визнав помилковість свого твердження, що перемога батьків у конфлікті з дітьми неминуче випливає з фундаментальних дарвінівських припущень. Сьогодні мені здається, що його тезу про асиметричну перевагу батьків над їхнім потомством у боротьбі поколінь можна було би зміцнити іншого роду аргументом, запропонованим Еріком Чарновим.

Чарнов писав про соціальних комах та походження безплідних каст, але його міркування має більш загальне застосування, тому я викладу їх у загальних термінах. Розглянемо молоду самицю якогось моногамного виду, не обов'язково комах, на порозі дорослого життя. Перед нею стоїть дилема: піти й спробувати розмножуватись самій або залишитись у батьківському гнізді та допомагати рости молодших братів та сестер. Через репродуктивні звички її виду вона може бути впевнена, що матір ще довго продовжуватиме народжувати її рідних братів та сестер. За логікою Гамільтона, ці рідні брати чи сестри є для неї такими самими генетично «цінними», якими було б її власне потомство.

З погляду генетичної спорідненості, цій молодій самиці буде байдуже, який із двох способів дій обрати; її не «турбує», піде вона чи залишиться. Але її батькам буде далеко не байдуже, що саме вона зробить.

Якщо подивитися з позиції її старої матері, то вибір тут робиться між дітьми та онуками. В генетичному сенсі нові діти вдвічі цінніші за нових онуків. Якщо ж говорити про конфлікт батьків та потомства щодо того, підуть діти чи залишаться та допомогатимуть по гнізду, Чарнов вважає, що в цьому конфлікті легко перемагають батьки, з тієї дуже вагомої причини, що лише батьки вбачають тут конфлікт взагалі!

Це трохи нагадує перегони між двома спортсменами, де одному пообіцяли тисячу фунтів стерлінгів лише за перемогу, тоді як його супернику пообіцяли стільки ж у будь-якому разі. Слід очікувати, що перший бігун докладатиме більше зусиль і що за інших рівних умов він, мабуть, переможе. Правда, аргумент Чарнова потужніший, ніж пропонує ця аналогія, оскільки витратність забігу не настільки висока, аби відлякувати багатьох людей, отримають вони фінансову винагороду чи ні. Для дарвінівських ігор такі олімпійські ідеали є надто великою розкішшю: зусилля в одному напрямку завжди обертаються марнуванням зусиль в іншому. Чим більше зусиль ви витрачаєте на конкретні перегони, тим менша ймовірність вашої перемоги в майбутніх перегонах через виснаження.

Умови будуть різними, залежно від виду, тому передбачити результати дарвінівських ігор можна не завжди. Тим не менш, якщо враховувати лише близькість генетичної спорідненості та виходити з моногамної системи спаровування (так, щоби донька могла бути впевненою, що брати їй повністю рідні), можна очікувати, що стара матір зуміє своїми маніпуляціями успішно змусити молоду дорослу доньку залишитися та допомагати. Матір може отримати все, тоді як донька не матиме жодних стимулів опиратися маніпуляціям матері, бо генетично їй байдуже, який саме вибір зробити.

І знову, важливо підкреслити, що це були міркування із серії «за інших рівних умов». Навіть попри те, що інші умови зазвичай будуть нерівними, аргументи Чарнова все ж можуть бути корисними для Александера або будь-якого іншого прихильника теорії батьківської маніпуляції. В будь-якому випадку, практичні міркування Александера щодо очікуваної перемоги батьків — батьки більші, сильніші і т. д. — цілком обґрунтовані.

9. БОРОТЬБА СТАТЕЙ

с. 219. ...наскільки ж тоді жорстокішим виглядатиме конфлікт між статевими партнерами, що не споріднені між собою?

Як і в багатьох інших випадках, це перше речення приховує не дуже помітний принцип «за інших рівних умов». Схоже на те, що партнери можуть отримати від співпраці чимало користі. Це простежується знову і знову протягом усього розділу. Зрештою, партнери, схоже, залучені до гри з ненульовою сумою, в якій вони обидва можуть збільшити свій виграш шляхом співпраці, а виграш одного необов'язково має бути програшем іншого (я пояснюю цю ідею у 12-му розділі). Це одне з тих місць у книзі, де мій тон надто сильно хитнувся у бік цинічного, егоїстичного погляду на життя. На той час це здавалося необхідним, оскільки домінантний погляд на залицяння у тварин хитнувся далеко в іншому напрямку. Майже скрізь люди некритично припускали, що партнери співпрацюватимуть один з одним геть в усьому. Можливість їхньої експлуатації один одним навіть не розглядалася. В такому історичному контексті очевидний цинізм цього речення цілком зрозумілий, але сьогодні я би висловився м'якше. Так само й мої зауваження про статеві ролі людей наприкінці цього розділу тепер здаються мені наївними. Детальніше еволюція статевих відмінностей людей розписана в книгах Мартіна Дейлі та Марго Вілсон «Стать, еволюція та поведінка», а також Дональда Саймонса «Еволюція людської сексуальності».

с. 222. ...кількість дітей, що їх може мати самець, є практично необмеженою. Саме з цього і починається експлуатація жінок.

У наш час підкреслювати невідповідність між розмірами сперматозоїдів та яйцеклітин як основу статевих ролей

здається неправильним. Навіть якщо один сперматозоїд і є дрібним та незначним, виробити мільйони сперматозоїдів та успішно ввести їх в самицю попри всю наявну конкуренцію потребує зусиль. Тому сьогодні я віддаю перевагу іншому підходу до пояснення фундаментальної асиметрії між самцями та самицями.

Почнімо з розгляду двох статей, що не мають жодних конкретних властивостей самців та самиць. Назвемо їх нейтрально: *A* і *B*. Нам лише потрібно обумовити, що всі спаровування мають відбуватися між якимись *A* і *B*. При цьому перед будь-якою твариною, будь то *A* чи *B*, стоїть вибір: час та зусилля, витрачені на боротьбу з конкурентами, неможливо витратити на вирощування вже існуючого потомства і навпаки. Можна очікувати, що будь-яка тварина збалансовуватиме свої зусилля між цими протилежними задачами. Я говорю про те, що *A* може встановлювати інший баланс, ніж *B*, і що одразу після того між ними може починатись ескалація відмінностей.

Щоби розібратися в цьому, уявімо, що ці дві статі *A* і *B* від початку відрізняються між собою уявленням про те, яким чином можна максимально впливати на їхній успіх: роблячи внесок у дітей чи в боротьбу (я використовуватиму слово «боротьба» у сенсі всіх різновидів прямої конкуренції всередині однієї статі). Спершу різниця між уявленнями статей може бути дуже незначною, оскільки я хочу сказати, що існує спадкова тенденція до її зростання. Скажімо, *A* починають з того, що більший внесок до їхнього репродуктивного успіху робить боротьба, а не батьківська поведінка, тоді як *B* починають з того, що внесок до їхнього репродуктивного успіху батьківської поведінки дещо більший, ніж боротьби. Це означає, наприклад, що хоча *A*, звичайно, іде на користь батьківська турбота, різниця між успішними та неуспішними турботливими батьками серед *A* є меншою

за різницю між успішними та неуспішними бійцями. Серед *B* все зовсім навпаки. Таким чином, якщо взяти конкретну кількість зусиль, *A* може зробити собі добре боротьбою, тоді як *B* більш імовірно зробить собі добре, переключивши свої зусилля з боротьби на батьківську турботу.

Отже, в подальших поколіннях *A* боротимуться трохи більше, ніж їхні батьки, тоді як *B* боротимуться трохи менше, а турбуватимуться трохи більше, ніж їхніх батьки. Тепер різниця між найкращим та найгіршим *A* щодо боротьби буде ще більшою, а різниця між найкращим та найгіршим *A* щодо турботи буде ще меншою. Тому *A* може отримати ще більше, вкладаючи свої зусилля в боротьбу, та ще менше, вкладаючи свої зусилля в турботу. Для *B* із плином поколінь все буде зовсім навпаки. Ключова ідея тут полягає в тому, що невеличка початкова різниця між статями може збільшувати сама себе: добір може початись із незначної початкової різниці та змусити її зростати дедалі більше, допоки *A* не стануть тими, кого ми сьогодні називаємо самцями, а *B* — тими, кого ми називаємо самицями. Початкова різниця може бути достатньо малою, щоби виникати випадково. Зрештою, малоімовірно, щоби стартові умови двох статей були абсолютно ідентичними.

Як ви побачите, це доволі схоже на теорію, запропоновану Паркером, Бейкером та Смітом, яка розглядається на с. 222, щодо прадавнього поділу примітивних гамет на сперматозоїди та яйцеклітини. Викладені міркування просто більш загальні. Адже поділ на сперматозоїди та яйцеклітини є лише одним аспектом більш масштабного поділу статевих ролей. Замість того, аби вважати його основним та простежувати всі характерні риси самців та самиць до нього, сьогодні ми маємо аргумент, що пояснює поділ на сперматозоїди та яйцеклітини, а також інші аспекти одним і тим самим чином. Потрібно лише припустити, що існують дві

статі, які мають спаровуватись одна з одною; більше про ці статі нам нічого знати не потрібно. Почавши з такого мінімального припущення, ми точно можемо очікувати, що, попри всю можливу рівність двох статей спочатку, потім вони розійдуться, спеціалізуючись на протилежних та доповнюючих репродуктивних техніках. Поділ на сперматозоїди та яйцеклітини є лише симптомом цього більш загального поділу, а ніяк не його причиною.

с. 234. Візьмімо метод аналізу агресивного суперництва Мейнарда Сміта і застосуймо його до статей.

Ця ідея спробувати знайти еволюційно стабільну суміш стратегій однієї статі, збалансовану еволюційно стабільною сумішню стратегій іншої статі, сьогодні отримала розвиток завдяки самому Мейнард Сміту та (незалежно, але паралельно) Алану Графену та Річарду Сіблі. Стаття Графена та Сіблі є технічно більш досконалою, тоді як міркування Мейнарда Сміта легше пояснити на словах. Якщо коротко, то він починає з розгляду двох стратегій, «захищати» та «кидати», якій можуть брати на озброєння обидві статі. Як і в моїй моделі «скромниця/розпусниця» та «вірний/бабій», постає цікаве запитання: Які комбінації стратегій серед самців є стабільними проти яких комбінацій стратегій серед самиць? Відповідь залежить від нашого припущення про конкретні економічні умови виду. От тільки, як би сильно ми не варіювали економічні припущення, всього спектру кількісно різноманітних стабільних результатів отримати не вдасться. Як правило, модель приводить лише до одного з чотирьох стабільних результатів. Ці результати названі на честь видів тварин, які їх уособлюють: «качка» (самець кидає, самиця захищає), «колючка» (самиця кидає, самець захищає), «дрозофіла» (обидва кидають) та «гібон» (обидва захищають).

А тепер щось іще цікавіше. Пам'ятаєте з 5-го розділу, що моделі ЕСС можуть привести до одного з двох результатів, де обидва однаково стабільні? Так от, це справедливо для моделі Мейнарда Сміта також. Особливо цікаво, що конкретні пари (на протипагу іншим парам) цих результатів є спільно стабільними за однакових економічних умов. Наприклад, за одного ряду обставин стабільними водночас є стратегії «качка» та «колючка». Яка з них дійсно виникне, залежить від долі або, точніше, від випадковостей еволюційної історії — стартових умов. За іншого ряду обставин стабільними водночас є стратегії «гібон» та «дрозофіла». І знову, яка з них дійсно виникне в будь-якого конкретного виду, визначається історичним випадком. Проте немає жодних обставин, за яких стабільними водночас є «гібон» та «качка», як і обставин, за яких стабільними водночас є «качка» та «дрозофіла». Цей «стабільно парний» (подвійний каламбур) аналіз сумісних та несумісних комбінацій ЕСС має цікаві наслідки для нашого відтворення еволюційної історії. Наприклад, він підводить нас до очікування, що одні види переключення між системами спаровування в еволюційній історії будуть імовірними, а інші неймовірними. Мейнард Сміт досліджує ці історичні переплетення в короткому огляді схем спаровування по всьому царству тварин, закінчуючи незабутнім риторичним питанням: «Чому самець ссавців не виробляє молоко?»

с. 237. ...можна сказати, що жодних коливань насправді не відбувається. Система тяжіє до стабільного стану.

Визнаю, що це твердження є неправильним. Проте воно неправильне таким цікавим чином, що я залишив цю помилку в тексті і тепер мушу приділити деякий час її поясненню. Насправді це той самий різновид помилки, який Гейл та Івз виявили в оригінальній статті Мейнарда Сміта та Прайса (див. примітку до с. 131). На мою помилку вказа-

ли два математичні біологи, які працюють в Австрії, — П. Шустер та К. Зигмунд.

Я правильно розрахував співвідношення «вірних» самців до «бабіїв» та «скромниць» до «розпусниць», при яких обидва типи самців були однаково успішними, як і обидва типи самиць. Це була справжня рівновага, але я не перевінив, чи *стабільна* вона. Вона могла виявитись свого роду ненадійним гострим піком, а не безпечною долиною. Щоби перевірити її стабільність, потрібно було вияснити, що може статись, якщо злегка порушити цю рівновагу (зіштовхни м'яч з гори, і ти його втратиш; штовхни його з долини вгору, і він повернеться назад). У моєму конкретному числовому прикладі рівноважне співвідношення для самців складало $5/8$ «вірних» та $3/8$ «бабіїв». Але що буде, як частка «бабіїв» у популяції випадково зросте до рівня, дещо вищого за рівноважний? Щоби рівновага вважалась стабільною та саморегульованою, «бабії» мають негайно почати жити гірше. На жаль, як показали Шустер та Зигмунд, відбувається зовсім інше: «бабії» починають жити краще! Їхня частота в популяції, таким чином, не лише не саморегулюється, але й самопідкріплюється. Вона зростає — не вічно, а лише до певного моменту. Якщо створити динамічну модель на комп'ютері, як зробив тепер я, ви отримаєте нескінченно повторюваний цикл. Іронія долі, що це якраз той цикл, який я гіпотетично описав на сторінках 197—198, але я думав, що роблю це просто для пояснення, так само, як з «яструбами» та «голубами». За аналогією з «яструбами» та «голубами», я припускав, доволі помилково, що цей цикл лише гіпотетичний і що система дійсно прийде до стабільної рівноваги. Останній удар Шустера та Зигмунда розставляє все по своїх місцях:

«Отже, підсумовучи, можна зробити два висновки:

(а) що боротьба статей має багато спільного з хижацтвом; та

(b) що поведінка коханців мінлива, як вітер, та непередбачувана, як погода».

Звичайно, людям не потрібні були диференційні рівняння, щоби давно це помітити.

с. 240. ...прикладі батьківської відданості винятково рідкісні, але серед риб вони трапляються доволі часто. Чому?

З тих пір студентська гіпотеза Тамсін Карлайл про риб пройшла порівняльний аналіз Марка Рідлі в ході вичерпного дослідження батьківської турботи по всьому царству тварин. Його стаття є дивовижним проявом винахідливості, початок якої, подібно до самої гіпотези Карлайл, теж поклато написання курсової роботи під моїм керівництвом. На жаль, він не знайшов доказів на користь цієї гіпотези.

с. 244. ...якогось нестабільного, неконтрольованого процесу.

Теорія неконтрольованого статевого добору Р. А. Фішера, яку він виклав надзвичайно стисло, сьогодні математично розтлумачена Р. Ланде та іншими. Вона виявилась доволі складною, але її цілком можна пояснити й нематематичними термінами, якщо надати для цього достатньо місця. Фактично, для цього потрібен цілий розділ, який і є у моїй книзі «Сліпий годинникар» (8-й розділ), тому тут більше нічого про неї говорити не буду.

Натомість, я займусь однією проблемою статевого добору, якій ще ніколи не приділяв достатньо уваги в жодній із моїх книг. Яким чином підтримується необхідна мінливість? Дарвінівський добір може функціонувати лише за умови достатньої генетичної мінливості для роботи. Якщо ви намагаєтесь розводити, скажімо, кроликів з дедалі довшими вухами, то спочатку матимете успіх. Середньоста-

тистичний кролик у дикій популяції матиме вуха середнього розміру (за кролячими мірками; за нашими, звичайно, вони будуть дуже довгими). Деякі кролики матимуть коротші за середні вуха, а деякі довші. Схрещуючи між собою лише тих, що мають найдовші, ви зумієте збільшити середню довжину вух у подальших поколіннях. Ненадовго. Але якщо ви *продовжите* схрещувати тих, що мають найдовші вуха, то рано чи пізно настане час, коли необхідна мінливість вже не буде доступною. Вони всі матимуть «найдовші» вуха, і еволюція забуксує. В звичайному еволюційному процесі такі речі не є проблемою, бо більшість середовищ не продовжують чинити постійний та стабільний тиск в одному напрямку. «Найкраща» довжина будь-якої конкретної частини тіла тварини зазвичай не буде «трохи довшою за нинішнє середнє значення, яким би воно не було». Найкраща довжина радше буде незмінною величиною, скажімо, три дюйми. Але статевий добір дійсно може мати бентежну властивість гнатися за невловимим «оптимумом». Смаки самиць дійсно можуть бажати дедалі довших вух самців, якими би довгими вже не були вуха нинішньої популяції. Тому мінливість дійсно може серйозно вичерпатись. І тим не менш, статевий добір, здається, спрацював; ми дійсно бачимо абсурдно видовжені прикраси самців. Схоже, ми маємо тут парадокс, який можна назвати парадоксом мінливості, що зникає.

Ланде вважає вирішенням цього парадоксу мутацію. На його думку, мутацій завжди вистачатиме для підживлення стабільного добору. Раніше люди у цьому сумнівались, бо мислили термінами одного гена за раз: частота мутацій в окремо взятому генетичному локусі є надто низькою для вирішення парадоксу мінливості, що зникає. Ланде нагадав нам, що на «хвості» та інші речі, над якими працює статевий добір, впливає нескінченно велика кількість різних

генів (так звані «полігени»), дрібні ефекти яких підраховуються всі разом. Більш того, в процесі продовження еволюції, набір відповідних полігенів змінюватиметься: до нього включатимуться нові гени, які впливають на мінливість «довжини хвоста», а старі виключатимуться. Мутація може впливати на будь-який ген із цього великого та мінливого набору, тому парадокс мінливості, що зникає, зникатиме сам.

В. Д. Гамільтон пропонує інше вирішення цього парадоксу. Він відповідає на нього в той самий спосіб, як і на більшість запитань у наші дні: «Паразити». Згадаймо кролячі вуха. Найкраща довжина для кролячих вух, вочевидь, залежить від різноманітних акустичних факторів. Немає жодних конкретних причин очікувати, що з плином поколінь ці фактори постійно й стабільно змінюватимуться в одному напрямку. Найкраща довжина кролячих вух не може бути абсолютно постійною, але добір все одно навряд чи здатен підштовхнути її в якомусь конкретному напрямку настільки, щоби вона вийшла за межі мінливості, легко встановлені нинішнім генофондом. А отже, жодного парадоксу мінливості, що зникає.

А тепер розгляньмо варіант середовища з різкими коливаннями, які забезпечують паразити. В повному паразитів світі існує потужний добір на користь здатності їм опиратися. Природний добір сприятиме будь-якому кролику, який буде найменш вразливим до навколишніх паразитів. Важливо розуміти, що це не завжди будуть ті самі паразити. Епідемії приходять та йдуть. Сьогодні це може бути міксоматоз, наступного року — кролячий еквівалент чуми, ще через рік — кролячий СНІД і т. д. А потім, скажімо, після десятирічного циклу, знову може повернутись міксоматоз та інші. Або сам вірус міксоматозу може виробити нову зброю проти вироблених кролями захисних пристосувань. Гамільтон змальовує цикли контрадаптації та контр-

контрадаптації безкінечними витками у часі, які постійно вперто оновлюють визначення «найкращого» кролика.

Висновком з усього цього є те, що між адаптаціями для стійкості до хвороб, порівняно з адаптаціями до фізичного середовища, існує якась важлива різниця. Хоча може бути доволі незмінна «найкраща» довжина кролячих лап, в плані стійкості до хвороб нема ніякого незмінного «найкращого» кролика. Зі зміною найнебезпечніших хвороб змінюється й «найкращий» кролик. Чи є паразити єдиними чинниками добору, що діють у такий спосіб? Як, наприклад, щодо хижаків та жертв? Гамільтон погоджується, що в своїй основі вони подібні до паразитів. Але вони не еволюціонують так швидко, як багато хто з паразитів. А ще паразити менш імовірно, ніж хижаки або жертви, виробляють детальні контрадаптації «ген за ген».

Гамільтон приймає циклічні виклики, пропоновані паразитами, та робить їх основою загальної більш масштабної теорії — його теорії про те, чому взагалі існує статеве розмноження. Але тут нас цікавить його використання паразитів для вирішення парадоксу мінливості, що зникає, при статевому доборі. Він переконаний, що спадкова стійкість до хвороб серед самців є найважливішим критерієм, за яким їх вибирають самиці. Хвороба — це така велика проблема, що самицям буде дуже корисна будь-яка здатність діагностувати її у потенційних партнерів. Самиця, яка здатна поставити діагноз не гірше за лікаря та вибирає для спарування лише найздоровішого самця, зазвичай отримуватиме здорові гени для своїх дітей. А оскільки визначення «найкращий кролик» весь час змінюється, самиці завжди матимуть якийсь важливий критерій вибору при оцінці самців. Завжди будуть якісь «добрі» та якісь «погані» самці. Навіть після багатьох поколінь добору вони не стануть всі «добрими», бо до того часу паразити зміняться, а тому змі-

ниться й визначення «доброго» кролика. Гени стійкості до одного штаму вірусу міксоми не сприятимуть стійкості до наступного штаму, що вийде на сцену в результаті мутації. І так далі, крізь безкінечні цикли появи нових епідемій. Паразити ніколи не закінчуються, тому й самицям не можна припиняти їхній невтомний пошук здорових партнерів.

А як самці реагуватимуть на їхнє скрупульозне вивчення самицями в ролі лікарів? Чи сприятиме добір генам імітації доброго здоров'я? Спочатку можливо, але потім добір впливатиме на самиць, аби відточити їхні вміння ставити правильний діагноз та відсіювати брехунів від дійсно здорових. У результаті, переконаний Гамільтон, самиці стануть настільки добрими діагностами, що самці будуть змушені (якщо вони взагалі себе рекламують) рекламувати себе чесно. Якщо якась статева самореклама самців ставатиме надмірною, це відбуватиметься тому, що вона буде правдивим показником здоров'я. Самці еволюціонуватимуть таким чином, аби легко демонструвати самицям, що вони здорові — якщо це так. Дійсно здорові самці будуть раді прорекламувати цей факт. Хворі ж, звичайно, ні, але що вони зможуть зробити? Якщо вони, хоча б, не спробують продемонструвати довідку про здоров'я, самиці приходять до найгірших висновків. До речі, всі ці розмови про лікарів можуть помилково наводити на думку, що самиці зацікавлені в лікуванні самців. Так от, їх цікавить лише діагноз, і цікавість ця аж ніяк не альтруїстична. І я вважаю, що більше немає потреби вибачатись за метафори, такі як «чесність» та «роблять висновки».

Повертаючися до роздумів про саморекламу, — схоже на те, що самиці змушують самців створювати певні медичні термометри, які би постійно стирчали з їхніх ротів, чітко демонструючи всі покази. Що може бути такими «термометрами»? Згадайте яскравий довгий хвіст самця райських

птахів. Ми вже бачили елегантне пояснення цієї елегантної прикраси, запропоноване Фішером. Пояснення Гамільтона загалом більш приземлене. Частим симптомом хвороби у птахів є діарея. Якщо ви маєте довгий хвіст, діарея його, скоріш за все, забруднить. Якщо ви хочете приховати той факт, що страждаєте від діареї, то найкращим способом зробити це було б не мати довгого хвоста. Так само, якщо ви хочете розрекламувати той факт, що не страждаєте на діарею, то найкращим способом зробити це було б мати дуже довгий хвіст. Завдяки цьому той факт, що хвіст у вас чистий, буде більш помітним. Якщо ж взагалі майже не мати хвоста, самиці не зможуть бачити, чистий він чи ні, а тому робитимуть найгірші для вас висновки. Гамільтон, можливо, й не взяв би на себе це *конкретне* пояснення хвостів райських птахів, але воно є чудовим прикладом того *роду* пояснень, які йому подобаються.

Отже, я скористався порівнянням самиць з лікарями-діагностами, а самців із хворими, які полегшують їхнє завдання, скрізь виставляючи на показ свої «термометри». Продовження ж аналогії з іншими лікарськими атрибутами, на кшталт тонометра та стетоскопа, навело мене на деякі роздуми про статевий добір у людей. Представлю їх коротко, хоча й визнаю, що вважаю їх більш захоплюючими, ніж правдоподібними. Перш за все, теорія про те, чому люди втратили кістку пеніса. Звичайно, ерегований чоловічий пеніс може бути таким твердим та негнучким, що люди жартома висловлюють скептицизм щодо відсутності всередині нього кістки. Власне кажучи, багато ссавців таки мають всередині кістку під назвою бакулум або *os penis*, що надає пенісу жорсткості, допомагаючи підтримувати ерекцію. Більш того, вона поширена серед наших родичів-приматів; її має навіть наш найближчий кузен шимпанзе, хоча й загальновизнано, що вона дуже крихітна і в подальшому

процесі еволюції може зникнути зовсім. Схоже, що у приматів спостерігається тенденція до зменшення кістки пеніса, але наш вид, наряду з іще декількома видами мавп, втратив її геть зовсім. Виходить, що ми позбулися кістки, яка, вочевидь, полегшувала нашим предкам завдання із забезпечення твердості пеніса. Натомість ми цілком покладемося на гідравлічну насосну систему, яка, поза всякими сумнівами, є лише дороговартісним та обхідним способом робити те саме. А як відомо, ерекція може не спрацювати в потрібний момент — що доволі погано (якщо не сказати більше) для генетичного успіху самця у дикій природі. Як же можна гарантовано від цього застрахуватися? Кісткою в пенісі, певна річ. Так чому ж нам не відростити собі таку? Цього разу в біологів із бригади «генетичних обмежень» не вийде відбутись словами: «О, для цього просто не виникла необхідна варіація». Ще до недавнього часу наші предки мали саме таку кістку, але ми зробили все можливе, аби її втратити! Чому так?

Ерекція в людей досягається виключно завдяки тиску крові. На жаль, припущення про те, що потужність ерекції еквівалентна лікарському тонометру, який використовують самиці для визначення здоров'я самців, малоімовірно. Але ж ми зовсім не прив'язані до метафори тонометра. Якщо з *будь-якої* причини проблема з ерекцією є чутливим раннім показником певного нездоров'я, фізичного або психічного, якась версія цієї теорії може працювати. Самицям просто потрібен надійний інструмент діагностики. Зазвичай же лікарі не використовують тест на ерекцію при медичних оглядах, а лише просять показати язика. Між тим, проблема з ерекцією відома як ранній показник діабету та деяких нервових хвороб. Значно частіше вона впливає з психологічних факторів — депресії, тривоги, стресу, перевтоми, втрати впевненості в собі тощо. (У природі пробле-

ма такого роду може вказувати на низьке положення самця в ієрархії зграї. Деякі мавпи використовують ерегований пеніс як погрозу.) Малоймовірно, що, вдосконаливши свої діагностичні навички за допомогою природного добору, самиці можуть по крихті збирати інформацію про здоров'я самця та його здатність впоратися зі стресами завдяки лише тону та міцності його пеніса. Але кістка могла би змінити ситуацію! Будь-хто може відростити в пенісі кістку; для цього не треба бути особливо здоровим чи сильним. Саме тому селекційний тиск самиць і змусив самців втратити *os penis*, бо тоді лише дійсно здорові та сильні самці зможуть продемонструвати по-справжньому потужну ерекцію, що дасть змогу самицям безперешкодно ставити свій діагноз.

Цей момент може викликати суперечку. Не зовсім зрозуміло, як би самиці, які здійснюють добір, знали, чим саме обумовлена твердість пеніса самця під час статевого акту: кісткою чи гідравлічним тиском? Зрештою, ми ж почали зі спостереження, що ерегований чоловічий пеніс може завдяки твердості нагадувати кістку. Але я маю сумнів, що жінок дійсно було би так легко обдурити. Адже вони теж пройшли добір, в їхньому випадку не щоби втратити кістку, а щоби здобути критичність суджень. І не забудьте, що жінка може бачити той самий пеніс не в стані ерекції, коли контраст є надзвичайно вражаючим. Кістки не можуть спадати (хоча загальноновизнано можуть втягуватись). Можливо, саме вражаюче подвійне життя пенісу й гарантує справжність реклами гідравлічної системи.

Тепер про «стетоскоп». Розглянемо іншу відому проблему спальні — хропіння. Сьогодні воно може бути просто соціальною незручністю. Але колись воно могло бути питанням життя чи смерті. В глибокій тиші ночі хропіння звучить надзвичайно голосно. Воно може приваблювати до хропуна та тих, хто навколо нього, хижаків з усіх усюд.

Чому ж тоді так багато людей хропуть? Уявіть сплячу групу наших предків в якійсь плейстоценовій печері, де чоловіки хропуть на всі заставки, а жінки не можуть заснути і змушені лише слухати цей концерт (думаю, що чоловіки дійсно хропуть більше). Чи надають їм чоловіки якусь спеціальну додаткову інформацію про своє здоров'я? Чи може певна якість та тембр хропіння бути діагностичним показником здоров'я дихальних шляхів? Я не хочу сказати, що люди хропуть, лише коли вони хворі. Хропіння радше нагадує радіочастоту, яка гуде незалежно від чогось — це чіткий сигнал, що діагностично чутливими способами *могується* стан здоров'я носоглотки. Ідея про те, що жінки віддають перевагу чистому трубному звуку вільних бронхів перед хропунами з вірусами, звичайно, гарна, але зізнаюся, що мені важко уявити жінок, які б позитивно сприймали хропунів взагалі. Все ж, особиста інтуїція, як відомо, ненадійна. Думаю, що це, принаймні, могло б стати цікавою темою дослідження якогось лікаря з проблем сну. Замислившись над цим, він міг би зацікавитись також перевіркою іншої теорії.

Ці два міркування не слід сприймати надто серйозно. Вони б мали успіх, якби використали принцип теорії Гамільтона про те, як самиці намагаються вибирати здорових самців. Мабуть, найцікавішим у них є те, що вони підкреслюють зв'язок між паразитарною теорією Гамільтона та теорією «гандикапа» Амоца Захаві. Якщо простежити логіку моєї гіпотези про пеніс, ви побачите, що втрата кістки створила самцям перешкоди, і ці перешкоди не просто випадкові. Реклама гідравлічної системи ефективна *саме тому*, що ерекція іноді дає збій. Читачі-дарвіністи, безумовно, вловили значення цього «гандикапа», і це могло викликати в них серйозні підозри. Я прошу їх трохи зачекати з висновками, до поки вони не прочитають наступну примітку, присвячену новому погляду на сам принцип гандикапа.

с. 245. ...[Захаві]... нахабно протилежний «принцип гандикапа».

У першому виданні цієї книги я писав: «Я не вірю в цю теорію, хоча вже й не настільки твердий у своєму скептицизмі, як був, коли почув її вперше». Тепер я радію, що додав це «хоча», бо теорія Захаві сьогодні виглядає значно більш імовірною, ніж коли писалися ті рядки. Нещодавно її почали сприймати серйозно навіть кілька поважних теоретиків. Найцікавіше, що до них потрапив і мій колега Алан Графен, що, як вже не раз визнавалося документально, «має найбільш дратівливу звичку завжди виявлятися правим». Він перетворив словесні ідеї Захаві на математичну модель і стверджує, що вона працює. І це не якась фантастична, вузькоспецифічна пародія на Захаві, на кшталт тих, з якими гралися інші, а прямий математичний переклад самої ідеї Захаві. Нижче я розгляну оригінальну ЕСС-версію моделі Графена, хоча сам він наразі працює над повною генетичною версією, яка певним чином перевершуватиме ЕСС-модель. Це не означає, що ЕСС-модель насправді неправильна. Вона просто є доволі приблизною. По суті, всі ЕСС-моделі, включаючи й описані у цій книзі, є приблизними в тому самому сенсі.

Принцип гандикапа потенційно підходить для всіх ситуацій, в яких одні індивіди намагаються оцінити якість інших, але ми говоритимемо про самців, котрі рекламують себе самицям. Такий приклад обрано для більшої ясності, адже це один із тих випадків, коли сексизм займенників насправді корисний. Графен відзначає, що існують як мінімум чотири підходи до принципу гандикапа. Їх можна назвати: відбірко-вий гандикап (самець, який вижив попри його гандикап, має бути доволі гарним у інших відношеннях, тому самиці його й обирають); показовий гандикап (самці виконують якесь складне завдання, щоби показати здібності, яких інакше не видно); умовний гандикап (гандикап взагалі розвивається

лише в першокласних самців); та, нарешті, улюблена інтерпретація Графена, яку він називає гандикапом стратегічного вибору (самці мають конфіденційну інформацію про їхні власні якості, закриту для самиць, і використовують цю інформацію для «вирішення», чи відрошувати той чи інший гандикап та наскільки великим він має бути). Графенівська інтерпретація гандикапа стратегічного вибору сама себе аналізує на ЕСС. Не існує жодного попереднього припущення, що самореклама самців дорого коштуватиме чи створить перешкоди. Навпаки, самці можуть вільно створювати будь-яку саморекламу, чесну чи нечесну, дорогу чи дешеvu. Проте Графен засвідчує, що, враховуючи таку свободу з самого початку, система гандикапа цілком могла би виникнути як еволюційно стабільна.

Графен виходив із таких чотирьох стартових припущень:

1. Всі самці різняться за своєю істинною якістю. Причому якість — це не якась невиразна снобістська ідея, така як бездумні гордощі за свій старий коледж чи братерство (якось я отримав від одного читача листа, який закінчувався так: «Сподіваюся, цей лист не здасться вам зарозумілим, адже я закінчив коледж Бейліол»). У розумінні Графена, якість означає існування таких речей, як гарні самці та погані самці, в тому сенсі, що самиці виграли би генетично, якби спарувалися з гарними та уникали поганих. Вона означає щось на зразок м'язової сили, швидкості бігу, здатності знаходити поживу, здатності будувати добрі гнізда. Ми не говоримо про фінальний репродуктивний успіх самця, оскільки на нього вплине те, чи виберуть його самиці. Така розмова зараз відволікла би нас від суті запитання загалом — це те, що може виявитись або не виявитись на моделі.

2. Самиці не здатні сприймати якість самця безпосередньо, а змушені поклагатись на саморекламу самця. На цьому етапі ми не робимо жодних припущень, чи є такі самореклами чесними. Чесність — це щось інше, що може виявитись або не виявитися на моделі (для цього ж модель і потрібна). Самець, наприклад, міг би відростити собі надмірно роздуті плечі, щоби створити ілюзію великого розміру та сили. Справа моделі сказати нам, чи буде такий фальшивий сигнал еволюційно стабільним, чи природний добір сприятиме скромним, чесним та правдивим стандартам самореклами.

3. На відміну від самиць, які до них приглядаються, самці в певному сенсі «знають» свою власну якість та приймають певну «стратегію» самореклами — правило умовної самореклами в світлі їхньої якості. Під словом «знають» я не маю на увазі усвідомлене знання. Але самці начебто мають гени, які вмикаються умовно, залежно від власної якості самця (причому привілейований доступ до цієї інформації не є необхідним припущенням, адже гени самця вбудовані в його внутрішню біохімію та мають значно краще розташування для реакції на його якість, аніж гени самиць). Різні самці приймають різні правила. Наприклад, один самець може дотримуватися правила: «Демонструй хвіст, чий розмір є пропорційним до твоєї істинної якості», тоді як інший може дотримуватись зовсім протилежного правила. Це дає природному доброві можливість коригувати правила, добираючи самців, які генетично запрограмовані приймати інші лінії поведінки. Рівень самореклами не повинен бути прямо пропорційним істинній якості; по суті, самець може прийняти зовсім інше правило. Потрібно лише,

щоби самці були запрограмовані прийняти хоч якесь правило «орієнтування» на їхню істинну якість та вибору на її підставі рівня самореклами — скажімо, розміру хвоста чи рогів. Щодо того, яке з можливих правил в результаті виявиться еволюційно стабільним, то це знову покликана показати модель.

4. Самиці паралельно вільні створювати власні правила. Щодо них правила стосуються вибору самців на підставі інтенсивності самореклами останніх (пам'ятайте, що вони, або радше їхні гени, позбавлені привілейованого доступу до інформації про саму якість). Наприклад, одна самиця може прийняти правило: «Вір самцям в усьому», друга: «Повністю ігноруй саморекламу самців», тоді як третя: «Уявляй протилежне, що би не казала ця самореклама».

Отже, ми маємо ідею самців, які різняться за своїми правилами співвідношення якості до рівня самореклами, та самиць, які різняться за своїми правилами співвідношення вибору партнерів до рівня самореклами. В обох випадках правила різняться безперервно та під впливом генів. Виходить, що самці можуть вибирати будь-яке правило співвідношення якості до самореклами, а самиці можуть вибирати будь-яке правило співвідношення самореклами самців до свого вибору. Спробуємо знайти в цьому спектрі можливих правил самців та самиць еволюційно стабільну пару правил. Це трохи схоже на модель «вірний/бабій» та «скромниця/розпусниця» в тому плані, що ми шукаємо еволюційно стабільне правило самців та еволюційно стабільне правило самиць, де «стабільність» означає взаємну стабільність, при якій кожне правило є стабільним у присутності самого себе та іншого. Якщо ми зуміємо знайти таку еволюційно стабільну пару правил, то зможемо до-

слідити їх, щоб побачити, як могло би виглядати життя в суспільстві із самців та самиць, які грають за цими правилами. Зокрема, чи буде це світ гандикапів Захаві?

Графен поставив перед собою задачу знайти таку взаємно стабільну пару правил. Якби я взявся за вирішення цієї задачі, то, мабуть, загруз би у трудомісткому комп'ютерному моделюванні. Я би ввів у комп'ютер низку самців, які різняться за своїми правилами співвідношення якості до самореклами. І я би також ввів низку самиць, які різняться за своїми правилами вибору самців на підставі рівня самореклами останніх. Потім я би дозволив цим самцям та самицям шуруватися всередині комп'ютера, стикаючись один з одним, спаровуючись при дотриманні критерію вибору самиць та передаючи їхні правила синам і донькам. І, звичайно ж, індивіди б виживали або не могли вижити внаслідок успадкованої ними «якості». З плином поколінь зміна долі кожного з правил самців та кожного з правил самиць проявлялася б як зміна їхньої частоти в популяції. З певними проміжками я би зазираєв усередину комп'ютера, щоби побачити, чи не утворилась там якась стабільна суміш.

В принципі, цей метод мав би спрацювати, але на практиці він доволі складний. На щастя, математики можуть прийти до того самого висновку, що й комп'ютерне моделювання, склавши декілька рівнянь та розв'язавши їх. Саме так і зробив Графен. Не буду повторювати його математичні міркування, як і його подальші, більш детальні припущення. Натомість, перейду безпосередньо до кінцевого висновку. Він таки знайшов еволюційно стабільну пару правил.

Отже, до головного запитання. Чи є ЕСС Графена таким світом, який Захаві визнав би світом гандикапів та чесності? Відповідь позитивна. Графен встановив можливість

існування еволюційно стабільного світу, що поєднує в собі такі описані Захаві властивості:

- 1. Незважаючи на наявність вільного стратегічного вибору рівня самореклами, самці вибирають рівень, який точно демонструє їхню істинну якість, навіть якщо це означає вигачу таємниці, що їхня істинна якість є низькою. Іншими словами, при ЕСС самці є чесними.*
- 2. Незважаючи на наявність вільного стратегічного вибору реакції на саморекламу самців, самиці, врешті-решт, вибирають стратегію «Вір самцям». При ЕСС самиці є виправдано «говірливими».*
- 3. Самореклама коштує дорого. Іншими словами, якби можна було якось обійти ефекти якості та привабливості, самцям було би краще не вдаватися до самореклами (зберігаючи завдяки цьому сили або менше привертаючи увагу хижаків). І річ не лише у високій вартості як такої — саме через неї вибирається конкретна система самореклами. Та чи інша система самореклами вибирається саме тому, що вона насправді має ефект зниження успіху того, хто рекламує — за всіх інших рівних умов.*
- 4. Самореклама коштує дорожче гіршим самцям. Один і той самий рівень самореклами підвищує ризик для кволого самця більше, ніж для сильного. Дорога самореклама наражає самців низької якості на більший ризик, ніж самців високої якості.*

Ці властивості, особливо третя, є абсолютно в дусі Захаві. Демонстрація Графена, що вони є еволюційно стабільними за цілком імовірних умов, здається дуже переконливою. Але такими ж здаються й міркування критиків Захаві, які вплинули на перше видання цієї книги та які дійшли

висновку, що ідеї Захаві не можуть працювати під час еволюції. Тому не слід радіти з думок Графена, допоки ми не будемо задоволені, зрозумівши, де саме (якщо взагалі десь) ці попередні критики пішли не туди. Яке їхнє припущення привело їх до іншого висновку? Частиною відповіді, схоже, є те, що вони не дозволили своїм гіпотетичним тваринам вибирати з безперервного ряду стратегій. Дуже часто це означало, що вони трактували словесні ідеї Захаві одним із трьох перших видів інтерпретації, перерахованих Графеном — відбірковий гандикап, показовий гандикап або умовний гандикап. При цьому вони не розглядали жодного варіанту четвертої інтерпретації — гандикап стратегічного вибору. В результаті вони або не могли змусити принцип гандикапа працювати взагалі, або він працював, але лише за особливих, математично абстрактних умов, що не створювали повною мірою парадоксального відчуття ідей Захаві. Більш того, важливою особливістю інтерпретації принципу гандикапа стратегічного вибору є те, що при ЕСС індивіди високої та низької якості всі дотримуються тієї самої стратегії: «Рекламуйся чесно». Автори попередніх моделей припустили, що самці високої якості дотримуються інших стратегій, ніж самці низької якості, а тому розробляли інші самореклами. Графен, натомість, припустив, що при ЕСС відмінності між рекламістами високої та низької якості виникають тому, що вони всі дотримуються тієї самої стратегії, а відмінності в їхніх саморекламах виникають тому, що їхні відмінності в якості точно передаються правилом рекламування.

Ми завжди визнавали, що самореклами фактично можуть бути гандикапами. Ми завжди розуміли, що екстремальні гандикапи (особливо в результаті статевого добору) могли виникнути *попри* той факт, що вони є перешкодами для нормального життя індивіда. Однак ми всі заперечували

ту частину теорії Захаві, де йдеться про те, що добір міг сприяти саморекламам *саме тому*, що вони були перешкодами для нормального життя рекламистів. Таку позицію, вочевидь, і обстоював Алан Графен.

Якщо ідеї Графена правильні (а я думаю, що так і є), це має надзвичайну важливість для всього вивчення сигналів тварин. Можливо навіть, що доведеться внести радикальні зміни в усе наше бачення еволюції поведінки, в наше бачення багатьох моментів, які розглядаються у цій книзі. Сексуальна самореклама — це лише один із різновидів самореклами. Якщо теорія Захаві-Графена правильна, вона переверне з ніг на голову ідеї біологів про відносини між конкурентами однієї статі, між батьками та дітьми, між ворогами різних видів. Я вважаю таку перспективу доволі тривожною, бо це означає, що з позицій здорового глузду більше не можна буде відкидати найбожевільніші теорії. Якщо ми раптом побачимо тварину, яка робить щось дійсно дурне, наприклад, стоїть на голові замість втікати від лева, то може виявитися, що вона робить це з метою показати себе перед самицею. А може навіть перед левом: «Я — настільки високоякісна тварина, що ти лише змарнував би час, намагаючися мене зловити» (див. с. 262).

Але яким би божевільям не вважав те чи інше я, природний добір може мати зовсім іншу думку. Тварина за просто робитиме сальто під носом у зграї голодних хижаків, якщо ризики тут підвищують цінність самореклами більше, ніж загрожують рекламистові. Саме небезпека надає цьому жесту сили. Звичайно, природний добір не сприяв би безмежній небезпеці. Стаючи геть безрозсудним, такий ексгібіціонізм каратиметься. Ризиковані або просто витратні вистави можуть здаватися нам божевільними, але, загалом, нам до того немає жодного діла. Судити про це має право один лише природний добір.

10. ПОЧУХАЙ МЕНІ СПИНУ, І Я НА ТВОЇЙ ПРОЇДУСЬ

с. 265. ...схоже, що насправді це [еволюція безплідних робітників] сталося лише у соціальних комах.

Так ми всі й думали. Але ми не врахували голого землекопа. Це такий вид безшерстих, майже сліпих дрібних гризунів, що живуть великими підземними колоніями в сухих районах Кенії, Сомалі та Ефіопії. Виявилось, що вони є справжніми «соціальними комахами» світу ссавців. Перші дослідження їхніх колоній у неволі, проведені Дженніфер Джарвіс в Університеті Кейптауна, сьогодні вже доповнені польовими спостереженнями Роберта Бретта в Кенії. При цьому Річард Александер та Пол Шерман проводять в Америці подальші дослідження колоній у неволі. Ці четверо дослідників пообіцяли видати спільну книгу, і особисто я нетерпляче на неї чекаю. Тим часом, моя примітка базується на кількох вже опублікованих статтях та наукових доповідях Пола Шермана та Роберта Бретта. Мені також пощастило ознайомитися з колонією голих землекопів у Лондонському зоопарку, яку мені показав тодішній куратор відділу ссавців Брайан Бертрам.

Голі землекопи живуть у широко розгалужених підземних нірках. Як правило, колонії нараховують 70—80 особин, але можуть сягати й кількох сотень. Загальна довжина мережі нірок, зайнятих однією колонією, може складати декілька кілометрів, причому щорічно колонія викидає на поверхню до чотирьох тонн ґрунту. Риття тунелів у них є спільною справою. Забійник вгризається в ґрунт перед собою зубами, передаючи вирите назад по живому конвеєру — вируючому, безладному ланцюжку з півдюжини дрібних рожевошкірих тваринок. Час від часу забійника змінює один із робітників за ним.

В колонії розмножується лише одна самиця раз на кілька років. Джарвіс (на мою думку, з повним на це правом)

використовує термінологію соціальних комах та називає її маткою. Ця матка спаровується лише з двома-трьома самцями. Всі інші особини обох статей не розмножуються, подібно до комах-робітників. При цьому, як і в багатьох видів соціальних комах, якщо матку усунути, кілька раніше безплідних самиць поступово стають здатними до розмноження, після чого змагаються одна з одною за місце матки.

Безплідні особини називаються «робітниками», і це знову достатньо справедливо. Як і в термітів (але не мурах, бджіл та ос, серед яких вони представлені лише самицями), робітники землекопів бувають обох статей. Виконувати робітниками функції залежать від їхнього розміру. Найдрібніші, яких Джарвіс називає «звичайними робітниками», риють та переміщують ґрунт та годують потомство, вочевидь, звільняючи матку від турбот для зосередження на дітонародженні. Матка землекопів має більші виводки, ніж зазвичай інші гризуни її розміру, чим знову нагадує маток соціальних комах. Найбільші безплідні, здається, лише те й роблять, що сплять та їдять, тоді як робітники середнього розміру поводяться проміжним чином: спостерігається радше поступова видозміна особин, як у бджіл, а не незмінні касти, як у багатьох мурах.

Спочатку Джарвіс назвала найбільших безплідних особин «непрацюючими». Але чи може так бути, що вони дійсно нічого не роблять? Сьогодні побутує думка, базована як на лабораторних, так і на польових спостереженнях, що вони є солдатами, які захищають колонію у випадку загрози — головним чином від змій. Існує також можливість, що вони є такими собі «бочками для їжі», на кшталт медових мурах (див. с. 263). Землекопи є гомокопрофагами, що є ввічливим способом сказати, що вони їдять фекалії один одного (правда, не лише їх, інакше це порушувало б закони Всесвіту). Можливо, великі особини накопичують їхні фекалії в ор-

ганізмі, коли їжі вдосталь, щоби можна було скористатися ними як аварійним запасом, коли їжі буде мало, — виконують цінну роль свого роду складської команди.

Для мене найбільш загадковою рисою голих землекопів є те, що, попри всю свою схожість на соціальних комах, вони, здається, не мають жодної касти, еквівалентної молодим крилатим репродуктивним мурахам та термітам. Вони, звичайно, мають репродуктивних особин, але ті не починають свою кар'єру, стаючи на крило та розносячи свої гени по нових землях. Наскільки відомо, колонії голих землекопів просто ростуть завдяки розширенню системи підземних нірок. Не помітно, щоб у них були особини, які розселяються на далекі відстані, подібно до крилатих репродуктивів. Для моєї дарвіністської інтуїції це настільки дивно, що спокушає до певного роду спекуляцій. Передбачаю, що одного дня ми все ж виявимо фазу розселення, яку досі, з якихось причин, просто ще не помітили. Навряд чи можна сподіватися, що у цих особин в буквальному сенсі відростуть крила! Але вони цілком можуть різними способами пристосуватися до життя на поверхні землі, а не під нею. Наприклад, вкритися шерстю, переставши бути голими. Наразі землекопи не регулюють температуру свого тіла так, як це роблять звичайні ссавці, більше нагадуючи в цьому плані «холоднокровних» рептилій. Можливо, вони контролюють температуру всі разом — що знову робить їх схожими на термітів та бджіл. А може, вони користуються добре відомою постійною температурою будь-якого доброго льоху? В будь-якому разі, мої гіпотетичні особини, що розселяються, на відміну від підземних робітників, цілком можуть стати традиційно «теплокровними». А чи не може якийсь, давно вже відомий нам, укритий шерстю гризун, раніше віднесений до зовсім іншого виду, виявитись втраченою кастою голого землекопа?

Зрештою, для таких речей були прецеденти. Візьмемо, наприклад, сарану. По суті, це видозмінені коники, які зазвичай ведуть поодинокі, непомітне, скромне життя типового коника-стрибунця. Але за певних особливих умов вони докорінним чином змінюються — причому жахливо. Вони втрачають своє непомітне забарвлення та стають яскраво смугастими. Дехто може сприйняти це за попередження. Якщо так, то воно не пусте, оскільки поведінка сарани змінюється теж. Вони забувають про свій поодинокий спосіб життя та збираються в зграї, результати чого просто лякають. З легендарних біблійних бід і до наших днів жодна тварина ще не була таким грізним руйнівником людського добробуту. Гуртуючися у мільйонні зграї, сарана знищує посіви смугою завширшки в десятки кілометрів, іноді долаючи сотні кілометрів на день, пожираючи щодня по дві тисячі тонн зернових та залишаючи по собі голод та спустошення. І тут ми підходимо до можливої аналогії з готими землекопами. Різниця між поодинокими особинами та їхніми зграйними перевтіленнями така ж велика, як різниця між двома кастами мурах. Більш того, якщо говорити про «втрачену касту» землекопів, то до 1921 року коника-Джекїлла та сарану-Гайда відносили до різних видів.

Але, на превеликий жаль, здається не надто ймовірним, що експерти з ссавців могли би так помилятися аж до наших днів. Я, до речі, маю сказати, що звичайні, не видозмінені голі землекопи іноді з'являються на поверхні землі та, можливо, подорожують далі, ніж звикли думати. Але, перш ніж повністю відкинути гіпотезу про «видозмінених репродуктивів», розглянемо іншу можливість, яку пропонує нам аналогія з сараною. Можливо, голі землекопи таки породжують видозмінених репродуктивів, але лише за певних умов, які просто не виникали протягом останніх десятиліть. В Африці та на Близькому Сході нашість сарани й досі

є великим лихом, так само, як це було за біблійних часів. У Північній Америці ситуація інша. Деякі види коників там дійсно мають потенціал перетворюватися на зграйну сарану. Але, вочевидь, через невідповідні умови, цього століття в Північній Америці не сталося жодного нашестя сарани (хоча нашестя цикад, зовсім іншого різновиду комах-шкідників, спостерігаються регулярно, й американці в побуті помилково називають їх «сараною»). Тим не менш, якби сьогодні в Америці відбувалися справжні нашестя сарани, це не було б особливо дивним: вулкан не згас, він просто дрімає. Але якби ми не вели історичних записів та не збирали інформацію з інших частин світу, це *могло б стати* неприємним сюрпризом, бо шкідниками виявились би всім відомі звичайні, поодинокі, нешкідливі коники. А що, як голі землекопи, подібно до американських коників, здатні породити окрему касту, що розселяється, але лише за умов, які, з тих чи інших причин, не були реалізовані в цьому столітті? Цілком можливо, що Східна Африка ХІХ століття страждала від нашестя вкритих шерстю землекопів, мігруючих по землі, на кшталт лемінгів, але до нас просто не дійшло про це жодних записів. А може, вони *таки* згадуються в легендах та сагах місцевих племен?

с. 269. ...самиця перетинчастокрилих споріднена зі своїми рідними сестрами тісніше, ніж зі своїм потомством будь-якої статі.

Незабутня винахідливість гіпотези Гамільтона про «спорідненість» для особливого випадку перетинчастокрилих парадоксальним чином погано вплинула на репутацію його більш загальної та фундаментальної теорії. Історія з гаплодиплоїдною спорідненістю є якраз достатньо простою, щоби не докладати надмірних зусиль для її розуміння, але достатньо складною, щоби бути задоволеним собою від її

розуміння та бажати поділитися нею з іншими. Це добрий «мем». Якщо дізнатися про Гамільтона не з його робіт, а з якоїсь розмови за кухлем пива, то цілком може бути, що ви почуєте виключно про гаплодиплоїдність. У наші дні кожен підручник біології, як би коротко він не висвітлював родинний добір, майже обов'язково присвячує «спорідненості» хоча б параграф. Один мій колега, якого сьогодні називають одним із провідних експертів із соціальної поведінки великих ссавців, зізнався мені, що протягом багатьох років вважав теорію родинного добору Гамільтона *лише* гіпотезою про спорідненість і нічим більшим! З усього цього можна зробити висновок, що, якщо якісь нові факти змушують нас сумніватись у важливості гіпотези про спорідненість, люди схильні думати, що це докази проти всієї теорії родинного добору. Це те ж саме, якби великий композитор написав довгу й глибоко оригінальну симфонію, де одна коротка мелодія, яку він вставив десь посередині, запам'ятовувалась настільки легко, що її одразу почали би насвистувати на вулиці. Уся симфонія асоціювалася б з однією цією мелодією. І якби потім людям перестала подобатись ця мелодія, вони вважали би, що не люблять й усю симфонію.

Візьмемо, наприклад, корисну під усіма оглядами статтю Лінди Гемлін про голі землекопів, нещодавно опубліковану в журналі «Нью Сайнтист». Їй серйозно зашкодив натяк на те, що голі землекопи та терміти певним чином не підходять під гіпотезу Гамільтона лише тому, що вони не гаплодиплоїдні! Важко повірити, що авторка взагалі хоч раз заглядала до класичної пари робіт Гамільтона, оскільки гаплодиплоїдність згадується там лише на чотирьох із п'ятидесяти сторінок. Мабуть, вона покладалась на другорядні джерела (сподіваюсь тільки, що не на «Егоїстичний ген»).

Інший показовий приклад стосується попелиць-солдатів, яких я описував у примітках до 6-го розділу. Як пояснюється там, оскільки попелиці формують клони ідентичних близнюків, серед них цілком можна очікувати альтруїстичної самопожертви. Гамільтон відмітив це у 1964 році, доклавши певних зусиль, аби роз'яснити той незручний факт, що (наскільки тоді було відомо) клонові тварини не демонструють якоїсь особливої тенденції до альтруїстичної поведінки. Відкриття попелиць-солдатів на той час вкладалося в теорію Гамільтона якнайкраще. Тим не менш, оригінальна стаття, яка повідомляла про це відкриття, подавала попелиць-солдатів так, немов вони якось ускладнюють цю теорію, бо попелиці, бачте, не гаплодиплоїдні! Нічогенька така іронія.

Якщо звернутись до теми термітів — яких також часто вважають незручними для теорії Гамільтона — іронія продовжиться, бо в 1972 році Гамільтон сам висунув одну з найбільш оригінальних теорій про те, чому вони стали соціальними, яку можна вважати вдалою аналогією гіпотези про гаплодиплоїдність. Цю теорію — теорію циклічного інбридингу — зазвичай приписують С. Бартцу, який розробив її через сім років після першої її публікації Гамільтоном. Характерно, що Гамільтон сам забув, що він вигадав «теорію Бартца» першим, і мені довелося тицьнути йому під носа його власну статтю, щоби він у це повірив! Якщо ж відволіктися від питань першості, то сама ця теорія настільки цікава, що я шкодую, що не розглянув її у першому виданні своєї книги. виправлю цей недогляд зараз.

Як я сказав, ця теорія була вдалою аналогією гіпотези про гаплодиплоїдність. Насамперед я мав на увазі, що важливою рисою гаплодиплоїдних тварин, з погляду соціальної еволюції, є те, що певна самиця може бути генетично ближчою до її братів чи сестер, ніж до власного потомства. Це

робить її більш схильною залишатись у батьківському гнізді та рости братів чи сестер, а не йти з гнізда, щоб народжувати й рости власне потомство. Гамільтон розмірковував над причиною, чому в термітів також брати чи сестри можуть бути генетично ближчими один до одного, ніж батьки до потомства. Ключ до розуміння цього дає близькоспоріднене схрещування (інбридинг). Коли тварини спаровуються зі своїми братами чи сестрами, потомство, яке вони дають, стає більш генетично однорідним. Білі щури в межах однієї лабораторної лінії генетично майже еквівалентні однояйцевим близнюкам. Це відбувається тому, що вони народжуються в результаті довгої низки спаровувань між братами та сестрами. Вдаючися до технічних термінів, їхні геноми стають надзвичайно гомозиготними: майже в кожному з їхніх генетичних локусів два гени є ідентичними один одному, а також ідентичними генам у тому самому локусі всіх інших індивідів лінії. В природі нечасто побачиш довгі низки кровозмішувальних спаровувань, але є один суттєвий виняток — терміти!

Типове гніздо термітів засновується королівською парою, трутнем та маткою, які потім спаровуються лише між собою, допоки один із них не помре. Тоді його або її місце займає хтось із потомства, котрий шляхом кровозмішування спаровується з тим із батьків, хто залишиться в живих. Якщо помирають обидва, їхнє місце займає кровозмішувальна пара брат-сестра. І так далі. Зріла колонія, скоріш за все, втратила за кілька років вже кількох трутнів та маток, тоді як усе потомство стало високо інбредним, точно як ті лабораторні щури. З часом середня гомозиготність та середній коефіцієнт спорідненості всередині гнізда термітів повзе дедалі вище, а королівська пара репродуктивів успішно замінюється їхнім потомством або ж рідними братами чи сестрами. Але це лише перший крок у міркуваннях Гамільтона. Найцікавіше попереду.

Кінцевим продуктом будь-якої колонії соціальних комах є нові крилаті репродуктиви, які вилітають з батьківської колонії, спаровуються та засновують нову колонію. Існує ймовірність, що спаровування цих нових молодих трутнів та маток *не* будуть кровозмішувальними. Загалом, здається, що існують якісь спеціальні синхронізуючі домовленості, згідно яких різні гнізда термітів по всій окрузі випускають своїх крилатих репродуктивів у той самий день, вочевидь, з метою посприяти неспорідненому схрещуванню (аутбридингу). Отже, розглянемо генетичні наслідки спаровування між молодим трутнем із колонії А та молодою маткою з колонії В. Обидва вони високо інбредні самі по собі й обидва еквівалентні інбредним лабораторним щурам. Але, оскільки вони є продуктом різних, *незалежних* програм кровозмішувального схрещування, то генетично відрізнятимуться один від одного. Вони будуть немов інбредні білі щурі, що належать до різних лабораторних ліній. При спаровуванні між собою їхнє потомство буде високо, але *однорідно гетерозиготним*. Гетерозиготність означає, що у багатьох генетичних локусах два гени відрізняються один від одного. Однорідна гетерозиготність означає, що майже кожен із потомства буде гетерозиготним тим самим чином. Вони будуть генетично майже ідентичними їхнім братам чи сестрам, але водночас високо гетерозиготними.

Тепер перескочимо трохи вперед у часі. Нова колонія з її королівською парою засновників виросла. Вона заселилась великою кількістю ідентично гетерозиготних молодих термітів. Уявіть, що станеться, коли один (або обидва) з королівської пари засновників помре. Старий-добрий цикл кровозмішування почнеться знову, причому з вражаючими наслідками. Перше ж отримане в результаті кровозмішування покоління буде значно більш нестійким, аніж попереднє. І неважливо, розглядаємо ми спаровування між братом та

сестрою, батьком та донькою чи матір'ю та сином. Принцип тут однаковий для всіх, але найпростіше розглянути спарування між братом та сестрою. Якщо брат та сестра обидва є ідентично гетерозиготними, їхнє потомство являтиме собою дуже нестійку мішанину генетичних рекомбінацій. Це впливає з елементарної менделівської генетики та стосується, в принципі, всіх тварин та рослин, а не лише термітів. Якщо взяти однорідно гетерозиготні індивіди та схрестити їх один з одним або з однією з гомозиготних батьківських ліній, все в генетичному плані полетить шкереберть. Причину можна знайти в будь-якому підручнику з елементарної генетики, і я не маю наміру її пояснювати. З нашої нинішньої точки зору, важливим наслідком є те, що під час цього етапу розвитку колонії термітів індивід, як правило, є генетично ближчим до своїх братів чи сестер, ніж до свого потенційного потомства. І це, як ми бачили щодо гаплодиплоїдних перетинчастокрилих, є цілком імовірною передумовою еволюції альтруїстично безплідних каст робітників.

Але навіть там, де немає особливих причин очікувати, що індивіди будуть ближчими до своїх братів чи сестер, ніж до свого потомства, часто є вагома причина очікувати, що індивіди будуть *такими ж* близькими до своїх братів чи сестер, як і до свого потомства. Єдиною умовою, необхідною, щоби це було правдою, є певний ступінь моногамії. В певному сенсі, якщо дивитися з погляду Гамільтона, дивує відсутність інших видів, у яких безплідні робітники доглядали би своїх молодших братів та сестер. Що *дійсно* широко поширене, як ми дедалі більше усвідомлюємо, так це свого роду розмита версія явища безплідних робітників, відома як «допомога по гнізду». У багатьох видів птахів та ссавців молоді дорослі особини, перед тим, як залишити гніздо та створити власні родини, залишаються зі своїми батьками на сезон чи два, допомагаючи рости їхніх молодших братів та сестер. Копії

генів, які за це відповідають, передаються в організми братів та сестер. Якщо припустити, що отримувачі вигоди є повними (а не наполовину) братами та сестрами, кожна вкладена в них унція їжі приносить, з погляду генетики, той самий прибуток, як якби її вклали у власну дитину. Але це лише за інших рівних умов. Якщо ми хочемо пояснити, чому допомога по гнізду спостерігається в одних видів, а не інших, дивитися слід на нерівні умови.

Уявіть собі, наприклад, якийсь вид птахів, що гніздиться в дуплистих деревах. Ціняться такі дерева високо, бо їх не так вже й багато. Якщо ви є молодим дорослим птахом, батьки якого все ще живі, то вони, мабуть, володіють одним із кількох доступних дупел (а вони повинні були володіти ним хоча б донедавна, інакше вас би просто не було на світі). Тому ви, мабуть, живете в дуплі, що є свого роду процвітаючим підприємством з виробництва нових і нових ваших рідних братів та сестер, генетично настільки ж близьких до вас, як було б і ваше власне потомство. Якщо ви підете з гнізда та спробуєте жити окремо, то шансів знайти вільне дупло у вас буде мало. Навіть якщо вам це вдасться, потомство, яке ви виростите, генетично не буде до вас ближчим, аніж ваші брати та сестри. Таким чином, конкретні зусилля, вкладені в дупло ваших батьків є кращим капіталовкладенням, аніж ті самі зусилля, вкладені у спроби створити власну родину. Отже, такі умови мають сприяти вашій турботі про братів та сестер — «допомози по гнізду».

Попри все це, не можна забувати, що деякі індивіди — або всі індивіди в певний час — повинні залишати батьківські гнізда (або що там еквівалентне для їхнього виду) та шукати собі нові. Користуючись термінологією «народження та вирощування» 7-го розділу, *хтось* таки має народжувати, інакше просто нікого буде вирощувати! Суть тут не в тому, що «інакше вид вимре». Скоріше, в будь-якій

популяції, де домінують гени чистої турботи, гени народження зазвичай матимуть перевагу. В соціальних комах роль дітонародження беруть на себе матки та самці. Саме вони виходять у зовнішній світ, шукаючи нові «дупла», і саме тому вони мають крила, навіть у мурах, чії робітники є безкрилими. Ці репродуктивні касти мають спеціалізацію на все їхнє життя. Птахи та ссавці, які допомагають по гнізду, роблять це інакше. Кожен індивід проводить частину свого життя (зазвичай перший дорослий сезон чи два) як «робітник», допомагаючи ростити молодших братів та сестер, тоді як залишок свого життя прагне побути «репродуктивом».

А як щодо голих землекопів, описаних у попередній примітці? Вони є зразковим прикладом принципу чинного підприємства або «дуплистого дерева», хоча їхнє підприємство в буквальному сенсі й не передбачає дуплистих дерев. Ключем до їхньої історії є, мабуть, нерівномірний розподіл джерел їжі під саванною. Харчуються вони переважно коренеплодами. Ці коренеплоди можуть бути дуже великими та сидіти дуже глибоко. Один такий коренеплід інколи важить більше тисячі самих землекопів і, коли його вдається знайти, годує колонію місяцями або навіть роками. Але знайти такі коренеплоди нелегко, бо зустрічаються вони рідко та хаотично розкидані під усією саванною. Виходить, що голим землекопам важко знайти джерело їжі, але воно того, безумовно, варте. Роберт Бретт виражував, що один землекоп, працюючи самотужки, мав би шукати один коренеплід так довго, що сточив би собі всі зуби об виритий ним ґрунт. А от велика соціальна колонія, з її кілометрами інтенсивно досліджуваних тунелів, видобуває коренеплоди дуже навіть ефективно. Кожному індивіду економічно вигідніше бути частиною спілки збирачів.

Таким чином розгалужена система підземних ходів, обслуговувана десятками співпрацюючих робітників, є чин-

ним підприємством, схожим на наше гіпотетичне «дуплисте дерево», тільки ще більшою мірою! За умови, що ви живете в процвітаючому комунальному лабіринті, а ваша матір продовжує народжувати в ньому ваших рідних братів та сестер, мотивація піти й створити власну родину, по суті, буде дуже низькою. Навіть якщо частина дітей, що народжуються, є лише наполовину рідними братами чи сестрами молодій дорослій тварини, аргумент «чинного підприємства» все одно може бути достатньо потужним, аби втримати її вдома.

с. 271. При цьому вони отримали доволі переконливий результат, близький до співвідношення самиць до самців 3:1, передбаченого...

Річард Александер та Пол Шерман написали статтю, де критикуються методи й висновки Тріверса та Хейра. Вони погодились, що зсув співвідношення статей у бік самиць є нормальним серед соціальних комах, але оскаржили твердження, що воно сягає 3:1. Ці дослідники віддають перевагу альтернативному поясненню зсуву співвідношення статей у бік самиць, яке, подібно до гіпотези Тріверса та Хейра, вперше було запропоноване Гамільтоном. Особисто я вважаю міркування Александера та Шермана доволі переконливими, але зізнаюсь, що в глибині душі не можу повірити в абсолютну помилковість такої чудової роботи, як у Тріверса та Хейра.

Між тим, Алан Графен вказав мені на іншу, причому більш тривожну проблему щодо опису співвідношення статей перетинчастокрилих, наведеного в першому виданні цієї книги. Його думку я пояснив у «Розширеному фенотипі». Ось лише короткий витяг із неї:

Потенційному робітникові все одно немає різниці між турботою про рідних братів чи сестер та турботою про своє потомство при будь-якому можливому

співвідношенні статей у популяції. Припустимо, наприклад, що співвідношення статей у популяції зміщене в бік самиць, навіть припустимо, що воно відповідає передбаченим Тріверсом та Хейром 3:1. Оскільки робоча особина ближче споріднена зі своєю сестрою, ніж братом або своїм потомством будь-якої статі, може здатись, що, за умови такого зміщення співвідношення статей у бік самиць, вона «віддаватиме перевагу» турботі про рідних братів чи сестер, а не про потомство: адже чи не отримає вона при цьому переважно цінних сестер (плюс лише кількох відносно нікчемних братів)? Але ця думка не враховує доволі велику репродуктивну цінність самців у такій популяції внаслідок їхньої рідкісності. Робоча особина може не бути тісно спорідненою з кожним із її братів, але якщо самці є рідкісними у популяції в цілому, то кожен із цих братів, відповідно, має високу ймовірність стати предком майбутніх поколінь.

с. 284. Якщо якась популяція досягає ЕСС, що призводить її до вимирання, то вона вмирає, і з цим нічого не вдієш.

Видатний філософ, нині покійний Дж. Л. Маккі звернув увагу на цікавий наслідок того факту, що популяції моїх «шахраїв» та «злопам'ятних» можуть бути стабільними одночасно. «З цим нічого не вдієш», якщо вже популяція досягає ЕСС, що веде її до вимирання. Маккі ж висловлює додаткову думку, що одні види ЕСС більш імовірно приводять популяцію до вимирання, ніж інші. В цьому конкретному прикладі обидві стратегії «шахрай» та «злопам'ятний» є еволюційно стабільними: популяція може зупинитись на «шахраї» або на «злопам'ятному», досягнувши рівноваги. Ідея Маккі полягає в тому, що популяції, які зупиняються на «шахраї», в подальшому мають більшу ймовірність прийти до вимирання. Тому може існувати певного роду добір ви-

щого рівня «між ЕСС» на користь взаємного альтруїзму. На цьому можна побудувати аргумент на користь певного роду групового добору, що, на відміну від більшості теорій групового добору, дійсно працюватиме. Я виклав такий аргумент у моїй статті «На захист егоїстичних генів».

11. МЕМИ: НОВІ РЕПЛІКАТОРИ

с. 292. ...я би поставив гроші на один фундаментальний принцип... все живе еволюціонує за рахунок диференційного виживання реплікуючих одиниць.

Сьогодні моя тодішня ставка на те, що все життя по всьому Всесвіті, мабуть, еволюціонувало дарвінівськими шляхами, більш повно розписана та обґрунтована у моїй статті «Універсальний дарвінізм», а також в останньому розділі книги «Сліпий годинник». Там я чітко демонструю, що всі альтернативи дарвінізму, які були запропоновані за багато років, у принципі нездатні впоратися із поясненням організованої складності життя. Аргумент цей є загальним і не базується на конкретних фактах про життя, як ми його знаємо. Як такий, він був розкритикований вченими, достатньо прозаїчними, аби вважати, що єдиним методом відкриття в науці є скніти над гарячою пробіркою (або ж блукання у холодних брудних чоботах). Один критик поскаржився, що мій аргумент «філософський», немов це якесь страшне прокляття. Філософський чи ні, але факт у тому, що ані він, ані будь-хто інший не знайшов у моїх словах жодного слабкого місця. А це означає, що теоретичні аргументи, на кшталт моїх, не лише жодним чином не відірвані від реального світу, але й можуть виявитись *потужнішими* за аргументи, базовані на конкретних фактичних дослідженнях. Мої міркування, якщо вони правильні, говорять нам щось важливе про життя по всьому Всесвіті. Лабораторні та польові

дослідження ж можуть розповісти нам лише про життя, зразок якого ми маємо в себе перед очима.

с. 292. Мем

Схоже на те, що саме слово «мем» скоро стане непоганим мемом. Сьогодні воно використовується доволі широко, причому в 1988-му воно навіть увійшло до офіційного переліку слів для потенційного включення до майбутніх видань Оксфордського словника англійської мови. Це мене дещо напружує та змушує знову повторити, що мій внесок до людської культури є надзвичайно скромним і ледь помітним. Істинні мої амбіції — а вони загально визнано великі — ведуть у зовсім іншому напрямку. Я хочу довести майже безмежну силу дещо неточно самореплікуючих одиниць, якої вони набувають одразу після свого виникнення в будь-якій точці Всесвіту. Це відбувається тому, що вони зазвичай стають основою дарвінівського добору, який, за наявності достатньої кількості поколінь, сукупно створює системи великої складності. Я переконаний, що за відповідних умов реплікатори автоматично об'єднуються разом для створення систем чи машин, які їх переносять та працюють на користь їхньої безперервної реплікації. Перші десять розділів «Егоїстичного гена» були зосереджені лише на одному різновиді реплікатора, гені. Розглядаючи ж меми в одинадцятому розділі, я намагався говорити про реплікатори загалом та показати, що гени є не єдиними представниками цього важливого класу. Чи дійсно людська культура має все необхідне для розвитку якоїсь форми дарвінізму, я точно не знаю. Але в будь-якому випадку це питання цікавить мене лише в другу чергу. 11-й розділ можна буде вважати успішним, якщо читач закрий цю книгу з відчуттям, що молекули ДНК є не єдиними одиницями, здатними сформувати основу для дарвінівської еволюції. Моєю метою

було поставити ген на належне йому місце, а не ліпити якусь масштабну теорію людської культури.

с. 293. ...меми слід вважати живими структурами, не лише метафорично, але й технічно.

ДНК є свого роду самореплікуючою частинкою апаратного забезпечення. Кожна така частинка має конкретну структуру, іншу, ніж у конкурентних частинок ДНК. Якщо меми в мізках аналогічні генам, то вони повинні являти собою самореплікуючі мозкові структури, справжні схеми нейронних зв'язків, що самовідновлюються в одному мозку за іншим. Я завжди почувався дещо незручно, промовляючи це вголос, бо про мізки ми знаємо значно менше, ніж про гени, а тому неминуче «плаваємо» щодо того, якою така мозкова структура може бути насправді. Тому я з полегшенням прочитав нещодавно дуже цікаву статтю Хуана Деліуса з німецького Університету Констанца. На відміну від мене, Деліусу не доводиться виправдовуватись, бо він є видатним дослідником діяльності мозку, тоді як я не є таким взагалі. Тому мене дуже втішило, що він не побоявся розкласти все по місцях у цьому питанні, фактично представивши детальну картину того, як могло би виглядати нейронне апаратне забезпечення мемів. Серед інших цікавих моментів, він досліджує (значно глибше за мене) аналогію мемів із паразитами — якщо точніше, з цілим їхнім спектром, на одному кінці якого знаходяться хвороботворні паразити, а на іншому — нешкідливі «симбіонти». Мене особливо радує такий підхід через мій власний інтерес до «розширених фенотипових» ефектів генів паразита на поведінку господаря (див. 13-й розділ цієї книги, а особливо 12-й розділ книги «Розширений фенотип»). Деліус, до речі, підкреслює чіткий розподіл між мемами та їхніми («фенотиповими») ефектами. А ще він наголошує на важливості

коадаптованих комплексів мемів, до яких меми добираються за їхньої взаємною сумісністю.

с. 295. «Олд Ленг Сайн».

Обрана мною відома шотландська пісня «Auld Lang Syne» («Старі добрі часи») неочікувано виявилася дуже вдалим прикладом. Річ у тім, що майже скрізь її виконують із помилкою, свого роду мутацією. В наші дні її приспів практично завжди звучить як: «For the sake of auld lang syne» («В ім'я старих добрих часів»), тоді як насправді Бернс писав просто: «For auld lang syne» («За старі добрі часи»). Дарвініст, схильний до ідеї мемів, одразу задумується, чим обумовлений високий показник виживання вставної фрази «the sake of». Пам'ятайте, що ми не шукаємо, яким чином *люди* могли би виживати краще завдяки співу цієї пісні у зміненій формі. Ми шукаємо, яким чином *сама* ця зміна змогла би успішно вижити в мемофонді. Зазвичай діти заучують цю пісню не тому, що читають Бернса в оригіналі, а тому, що чують, як її співають навколо напередодні Нового року. Скоріш за все, раніше всі співали правильні слова. Фраза «the sake of» виникла, мабуть, як свого роду рідкісна мутація. Нас цікавить одне: Чому ця рідкісна колись мутація поширилась настільки хитро, що поступово стала в мемофонді нормою?

Думаю, що відповідь на це питання незабаром буде знайдено. Свистячий звук «с» є горезвісно нав'язливим. Церковні хори спеціально навчають вимовляти звуки «с» якомога легше, бо інакше вся церква свистітиме від луни. Іноді бурмотіння священника біля олтаря великого собору може доноситись до задніх рядів лише як окремі повторення «с». Так от, другий приголосний в слові «sake», а саме «к» чується майже так само добре. Уявіть, що дев'ятнадцять людей співають правильно: «For auld lang syne», а одна людина, десь у залі, збивається на помилкове «For the sake of auld lang syne». Якась

дитина, яка чує цю пісню вперше, прагне приєднатися до загального хору, але невпевнена у правильних словах. Хоча майже всі співають: «For auld lang syne», свистяче «с» та рубане «к» прокладають свій шлях до вух дитини, і коли приспів звучить знову, вона теж починає співати: «For the sake of auld lang syne». І все, наш мутантний мем знайшов собі нового носія. Якщо поблизу опиняться якісь інші діти або невпевнені у словах дорослі, то до наступного приспіву вони, скоріш за все, теж переключаться на мутантну форму. Не те, щоби ця форма їм «більше подобалась». Вони просто не знають слів і щиро прагнуть їх вивчити. Навіть якщо ті, хто знає краще, обурено ревітимуть на весь голос: «For auld lang syne» (як це роблю я!), так вже сталося, що правильні слова не містять різних приголосних, а тому мутантну форму, навіть якщо її співають тихо та сором'язливо, почути значно легше.

Аналогічний приклад і з піснею «Rule Britannia» («Прав, Британіє»). Правильно рядок приспіву звучить як: «Brittania, rule the waves» («Британіє, прав хвилями»). Дуже часто, хоча й не завжди, його співають як: «Britannia rules the waves» («Британія править хвилями»). Тут наполегливо свистячому звуку «с» приходиться на допомогу додатковий фактор. Можливо, поет (Джеймс Томпсон) мав на увазі наказовий спосіб дієслова (Британіє, виходь і прав хвилями!), а може, й умовний (нехай Британія править хвилями). Але, якщо особливо не задумуватись, цей спосіб легше неправильно сприйняти як дійсний (Британія насправді править хвилями). Тоді мутантний мем переважає первинну форму, яку він поступово витісняє, аж за двома окремими показниками виживання: він звучить більш виразно та простіший для розуміння.

Остаточна перевірка тієї чи іншої гіпотези має бути експериментальною. Можливо, навмисно ввести до мемфонду свистячий мем з дуже низькою частотою, а потім спостерігати за його поширенням завдяки його власним показникам

виживання. Що, як хоча б декілька з нас почнуть співати: «God saves our gracious Queen» («Бог береже нашу милостиву королеву»)?

с. 296. Якщо конкретний мем — це певна наукова ідея, її поширення залежатиме від того, наскільки вона прийнятна для популяції окремих учених; приблизно оцінити її показник виживання можна завдяки підрахункові чисельності посилань на неї в наукових журналах, зроблені в подальші роки.

Мені б дуже не сподобалось, якби це було сприйнято в тому сенсі, що єдиним критерієм для визнання тієї чи іншої наукової ідеї є її «привабливість». Зрештою, одні наукові ідеї є правильними по своїй суті, а інші хибними! Їхню правильність та хибність можна перевірити; їхню логіку можна розібрати критично. Це вам не популярні пісеньки, релігійні вірування чи панківські зачіски. Тим не менш, є така річ, як соціологія, а також наукова логіка. Деякі погані наукові ідеї цілком можуть поширюватися доволі широко, принаймні, протягом певного часу. При цьому деякі хороші ідеї роками лежать незадіяними, поки, нарешті, не привернуть до себе загальну увагу наукової громадськості.

Яскравим прикладом такого забуття, за яким послідувало нестримне поширення, може бути одна з основних ідей цієї книги — гамільтонівська теорія родинного добору. Я подумав, що це була би дуже слухна нагода випробувати ідею вимірювання поширення мему шляхом підрахунку посилань на нього у журналах. У першому виданні цієї книги я визначив: «Дві його публікації 1964 року стали одними з найважливіших для соціальної етології, коли-небудь написаних, і я ніколи не міг зрозуміти, чому етологи так ними нехтують (його ім'я навіть не з'явилося в алфавітному покажчику двох основних підручників з етології, які обидва вийшли у 1970 році). На щастя,

останнім часом можна помітити ознаки відродження інтересу до його ідей». Я писав це у 1976-му. Тепер простежимо хід цього мемічного відродження протягом подальшого десятиліття.

«Покажчик посилянть у науковій літературі» є доволі дивним виданням, у якому можна подивитися будь-яку опубліковану статтю та побачити в таблиці за конкретний рік кількість подальших публікацій, де вона цитується. Метою цього є допомогти усім цікавим відслідкувати літературу на задану тему. Університетські комітети з призначення на посади взяли собі за звичку використовувати його як грубий, але ефективний (надто грубий та надто ефективний) спосіб порівняння наукових досягнень кандидатів. Підрахунок цитат статей Гамільтона кожного року після 1964-го дозволяє приблизно прослідкувати прогрес його ідей у свідомості біологів (Рис. 1). Чітко помітна їхня початкова незадіяність. Потім, протягом 1970-х, до ідеї родинного добору, схоже, з'являється раптове зростання інтересу. Якщо й є якась точка, де починається тенденція до зростання, то це, здається, між 1973 та 1974 роками. В подальшому зростання набирає хід, аж до свого піку в 1981-му, після якого щорічний рівень цитування нерегулярно коливається на рівні плато.

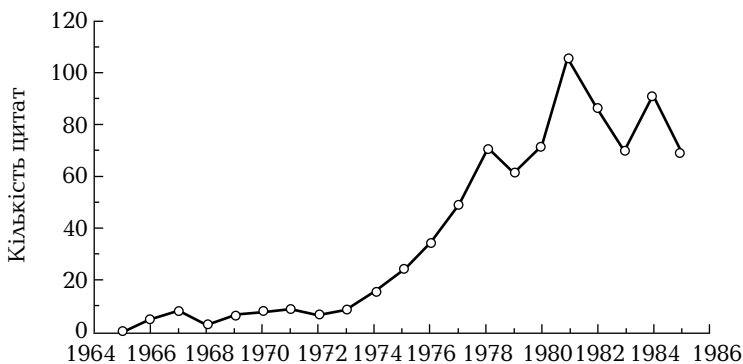


Рис. 1. Щорічні цитування Гамільтона (1964) в «Покажчику посилянть у науковій літературі»

З'явився певний мемічний міф, що зростання інтересу до родинного добору було запущене книгами, виданими в 1975 та 1976 роках. Але цю тезу, схоже, спростовує графік, де зростання помічене 1974-м. Натомість, отримані докази можна використати на підтримку зовсім іншої гіпотези, а саме, що ми маємо справу з однією з тих ідей, що «витали в повітрі», «чий час прийшов». Із цього погляду, книги середини сімдесятих могли бути лише симптомами ефекту зграйності, а не основною його причиною.

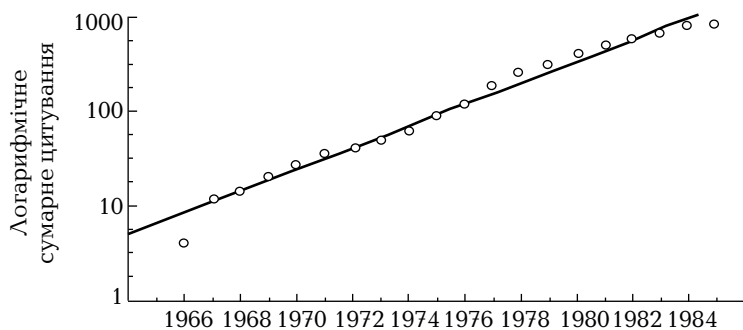


Рис. 2. Логарифмічне сумарне цитування Гамільтона (1964)

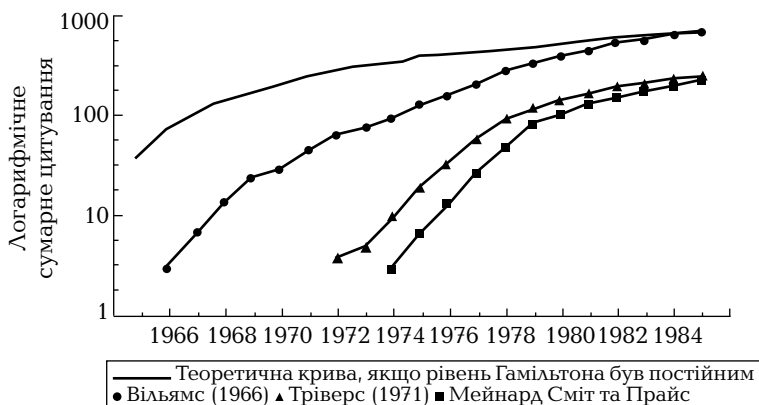


Рис. 3. Логарифмічне сумарне цитування трьох робіт інших учених в порівнянні з «теоретичною» кривою для Гамільтона (деталі пояснюються в тексті)

Можливо, ми дійсно маємо справу з довготривалим, повільним на старті, зграйним ефектом, що прискорюється по експоненті, який виник значно раніше. Один зі способів перевірити цю просту, експонентну гіпотезу — це накласти сумарне цитування на *логарифмічну* шкалу. Будь-який процес зростання, де рівень зростання є пропорційним вже досягнутому розміру, називається експонентним зростанням. Типовий експонентний процес схожий на епідемію, коли кожна людина видихає вірус на кількох інших людей, кожна з яких, у свою чергу, видихає його на таку саму кількість знову, так що кількість жертв зростає з дедалі більшою швидкістю. Показником експонентної кривої є те, що при накладанні на логарифмічну шкалу вона перетворюється на пряму лінію. Будувати такі сумарні логарифмічні графіки не обов'язково, але зручно й загально визнано. Якби поширення мему Гамільтона дійсно було схожим на епідемію, що набирає силу, то точки на сумарному логарифмічному графіку мали б вишукватися в одну пряму лінію. Чи зробили вони це?

Конкретна лінія, зображена на Рис. 2, якраз і є такою прямою, що, з погляду статистики, найкраще відповідає всім точкам. Явне різке зростання між 1966 та 1967 роками слід, мабуть, ігнорувати як ненадійний ефект малих чисел того роду, що мав би посилюватись логарифмічною побудовою. Відповідно, цей графік є непоганим наближенням до єдиної прямої лінії, хоча й можна розрізнити окремі структури, що виступають за її межі. Якщо моя експонентна інтерпретація приймається, то ми маємо тут справу з одним-єдиним спалахом інтересу, що повільно розгорявся саме із 1967-го до кінця 1980-х. Окремі книги та статті слід розглядати водночас як симптоми, так і як причини цієї довготривалої тенденції.

Не думайте, до речі, що така схема зростання є чимось тривіальним, у сенсі його неминучості. Будь-яка сумарна крива могла би, звичайно, зростати, навіть якби рівень

цитування за рік залишався незмінним. Але на логарифмічній шкалі вона зростала би з поступовим зменшенням швидкості, поки не зупинилася. Жирна лінія вгорі Рис. 3 демонструє *теоретичну* криву, яку б ми отримали, якби кожного року мали незмінний рівень цитування (рівний дійсному середньому рівню цитування Гамільтона в кількості 37 разів за рік). Цю криву, що затухає, можна порівняти з прямою лінією, що спостерігається на Рис. 2, яка вказує на експонентний рівень зростання. Ми дійсно маємо тут випадок зростання за зростанням, а не незмінного рівня цитування.

По-друге, людям може бути спокусливо думати, що в експонентному зростанні існує щось, якщо й не неминуче, то, принаймні, тривіально очікуване. Чи не відбувається експонентне зростання всього рівня публікацій наукових статей як такого, а отже, й можливостей цитування інших статей? Можливо, відбувається експонентне зростання розміру наукової спільноти. Найлегший спосіб показати, що в мемі Гамільтона є щось особливе — це побудувати графік такого ж самого типу для якихось інших статей. На Рис. 3 також зображені частоти логарифмічного сумарного цитування трьох інших робіт (які, до речі, теж сильно вплинули на перше видання цієї книги). Це книга Вільямса 1966 року «Адаптація та природний добір», стаття Тріверса 1971 року про взаємний альтруїзм, а також стаття Мейнарда Сміта та Прайса 1973 року, де представлена ідея ЕСС. Усі три з них показані кривими, що чітко не є експонентними протягом усього часового проміжку. Проте рівні щорічного цитування для цих робіт також далекі від однорідного і навіть можуть бути експонентними на окремих ділянках. Крива Вільямса, наприклад, є приблизно прямою лінією на логарифмічній шкалі десь із 1970-го, вказуючи на те, що саме тоді вона увійшла у фазу різкого зростання свого впливу.

Я дещо применшив вплив конкретних книг на поширення мему Гамільтона. Тим не менш, постскрипtum до цього невеличкого мемічного аналізу наводить на серйозні роздуми. Як і у випадку пісень «Олд Ленг Сайн» та «Рул Британія», ми маємо тут одну явну мутантну помилку. Правильною назвою пари статей Гамільтона 1964 року було «Генетична еволюція соціальної поведінки». В середині й до кінця 1970-х низка публікацій, поміж них «Соціобіологія» та «Егоїстичний ген», помилково називали їх «Генетичною теорією соціальної поведінки». Джон Сегер та Пол Гарві спробували відшукати найпершу появу цього мутантного мему, вважаючи, що це могло би стати чітким маркером (майже як радіоактивна мітка) для відстеження наукового впливу. Вони відстежили його аж до впливової книги Е. О. Вілсона «Соціобіологія», виданої в 1975 році, і навіть знайшли деякі непрямі докази такого походження.

В якому б захваті я не був від цієї чудової роботи Вілсона (краще би люди більше читали її та менше про неї), мене завжди нервує абсолютно хибне припущення, що його книга вплинула на мою. Тим не менш, оскільки моя книга також містить мутантне цитування — «радіоактивну мітку» — почало складатись тривожне враження, що, принаймні, один мем таки перейшов від Вілсона до мене! Це не мало б здаватись особливо дивним, оскільки «Соціобіологія» з'явилась у Британії якраз, коли я закінчував «Егоїстичний ген», у той самий час, як я працював над бібліографією своєї книги. Величезна бібліографія Вілсона могла би здатися просто-таки Божим даром, що звільняє від довгих годин скрупульозної роботи в бібліотеці. Тому я був надзвичайно радий, випадково знайшовши серед своїх паперів стару копію бібліографії, що я роздавав студентам на Оксфордській лекції в 1970-му. Адже там чітко писалося: «Генетична *теорія* соціальної поведінки» — на цілих п'ять років раніше, ніж вийшла

робота Вілсона. Побачити якимось чином мою бібліографію 1970-го Вілсон не мав жодної можливості. Й сумнівів бути не могло: ми з ним представили один і той самий мутантний мем незалежно один від одного!

Як же міг статися такий збіг? І знову, як у випадку з «Олд Ленг Сайн», правдоподібно пояснення не доводиться довго шукати. Найвідоміша книга Р. А. Фішера називається «Генетична теорія природного добору». В світі еволюційних біологів ця назва стала настільки звичною, що нам уже складно почути два її перші слова, щоб автоматично не додати третє. Підозрюю, що ми з Вілсоном обидва, мабуть, так і зробили. Такий висновок влаштує всіх причетних, оскільки ніхто не проти визнати, що на нього вплинув Фішер!

с. 299. Комп'ютери, в яких живуть мему, — це людський мозок.

Вочевидь, можна було передбачити, що створені людиною електронні комп'ютери теж рано чи пізно стануть носіями самореплікуючих частин інформації — мемів. Комп'ютери дедалі тісніше об'єднуються у складні й запутані мережі обміну інформацією. Багато з них у буквальному сенсі з'єднуються між собою проводами для обміну електронною поштою. Інші діляться інформацією, коли їхні власники передають один одному гнучкі диски. Це просто ідеальні умови для процвітання та поширення самореплікуючих програм. Коли я писав перше видання цієї книги, то був достатньо наївним, аби припускати, що небажаний комп'ютерний мем може виникнути лише шляхом випадкової помилки при копіюванні правильної програми, та вважав це малоймовірним. На жаль, то був час невинності. Сьогодні користувачі комп'ютерів по всьому світі вже добре знайомі із загрозами епідемій різного роду «вірусів» та «хробаків», навмисно розповсюджуваних зловмисними програмістами.

Як мені стало відомо, мій власний жорсткий диск протягом минулого року був заражений двома різними вірусами, і це є доволі типовим серед тих, хто користується комп'ютером постійно. Не називатиму конкретні віруси, аби не принести дрібного підлого задоволення їхнім дрібним підлим авторам. Я кажу «підлим», бо вважаю, що з морального боку їхня поведінка нічим не відрізняється від поведінки якогось техника в мікробіологічній лабораторії, який навмисно заражує питну воду та викликає епідемію, щоби посміятися з людей, що захворіють. Я кажу «дрібним», бо ці люди дуже дрібно мислять. Не треба бути особливо розумним, аби створити комп'ютерний вірус. Зробити це може будь-який хоч трохи компетентний програміст, а таких програмістів у сучасному світі хоч греблю гати. Я й сам один із них. Я навіть не збираюсь пояснювати, як працюють комп'ютерні віруси. Це надто очевидно.

Складніше зрозуміти, як з ними боротися. На жаль, деякі дуже фахові програмісти змушені витратити свій коштовний час на написання програм із виявлення вірусів, програм імунізації і т. д. (аналогія з медичною вакцинацією, до речі, дивовижно близька, аж до введення «ослабленого штаму» віруса). Небезпека в тому, що ця «гонитва озброєнь» лише набиратиме сили, коли кожному успіхові у протидії вірусам протиставлятимуться контрспіхи у створенні дедалі новіших вірусних програм. Досі більшість антивірусних програм писались альтруїстами та надавались людям у вигляді безкоштовної послуги. Але я передбачаю розвиток цілої нової професії — з поділом на прибуткові спеціалізації, як і будь-яка інша професія — таких собі «програмних лікарів» за викликом, з чорними сумками, повними діагностичних та лікувальних гнучких дисків. Я називаю їх «лікарями», але справжні лікарі вирішують природні проблеми, не створені навмисно людською злобою. Натомість, мої програмні

лікарі, як і адвокати, вирішуватимуть проблеми, створені людиною, яких інакше ніколи не мало би існувати в природі. Оскільки творці вірусів мають для цього якісь мотиви, вони, вочевидь, відчувають певну схильність до анархії. Я звертаюся до них: Ви що, дійсно хочете вимостити дорогу новій професії капіталістів? Якщо ні, то припиніть гратися в дурні меми та знайдіть своїм скромним програмістським талантам краще застосування.

с. 301. Слепа віра може виправдати будь-що.

Як і слід було очікувати, я отримав цілу зливу листів від жертв віри з протестами проти моєї критики. Віра настільки успішно промиває мізки на свою користь, особливо у дітей, що подолати її вплив доволі важко. Але що таке, зрештою, віра? Це певний психічний стан, що змушує людей вірити у щось — неважливо, у що, — за цілковитої відсутності доказів. Якби були вагомі докази, то віра була би зайвою, оскільки докази переконували б нас вірити у будь-якому разі. Ось чому часто повторюване твердження, що «сама еволюція є проблемою віри», є таким дурним. Люди вірять в еволюцію не тому, що вони просто хочуть у неї вірити, а через величезну кількість загальнодоступних доказів.

Говорячи, що віруючим «неважливо, у що» вірити, я мав на увазі, що людська віра може бути пов'язана з абсолютно божевільними й дивними речами, на кшталт електричного монаха з гумористичного роману Дугласа Адамса «Детективне агентство Дірка Джентлі». Цей монах був спеціально створений, щоби вірити за вас, і робив це дуже успішно. В той день, коли ми знайомимося з ним, він непохитно вірить, попри всі докази, що все на світі забарвлено в рожевий колір. Не хочу сперечатись, що речі, в які вірить конкретний індивід, є обов'язково божевільними. Вони можуть такими бути, а можуть й не бути. Річ у тім, що немає жодного спосо-

бу вирішити, якими вони є, а також жодного способу віддати перевагу одному символів віри перед іншим, бо доказів постійно уникають. По суті, той факт, що щира віра не потребує доказів, виставляється як її найвища чеснота; саме тому я й згадав історію Хоми невірного — єдиного, хто дійсно вартий захоплення з усіх дванадцяти апостолів.

Віра не здатна рухати гори (хоча багатьом поколінням дітей на повному серйозі говорять протилежно, і вони в це вірять). Але вона здатна підбивати людей на такі небезпечні дурниці, що я б радше назвав віру свого роду психічним захворюванням. Вона змушує людей вірити в ті чи інші речі настільки сильно, що в крайніх випадках вони готові вбивати та вмирати за неї, не потребуючи подальшого обґрунтування. Кейт Генсон вигадала назву «мемоїди» для «жертв, якими настільки заволодів мем, що їхнє власне виживання стає несуттєвим... Чимало таких людей можна побачити у вечірніх новинах із таких місць, як Белфаст або Бейрут». Віра є достатньо могутньою, щоб зробити людей несприйнятливими усім закликам до милосердя, прощення, шляхетних людських почуттів. Вона навіть робить їх несприйнятливими до страху, якщо вони щиро вірять, що мученицька смерть відправить їх напрямки до раю. Це справжня зброя! Релігійна віра заслуговує окремого розділу в анналах військової техніки, нарівні з довгим луком, бойовим конем, танком та водневою бомбою.

с. 304. Ми — єдині на Землі, хто здатен повстати проти тиранії егоїстичних реплікаторів.

Оптимістичний тон мого висновку викликав скептицизм у критиків, які вважають, що він не відповідає змісту решти книги. В деяких випадках критика надходить від соціобіологів-доктринерів, які ревниво відстоюють важливість генетичного впливу. В інших випадках з критикою виступає

парадоксально протилежна сторона — верховні жерці лівих, які ревниво відстоюють улюблену демонологічну ікону! У книзі «Не в наших генах» Роуз, Камін та Левонтін мають свій жупел під назвою «редукціонізм»; а всі найкращі редукціоністи вважаються «детерміністами» — в ідеалі, «генетичними детерміністами».

Мізки для редукціоністів є певними біологічними об'єктами, чії властивості продукують особливості поведінки, які ми спостерігаємо, та стани гумок чи намірів, які ми виводимо з цієї поведінки... Така позиція повністю відповідає або має відповідати принципам соціобіології, запропонованим Вілсоном та Докінзом. Проте її прийняття поставило б їх перед дилемою спочатку заявити про вродженість більшої частини людської поведінки, що їм, як людям широких поглядів, точно буде не до душі (злі помисли, доктринізація тощо), а потім заплутатись у ліберально-етичних питаннях про відповідальність за протиправні гії, якщо ті, як і всі інші гії, обумовлені біологічно. Щоб уникнути цієї проблеми, Вілсон та Докінз посилаються на свободу волі, що дозволяє нам іти проти диктату наших генів, якщо ми того бажаємо... По суті, це — повернення до безсоромного картезіанства, дуалістичного бога з машини.

Я думаю, що Роуз із колегами звинувачують нас у невідзначеності позицій. Ми маємо або бути «генетичними детерміністами», або вірити у «свободу волі», але не те й інше водночас. Проте — і тут я говорю не лише за себе, а й за професора Вілсона — «генетичними детерміністами» ми є лише в очах Роуза та його колег. Вони не розуміють (неймовірно, але факт), що цілком можливо обстоювати ста-

тистичний вплив генів на людську поведінку й одночасно вважати, що цей вплив можна видозмінити, перебити або розвернути іншими впливами. Гени просто зобов'язані здійснювати статистичний вплив на будь-яку схему поведінки, що породжується природним добром. Мабуть, Роуз із колегами погодяться, що статевий потяг людини еволюціонував під дією природного добору, в тому самому сенсі, як усе завжди еволюціонує під дією природного добору. Тому вони повинні погодитись, що на статевий потяг впливали гени — в тому самому сенсі, як гени завжди на все впливають. Тим не менш, вони, скоріш за все, не мають жодних проблем із приборканням свого статевого потягу, коли зробити це соціально необхідно. Що в цьому дуалістичного? Ясно, що нічого. Не більш дуалістичним є для мене й твердження про можливість повстання «проти тиранії егоїстичних реплікаторів». Ми, тобто наші мізки, достатньо відокремлені та незалежні від наших генів, аби повстати проти них. Як уже зазначалося, ми робимо це потроху кожного разу, коли використовуємо засоби контрацепції. Немає жодних причин, чому ми не маємо повстати і в більших масштабах також.

БІБЛІОГРАФІЯ

Не всі перераховані тут роботи згадуються у цій книзі за назвою.

1. Alexander, R. D. (1961) Aggressiveness, territoriality, and sexual behavior in field crickets. *Behaviour* **17**, 130—223.
2. Alexander, R. D. (1974) The evolution of social behavior. *Annual Review of Ecology and Systematics* **5**, 325—83.
3. Alexander, R. D. (1980) *Darwinism and Human Affairs*. London: Pitman.
4. Alexander, R. D. (1987) *The Biology of Moral Systems*. New York: Aldine de Gruyter.
5. Alexander, R. D. and Sherman, P. W. (1977) Local mate competition and parental investment in social insects. *Science* **96**, 494—500.
6. Allee, W. C. (1938) *The Social Life of Animals*. London: Heinemann.
7. Altmann, S. A. (1979) Altruistic behaviour: the fallacy of kin deployment. *Animal Behaviour* **27**, 958—9.
8. Alvarez, F., De Reyna, A., and Segura, H. (1976) Experimental brood-parasitism of the magpie (*Pica pica*). *Animal Behaviour* **24**, 907—16.
9. Anon. (1989) Hormones and brain structure explain behaviour. *New Scientist* **121** (1649), 35.
10. Aoki, S. (1987) Evolution of sterile soldiers in aphids. У збірці *Animal Societies: Theories and facts* (ред. Y. Ito, J. L. Brown, and J. Kikkawa). Tokyo: Japan Scientific Societies Press. pp. 53—65.
11. Ardrey, R. (1970) *The Social Contract*. London: Collins.
12. Axelrod, R. (1984) *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books.
13. Axelrod, R. and Hamilton, W. D. (1981) The evolution of cooperation. *Science* **211**, 1390—6.
14. Baldwin, B. A. and Meese, G. B. (1979) Social behaviour in pigs studied by means of operant conditioning. *Animal Behaviour* **27**, 947—57.
15. Bartz, S. H. (1979) Evolution of eusociality in termites. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* **76** (11), 5764—8.
16. Bastock, M. (1967) *Courtship: A Zoological Study*. London: Heinemann.
17. Bateson, P. (1983) Optimal outbreeding. У збірці *Mate Choice* (ред. P. Bateson). Cambridge: Cambridge University Press. pp. 257—77.
18. Bell, G. (1982) *The Masterpiece of Nature*. London: Croom Helm.
19. Bertram, B. C. R. (1976) Kin selection in lions and in evolution. У збірці *Growing Points in Ethology* (ред. P. P. G. Bateson and R. A. Hinde). Cambridge: Cambridge University Press. pp. 281—301.

20. Bonner, J. T. (1980) *The Evolution of Culture in Animals*. Princeton: Princeton University Press.
21. Boyd, R. and Lorberbaum, J. P. (1987) No pure strategy is evolutionarily stable in the repeated Prisoner's Dilemma game. *Nature* **327**, 58—9.
22. Brett, R. A. (1986) The ecology and behaviour of the naked mole rat (*Heterocephalus glaber*). Ph.D. thesis, University of London.
23. Broadbent, D. E. (1961) *Behaviour*. London: Eyre and Spottiswoode.
24. Brockmann, H. J. and Dawkins, R. (1979) Joint nesting in a digger wasp as an evolutionarily stable preadaptation to social life. *Behaviour* **71**, 203—45.
25. Brockmann, H. J., Grafen, A., and Dawkins, R. (1979) Evolutionarily stable nesting strategy in a digger wasp. *Journal of Theoretical Biology* **77**, 473—96.
26. Brooke, M. De L. and Davies, N. B. (1988) Egg mimicry by cuckoos *Cuculus canorus* in relation to discrimination by hosts. *Nature* **335**, 630—2.
27. Burgess, J. W. (1976) Social spiders. *Scientific American* **234** (3), 101—6.
28. Burk, T. E. (1980) An analysis of social behaviour in crickets. D.Phil. thesis, University of Oxford.
29. Cairns-Smith, A. G. (1971) *The Life Puzzle*. Edinburgh: Oliver and Boyd.
30. Cairns-Smith, A. G. (1982) *Genetic Takeover*. Cambridge: Cambridge University Press.
31. Cairns-Smith, A. G. (1985) *Seven Clues to the Origin of Life*. Cambridge: Cambridge University Press.
32. Cavalli-Sforza, L. L. (1971) Similarities and dissimilarities of sociocultural and biological evolution. У збірці *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences* (ред. F. R. Hodson, D. G. Kendall, and P. Tautu). Edinburgh: Edinburgh University Press. pp. 535—41.
33. Cavalli-Sforza, L. L. and Feldman, M. W. (1981) *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*. Princeton: Princeton University Press.
34. Charnov, E. L. (1978) Evolution of eusocial behavior: offspring choice or parental parasitism? *Journal of Theoretical Biology* **75**, 451—65.
35. Charnov, E. L. and Krebs, J. R. (1975) The evolution of alarm calls: altruism or manipulation? *American Naturalist* **109**, 107—12.
36. Cherfas, J. and Gribbin, J. (1985) *The Redundant Male*. London: Bodley Head.
37. Cloak, F. T. (1975) Is a cultural ethology possible? *Human Ecology* **3**, 161—82.
38. Crow, J. F. (1979) Genes that violate Mendel's rules. *Scientific American* **240** (2), 104—13.
39. Cullen, J. M. (1972) Some principles of animal communication. У збірці *Non-verbal Communication* (ред. R. A. Hinde). Cambridge: Cambridge University Press. pp. 101—22.

40. Daly, M. and Wilson, M. (1982) *Sex, Evolution and Behavior*, 2nd edition. Boston: Willard Grant.
41. Darwin, C. R. (1859) *The Origin of Species*. London: John Murray.
42. Davies, N. B. (1978) Territorial defence in the speckled wood butterfly (*Pararge aegeria*): the resident always wins. *Animal Behaviour* **26**, 138—47.
43. Dawkins, M. S. (1986) *Unravelling Animal Behaviour*. Harlow: Longman.
44. Dawkins, R. (1979) In defence of selfish genes. *Philosophy* **56**, 556—73.
45. Dawkins, R. (1979) Twelve misunderstandings of kin selection. *Zeitschrift für Tierpsychologie* **51**, 184—200.
46. Dawkins, R. (1980) Good strategy or evolutionarily stable strategy? У збірці *Sociobiology: Beyond Nature/Nurture* (реда. G. W. Barlow and J. Silverberg). Boulder, Colorado: Westview Press. pp. 331—67.
47. Dawkins, R. (1982) *The Extended Phenotype*. Oxford: W. H. Freeman.
48. Dawkins, R. (1982) Replicators and vehicles. У збірці *Current Problems in Sociobiology* (реда. King's College Sociobiology Group). Cambridge: Cambridge University Press. pp. 45—64.
49. Dawkins, R. (1983) Universal Darwinism. У збірці *Evolution from Molecules to Men* (реда. D. S. Bendall). Cambridge: Cambridge University Press. pp. 403—25.
50. Dawkins, R. (1986) *The Blind Watchmaker*. Harlow: Longman.
51. Dawkins, R. (1986) Sociobiology: the new storm in a teacup. У збірці *Science and Beyond* (реда. S. Rose and L. Appignanesi). Oxford: Basil Blackwell. pp. 61—78.
52. Dawkins, R. (1989) The evolution of evolvability. У збірці *Artificial Life* (реда. C. Langton). Santa Fe: Addison-Wesley. pp. 201—20.
53. Dawkins, R. (1993) Worlds in microcosm. У збірці *Humanity, Environment and God* (реда. N. Spurway). Oxford: Basil Blackwell.
54. Dawkins, R. and Carlisle, T. R. (1976) Parental investment, mate desertion and a fallacy. *Nature* **262**, 131—2.
55. Dawkins, R. and Krebs, J. R. (1978) Animal signals: information or manipulation? У збірці *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach* (реда. J. R. Krebs and N. B. Davies). Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp. 282—309.
56. Dawkins, R. and Krebs, J. R. (1979) Arms races between and within species. *Proceedings of the Royal Society of London B* **205**, 489—511.
57. De Vries, P. J. (1988) The larval ant-organs of *Thisbe irenea* (Lepidoptera: Riodinidae) and their effects upon attending ants. *Zoological Journal of the Linnean Society* **94**, 379—93.
58. Delius, J. D. (1991) The nature of culture. У збірці *The Tinbergen Legacy* (реда. M. S. Dawkins, T. R. Halliday, and R. Dawkins). London: Chapman and Hall.

59. Dennett, D. C. (1989) The evolution of consciousness. У збірці *Reality Club 3* (реда. J. Brockman). New York: Lynx Publications.
60. Dewsbury, D. A. (1982) Ejaculate cost and male choice. *American Naturalist* **119**, 601—10.
61. Dixson, A. F. (1987) Baculum length and copulatory behavior in primates. *American Journal of Primatology* **13**, 51—60.
62. Dobzhansky, T. (1962) *Mankind Evolving*. New Haven: Yale University Press.
63. Doolittle, W. F. and Sapienza, C. (1980) Selfish genes, the phenotype paradigm and genome evolution. *Nature* **284**, 601—3.
64. Ehrlich, P. R., Ehrlich, A. H., and Holdren, J. P. (1973) *Human Ecology*. San Francisco: Freeman.
65. Eibl-Eibesfeldt, I. (1971) *Love and Hate*. London: Methuen.
66. Eigen, M., Gardiner, W., Schuster, P., and Winkler-Oswatitsch, R. (1981) The origin of genetic information. *Scientific American* **244** (4), 88—118.
67. Eldredge, N. and Gould, S. J. (1972) Punctuated equilibrium: an alternative to phyletic gradualism. У збірці *Models in Paleobiology* (реда. J. M. Schopf). San Francisco: Freeman Cooper. pp. 82—115.
68. Fischer, E. A. (1980) The relationship between mating system and simultaneous hermaphroditism in the coral reef fish, *Hypoplectrus nigricans* (Serranidae). *Animal Behaviour* **28**, 620—33.
69. Fisher, R. A. (1930) *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford: Clarendon Press.
70. Fletcher, D. J. C. and Michener, C. D. (1987) *Kin Recognition in Humans*. New York: Wiley.
71. Fox, R. (1980) *The Red Lamp of Incest*. London: Hutchinson.
72. Gale, J. S. and Eaves, L. J. (1975) Logic of animal conflict. *Nature* **254**, 463—4.
73. Gamlin, L. (1987) Rodents join the commune. *New Scientist* **115** (1571), 40—7.
74. Gardner, B. T. and Gardner, R. A. (1971) Two-way communication with an infant chimpanzee. У збірці *Behavior of Non-human Primates 4* (реда. A. M. Schrier and F. Stollnitz). New York: Academic Press. pp. 117—84.
75. Ghiselin, M. T. (1974) *The Economy of Nature and the Evolution of Sex*. Berkeley: University of California Press.
76. Gould, S. J. (1980) *The Panda's Thumb*. New York: W. W. Norton.
77. Gould, S. J. (1983) *Hen's Teeth and Horse's Toes*. New York: W. W. Norton.
78. Grafen, A. (1984) Natural selection, kin selection and group selection. У збірці *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach* (реда. J. R. Krebs and N. B. Davies). Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp. 62—84.
79. Grafen, A. (1985) A geometric view of relatedness. У збірці *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* (реда. R. Dawkins and M. Ridley), 2, pp. 28—89. Oxford: Oxford University Press.

80. Grafen, A. (1990) Sexual selection unhandicapped by the Fisher process. *Journal of Theoretical Biology*, **144**, 473—516.
81. Grafen, A. and Sibly, R. M. (1978) A model of mate desertion. *Animal Behaviour* **26**, 645—52.
82. Haldane, J. B. S. (1955) Population genetics. *New Biology* **18**, 34—51.
83. Hamilton, W. D. (1964) The genetical evolution of social behaviour (I and II). *Journal of Theoretical Biology* **7**, 1—16; 17—52.
84. Hamilton, W. D. (1966) The moulding of senescence by natural selection. *Journal of Theoretical Biology* **12**, 12—45.
85. Hamilton, W. D. (1967) Extraordinary sex ratios. *Science* **156**, 477—88.
86. Hamilton, W. D. (1971) Geometry for the selfish herd. *Journal of Theoretical Biology* **31**, 295—311.
87. Hamilton, W. D. (1972) Altruism and related phenomena, mainly in social insects. *Annual Review of Ecology and Systematics* **3**, 193—232.
88. Hamilton, W. D. (1975) Gamblers since life began: barnacles, aphids, elms. *Quarterly Review of Biology* **50**, 175—80.
89. Hamilton, W. D. (1980) Sex versus non-sex versus parasite. *Oikos* **35**, 282—90.
90. Hamilton, W. D. and Zuk, M. (1982) Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science* **218**, 384—7.
91. Hampe, M. and Morgan, S. R. (1987) Two consequences of Richard Dawkins' view of genes and organisms. *Studies in the History and Philosophy of Science* **19**, 119—38.
92. Hansell, M. H. (1984) *Animal Architecture and Building Behaviour*. Harlow: Longman.
93. Hardin, G. (1978) Nice guys finish last. У збірці *Sociobiology and Human Nature* (ред. M. S. Gregory, A. Silvers, and D. Sutch). San Francisco: Jossey Bass. pp. 183—94.
94. Henson, H. K. (1985) Memes, L^5 and the religion of the space colonies. *L⁵ News*, September 1985, pp. 5—8.
95. Hinde, R. A. (1974) *Biological Bases of Human Social Behaviour*. New York: McGraw-Hill.
96. Hoyle, F. and Elliot, J. (1962) *A for Andromeda*. London: Souvenir Press.
97. Hull, D. L. (1980) Individuality and selection. *Annual Review of Ecology and Systematics* **11**, 311—32.
98. Hull, D. L. (1981) Units of evolution: a metaphysical essay. У збірці *The Philosophy of Evolution* (ред. U. L. Jensen and R. Harré). Brighton: Harvester. pp. 23—44.
99. Humphrey, N. (1986) *The Inner Eye*. London: Faber and Faber.
100. Jarvis, J. U. M. (1981) Eusociality in a mammal: cooperative breeding in naked mole-rat colonies. *Science* **212**, 571—3.

101. Jenkins, P. F. (1978) Cultural transmission of song patterns and dialect development in a free-living bird population. *Animal Behaviour* **26**, 50—78.
102. Kalmus, H. (1969) Animal behaviour and theories of games and of language. *Animal Behaviour* **17**, 607—17.
103. Krebs, J. R. (1977) The significance of song repertoires — the Beau Geste hypothesis. *Animal Behaviour* **25**, 475—8.
104. Krebs, J. R. and Dawkins, R. (1984) Animal signals: mind-reading and manipulation. У збірці *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach* (ред. J. R. Krebs and N. B. Davies), 2nd edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp. 380—402.
105. Kruuk, H. (1972) *The Spotted Hyena: A Study of Predation and Social Behavior*. Chicago: Chicago University Press.
106. Lack, D. (1954) *The Natural Regulation of Animal Numbers*. Oxford: Clarendon Press.
107. Lack, D. (1966) *Population Studies of Birds*. Oxford: Clarendon Press.
108. Le Boeuf, B. J. (1974) Male-male competition and reproductive success in elephant seals. *American Zoologist* **14**, 163—76.
109. Lewin, B. (1974) *Gene Expression*, volume 2. London: Wiley.
110. Lewontin, R. C. (1983) The organism as the subject and object of evolution. *Scientia* **118**, 65—82.
111. Lidicker, W. Z. (1965) Comparative study of density regulation in confined populations of four species of rodents. *Researches on Population Ecology* **7** (27), 57—72.
112. Lombardo, M. P. (1985) Mutual restraint in tree swallows: a test of the Tit for Tat model of reciprocity. *Science* **227**, 1363—5.
113. Lorenz, K. Z. (1966) *Evolution and Modification of Behavior*. London: Methuen.
114. Lorenz, K. Z. (1966) *On Aggression*. London: Methuen.
115. Luria, S. E. (1973) *Life — The Unfinished Experiment*. London: Souvenir Press.
116. MacArthur, R. H. (1965) Ecological consequences of natural selection. У збірці *Theoretical and Mathematical Biology* (ред. T. H. Waterman and H. J. Morowitz). New York: Blaisdell. pp. 388—97.
117. Mackie, J. L. (1978) The law of the jungle: moral alternatives and principles of evolution. *Philosophy* **53**, 455—64. Передруковано в книзі *Persons and Values* (ред. J. Mackie and P. Mackie, 1985). Oxford: Oxford University Press. pp. 120—31.
118. Margulis, L. (1981) *Symbiosis in Cell Evolution*. San Francisco: W. H. Freeman.
119. Marler, P. R. (1959) Developments in the study of animal communication. У збірці *Darwin's Biological Work* (ред. P. R. Bell). Cambridge: Cambridge University Press. pp. 150—206.

120. Maynard Smith, J. (1972) Game theory and the evolution of fighting. В книзі J. Maynard Smith, *On Evolution*. Edinburgh: Edinburgh University Press. pp. 8—28.
121. Maynard Smith, J. (1974) The theory of games and the evolution of animal conflict. *Journal of Theoretical Biology* **47**, 209—21.
122. Maynard Smith, J. (1976) Group selection. *Quarterly Review of Biology* **51**, 277—83.
123. Maynard Smith, J. (1976) Evolution and the theory of games. *American Scientist* **64**, 41—5.
124. Maynard Smith, J. (1976) Sexual selection and the handicap principle. *Journal of Theoretical Biology* **57**, 239—42.
125. Maynard Smith, J. (1977) Parental investment: a prospective analysis. *Animal Behaviour* **25**, 1—9.
126. Maynard Smith, J. (1978) *The Evolution of Sex*. Cambridge: Cambridge University Press.
127. Maynard Smith, J. (1982) *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press.
128. Maynard Smith, J. (1988) *Games, Sex and Evolution*. New York: Harvester Wheatsheaf.
129. Maynard Smith, J. (1989) *Evolutionary Genetics*. Oxford: Oxford University Press.
130. Maynard Smith, J. and Parker, G. A. (1976) The logic of asymmetric contests. *Animal Behaviour* **24**, 159—75.
131. Maynard Smith, J. and Price, G. R. (1973) The logic of animal conflicts. *Nature* **246**, 15—18.
132. McFarland, D. J. (1971) *Feedback Mechanisms in Animal Behaviour*. London: Academic Press.
133. Mead, M. (1950) *Male and Female*. London: Gollancz.
134. Medawar, P. B. (1952) *An Unsolved Problem in Biology*. London: H. K. Lewis.
135. Medawar, P. B. (1957) *The Uniqueness of the Individual*. London: Methuen.
136. Medawar, P. B. (1961) Рецензія Р. Teilhard de Chardin, *The Phenomenon of Man*. Передруковано в книзі Р. В. Medawar (1982) *Pluto's Republic*. Oxford: Oxford University Press.
137. Michod, R. E. and Levin, B. R. (1988) *The Evolution of Sex* Sunderland, Massachusetts: Sinauer.
138. Midgley, M. (1979) Gene-juggling. *Philosophy* **54**, 439—58.
139. Monod, J. L. (1974) On the molecular theory of evolution. У збірці *Problems of Scientific Revolution* (ред. R. Harré). Oxford: Clarendon Press. pp. 11—24.
140. Montagu, A. (1976) *The Nature of Human Aggression*. New York: Oxford University Press.

141. Moravec, H. (1988) *Mind Children*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
142. Morris, D. (1957) 'Typical Intensity' and its relation to the problem of ritualization. *Behaviour* **11**, 1—21.
143. *Nuffield Biology Teachers Guide IV* (1966) London: Longmans. p. 96.
144. Orgel, L. E. (1973) *The Origins of Life*. London: Chapman and Hall.
145. Orgel, L. E. and Crick, F. H. C. (1980) Selfish DNA: the ultimate parasite. *Nature* **284**, 604—7.
146. Packer, C. and Pusey, A. E. (1982) Cooperation and competition within coalitions of male lions: kin-selection or game theory? *Nature* **296**, 740—2.
147. Parker, G. A. (1984) Evolutionarily stable strategies. У збірці *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach* (ред. J. R. Krebs and N. B. Davies), 2nd edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp. 62—84.
148. Parker, G. A., Baker, R. R., and Smith, V. G. F. (1972) The origin and evolution of gametic dimorphism and the male-female phenomenon. *Journal of Theoretical Biology* **36**, 529—53.
149. Payne, R. S. and McVay, S. (1971) Songs of humpback whales. *Science* **173**, 583—97.
150. Popper, K. (1974) The rationality of scientific revolutions. У збірці *Problems of Scientific Revolution* (ред. R. Harré). Oxford: Clarendon Press. pp. 72—101.
151. Popper, K. (1978) Natural selection and the emergence of mind. *Dialectica* **32**, 339—55.
152. Ridley, M. (1978) Paternal care. *Animal Behaviour* **26**, 904—32.
153. Ridley, M. (1985) *The Problems of Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
154. Rose, S., Kamin, L. J., and Lewontin, R. C. (1984) *Not In Our Genes*. London: Penguin.
155. Rothenbuhler, W. C. (1964) Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F¹ and backcross generations to disease-killed brood. *American Zoologist* **4**, 111—23.
156. Ryder, R. (1975) *Victims of Science*. London: Davis-Poynter.
157. Sagan, L. (1967) On the origin of mitosing cells. *Journal of Theoretical Biology* **14**, 225—74.
158. Sahlins, M. (1977) *The Use and Abuse of Biology*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
159. Schuster, P. and Sigmund, K. (1981) Coyness, philandering and stable strategies. *Animal Behaviour* **29**, 186—92.
160. Seger, J. and Hamilton, W. D. (1988) Parasites and sex. У збірці *The Evolution of Sex* (ред. R. E. Michod and B. R. Levin). Sunderland, Massachusetts: Sinauer. pp. 176—93.

161. Seger, J. and Harvey, P. (1980) The evolution of the genetical theory of social behaviour. *New Scientist* **87** (1208), 50—1.
162. Sheppard, P. M. (1958) *Natural Selection and Heredity*. London: Hutchinson.
163. Simpson, G. G. (1966) The biological nature of man. *Science* **152**, 472—8.
164. Singer, P. (1976) *Animal Liberation*. London: Jonathan Cape.
165. Smythe, N. (1970) On the existence of 'pursuit invitation' signals in mammals. *American Naturalist* **104**, 491—4.
166. Sterelny, K. and Kitcher, P. (1988) The return of the gene. *Journal of Philosophy* **85**, 339—61.
167. Symons, D. (1979) *The Evolution of Human Sexuality*. New York: Oxford: University Press.
168. Tinbergen, N. (1953) *Social Behaviour in Animals*. London: Methuen.
169. Treisman, M. and Dawkins, R. (1976) The cost of meiosis — is there any? *Journal of Theoretical Biology* **63**, 479—84.
170. Trivers, R. L. (1971) The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology* **46**, 35—57.
171. Trivers, R. L. (1972) Parental investment and sexual selection. У збірці *Sexual Selection and the Descent of Man* (ред. B. Campbell). Chicago: Aldine. pp. 136—79.
172. Trivers, R. L. (1974) Parent-offspring conflict. *American Zoologist* **14**, 249—64.
173. Trivers, R. L. (1985) *Social Evolution*. Menlo Park: Benjamin Cummings.
174. Trivers, R. L. and Hare, H. (1976) Haplodiploidy and the evolution of the social insects. *Science* **191**, 249—63.
175. Turnbull, C. (1972) *The Mountain People*. London: Jonathan Cape.
176. Washburn, S. L. (1978) Human behavior and the behavior of other animals. *American Psychologist* **33**, 405—18.
177. Wells, P. A. (1987) Kin recognition in humans. У збірці *Kin Recognition in Animals* (ред. D. J. C. Fletcher and C. D. Michener). New York: Wiley. pp. 395—415.
178. Wickler, W. (1968) *Mimicry*. London: World University Library.
179. Wilkinson, G. S. (1984) Reciprocal food-sharing in the vampire bat. *Nature* **308**, 181—4.
180. Williams, G. C. (1957) Pleiotropy, natural selection, and the evolution of senescence. *Evolution* **11**, 398—411.
181. Williams, G. C. (1966) *Adaptation and Natural Selection*. Princeton: Princeton University Press.
182. Williams, G. C. (1975) *Sex and Evolution*. Princeton: Princeton: University Press.

183. Williams, G. C. (1985) A defense of reductionism in evolutionary biology. У збірці *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* (ред. R. Dawkins and M. Ridley), **2**, pp. 1—27. Oxford: Oxford University Press.
184. Wilson, E. O. (1971) *The Insect Societies*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
185. Wilson, E. O. (1975) *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
186. Wilson, E. O. (1978) *On Human Nature*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
187. Wright, S. (1980) Genic and organismic selection. *Evolution* **34**, 825—4
188. Wynne-Edwards, V. C. (1962) *Animal Dispersion in Relation to Social Behaviour*. Edinburgh: Oliver and Boyd.
189. Wynne-Edwards, V. C. (1978) Intrinsic population control: a introduction. У збірці *Population Control by Social Behaviour* (ред. F. J. Eblin and D. M. Stoddart). London: Institute of Biology. pp. 1—22.
190. Wynne-Edwards, V. C. (1986) *Evolution through Group Selection* Oxford: Blackwell Scientific Publications.
191. Yom-Tov, Y. (1980) Intraspecific nest parasitism in birds. *Biological Reviews* **55**, 93—108.
192. Young, J. Z. (1975) *The Life of Mammals*, 2nd edition. Oxford: Clarendon Press.
193. Zahavi, A. (1975) Mate selection — a selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology* **53**, 205—14.
194. Zahavi, A. (1977) Reliability in communication systems and the evolution of altruism. У збірці *Evolutionary Ecology* (ред. B. Stonehouse and C. M. Perrins). London: Macmillan. pp. 253—9.
195. Zahavi, A. (1978) Decorative patterns and the evolution of art. *New Scientist* **80** (1125), 182—4.
196. Zahavi, A. (1987) The theory of signal selection and some of its implications. У збірці *International Symposium on Biological Evolution, Bari, 9—14 April 1985* (ред. V. P. Delfino). Bari: Adriatici Editrici. pp. 305—27.
197. Zahavi, A. Особисте спілкування, процитовано з його дозволу.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

- B. decapitans 376
Bothriomyrmex regicidus 376
Monomorium santschii 376
Oecobius civitas 140
Thisbe irenea 377
Хулеборус ferrugineus 364
агресія 121, 122
Адамс 425
Аксельрод Роберт 23, 306, 314, 316,
320, 331, 338, 342, 436, 438, 445
Александр Р. Д. 213, 214, 215, 266, 462,
499
алель 65, 74, 111, 114, 186, 228, 352, 353
альбінос 149, 150, 152
Альварес Ф. 210
Альтманн С. 449
альтруїзм 9, 10, 40, 39, 37, 41, 45, 149,
150, 151, 152, 156, 157, 158, 165, 170,
174, 176, 177, 201, 240, 259, 276, 281,
287, 304, 449, 453, 456,
амінокислоти 48, 50, 61
аналіз злиття 406
Андромеда 101, 103
арапеш 291
аргумент «філософський» 501
Ардри 33, 41, 43, 45, 181, 229, 261, 534
артилерія 342
атомізм 416, 419
атомні бомби 341
бабуїн 36, 166, 461
бактерії 12, 51, 344
Бартц С. 493
батьківська маніпуляція 213, 266
батьківська турбота 157, 158, 172, 176
батьківський альтруїзм 157, 175
батьківський внесок 197
бджоли 39, 117, 120, 266, 274, 382, 448,
459, 488
безвихідь 240, 241
Бейкер 466
Бейтсон Патрік 455
Белл Г. 422
Берк Тед 442
Берджес Дж. В. 140
Бертрам Брайан 456, 171, 487
білок 90, 351
Бодмер В. Ф. 30, 9
Бойд Роберт 326
Болдуїн В. А. 441
братовбивство 212
Бретт Роберт 487, 498
брехун 117, 118, 173
Брокманн Джейн 438
броненосці 156, 160
Вейсман А. 46
Веллс Памела 452
взаємний альтруїзм 306, 510
вибачливий випробовувач 318, 319
видизм 45
відцентровий регулятор Джеймса
Ватта 98
війна на виснаження 133
Вікрамасінгх Ч. 427
Вілкінсон Дж. С. 346
Вілсон Е. О. 376, 443
Вілсон Марго 464
Вільямс Джордж К. 22, 25, 422, 510
Вінн-Едвардс 178, 182, 185, 192
віроїди 367
віртуальна машина 429
вірус 472, 512
водорості 365, 366, 387

волохокрильці 356, 358, 370, 412
Вонг Ян 407
Вошо 119
всиновлення 167, 170
газель 262
Галл Д. Л. 420
Гамільтон В. Д. 22, 25, 123, 397, 422
Гампе М. 420
Гампфрі Н. К. 293
Гарві Пол 511
Гардін Гарретт 305
Гарднери Беатрис та Аллен 116
Гейл Дж. С. 437
Гемлін Лінда 492
гемоглобін 48
генетична одиниця 69
генетичний детермінізм 415
Генсон Кейт 515
гібридизація 117, 252
гідри 366
гісни 256
Гізелін М. Т. 422
Гогбен Ланселот 412
Гойл Фред 101
голі землекопи 487, 492
голуб 124
Грааскамп 319
Графен Алан 438, 445, 467
грибні сади 276
Гріббін Джон 422
груповий добір 45, 128, 446, 460
Дарвін Чарльз 9, 10, 32, 245, 297
Девіс Н. Б. 439
Дейлі Мартін 464
Деліус Хуан 503
Дженкінс П. Ф. 289
Деннетт Деніел 429
детермінізм 411, 416
Джарвіс Дженніфер 487
дилема в'язня 306, 331, 339
ДНК 351, 368, 369, 409
довговічність 62, 295
домінантний ген 64
донори крові 346
допомога по гнізду 496
Дулітл 423
еволюційна теорія Дарвіна 47
еволюційно стабільна стратегія (ЕСС)
124, 129, 134, 437
егоїзм 34, 40, 46, 79, 84, 149
егоїстичність генів 40
Ейбл-Ейбесфельдт 33, 534
Ейген Манфред 414
екологія 108
економіка 108
експлуатація жінок 222
Елліот Джон 101
епідейктична поведінка 185
ерекція 476
ефект альтруїзму щодо зелених борід
151
ефект Брюс 229, 230
ефект герцога Мальборо 442
ефект Красунчика Жеста 194
Ешворт Тоні 338
жуки 363, 365
Захаві А. 207, 245
зайва ДНК 90
захист території 138
зозуля 170, 171, 210, 211, 373, 375
зона небезпеки 257
Зигмунд К. 469
Івс Л. Дж. 437
ігри з ненульовою сумою 331
ігри з нульовою сумою 331
ієрархія домінування 142, 144
ізогамети 221
ізогамія 221

імітація 295
інверсія 72
індивідуально стабільна стратегія 440
інцест 454
Каваллі-Сфорц Л. Л. 290
кажани-вампири 333
кайри 169
Каллен Дж. М. 290
канібалізм 38, 143
Карлайл Т. Р. 240, 470
Кернс-Сміт А. Дж. 59, 414
кити 102, 255
Кіні Реймонд 425
Кіссинджер Генрі 319
Кітчер П. 420
кліщі 280
Клок Ф. Т. 290
колективно стабільна стратегія 327
комп'ютер 96, 97, 99, 100, 108, 161, 299, 483, 512
комп'ютерний вірус 513
контрацепція 180, 189, 416, 517
конфлікт «батьки — потомство» 202
королева Вікторія 404
королева Єлизавета II 401
король Едуард IV 401
Кребс Джон 261, 374, 435
Крік 423
кросинговер 69, 70, 74, 78, 84, 89
Кроу Джеймс 353
культура 288, 294
культурна еволюція 290
культурні мутації 290
Ланде Р. 470
ламарківська теорія спадковості 421
ластівки 211
леви 455
Левін Б. 422
Лек Девід 186, 542
лемінги 491, 533
летальні гени 85
Левонтін 516
Лорбербаум Джеффри 326
Лоренц Конрад 43
Мак-Артур Р. Г. 123
Макінтош 429
Маккі Дж. Л. 500
маніпуляції 261, 264
Марлер Р. Р. 258
мартин 440
матриці виграшів 308
машина для виживання 113, 124, 288
Медавар Пітер 201
Мей Роберт 375
мейоз 66
мейотичний дрейф 154
мем 292, 296
мемоїди 515
Меңдель 76
менопауза 200
метелики 73, 82, 117, 145, 377, 439
миші 191
Мід Маргарет 291
Міджлі Мері 428
Міз Г. Б. 441
міксоматоз 472
мімікрія 73
мітоз 66
мітохондрії 278
Мішо Р. 422
моделювання 108, 109, 111, 284
Моно Жак 13, 55
Монтегіо Ешлі 33
Морган С. Р. 420
Моріарті 309
морський слон 122, 191
мурахи 306, 376, 377, 446, 448, 458, 459, 488

мутаціоналізм 277
набуті характеристики 61
найслабше дитинча 5
наркотик 371, 377
нейрон 95
новозеландський шпак 289
нозема 362
нуклеотиди 59
однойцеві близнюки 268
«Олд Ленг Сайн» 295, 512
організм 11, 14, 64
Орджел 422
оси 448, 459, 488
павук 140
парадоксальна ЕСС 138, 440
парадоксальна стратегія 138
паразити 168, 279, 281, 343, 362, 363
паразитична ДНК 12, 279
паразитична кастрація 363
Паркер Дж. А. 123, 466
Пейн Роджер 102
Пекер К. 456
передбачення 42, 87, 110, 411
переривчаста рівновага 444
перетинчастокрилі 266
Петерсон 309
пінгвін 38
плазміді 367
повторювана дилема в'язня 347
поліморфізм 130, 403
попелиці 88, 277, 306, 378, 403, 446, 448, 493
Поппер Карл 290, 429
популяційний вибух 191
популяції 178
походження життя 427
поширеність 62, 295
Прайс Дж. Р. 123
принцип гандикапа 478
принцип «життя/обід» 474
П'юзі А. 456
Райдер Річард 45
Райт 419
райські птахи 228, 244
Рапопорт Анатоль 316, 321
расизм 44
редукціонізм 420, 423
релігія 291
реплікатор 11, 51, 379
рецесивний ген 453
реципрокний альтруїзм 26
риба-чистильник 285
риночі оси 437
Рідлі Марк 470
роботи 385, 415
родинний добір 446
розмір кладки 187, 188, 212
розширений фенотип 351, 375
Роуз 516
Ротенбюлер 112, 435
Саймонс Дональд 464
сакуліна 363
Салінс Маршалл 450
самогубство 39, 159, 263, 264
сарана 490
свиня 441
свідомі передбачення 129
свідомість 165, 343, 355
Сегер Джон 511
Сегура Г. 210
селекційний тиск 477
сигнали тривоги 258, 259, 261
симбіоз 277, 279
Сіблі Річард 467
Сімпсон Дж. Г. 32, 410
сказ 368
Смайт Н. 262

Сміт Джон Мейнард 18, 25, 123, 140, 148, 397, 422
соціальна організація 144
соціальна теорія 26
соціальні комахи 446—448
соціобіологія 305
соціологія 108
спорідненість 153, 155, 161, 445, 491
сріблясті картини 183
старіння 86
статевий добір 245
Стерельни К. 420
стратегія сильного самця 232
стратегія сімейного щастя 232, 239
стрибки газелі 45, 262
теорія Бартца 493
теорія Дарвіна 14, 20
теорія ігор 339
теорія кей-ві 259
теорія непереборності 372
теорія «ніколи не вибувай з лав» 260
теорія старіння 201
терміти 263, 492, 494, 448
Тернбулл Колін 291
тестостерон 443
Томсон Гленіс 30
тонометр 475
точність копіювання 62, 295
тремагоди 360, 361, 363, 366, 374
трипалі картини 228
Тінберген Ніко 29, 138, 439
Тріверс Р. Л. 197, 499
умовна стратегія 136
універсальний дарвінізм 501
Університет Кейптауна 487
Університет Констанца 503
фенотип 356, 363
ферменти 383
фігові оси 344
фігові дерева 344
Фішер Рональд 22, 25, 197, 345, 419, 470, 541
футбол 322, 334
Хейр 269, 499
Холдейн Дж. Б. С. 412
хромосоми 60, 65, 66, 69, 75, 78
цвіркуни 141, 142, 442
целібат 301
цистрон 76, 78, 79
Чарнов Е. Л. 261
Черфас Джереми 422
чистильник 286, 306
Шерман Пол 487
шантаж 170, 207, 208
шахи 100, 331, 425
шахрай 282, 500
шимпанзе 25, 116, 403
шотландська куріпка 183, 189
Шустер П. 469
ядро 60
Янг Дж. З. 105
яструб 124

УРИВКИ З ОГЛЯДІВ

PRO BONO PUBLICO

Пітер Мегавару журналі «Зе Спектейтор», 15 січня 1977 року

Маючи справу з явно альтруїстичною або якоюсь іншою неегоїстичною поведінкою у тварин, любителі біології — клас, до якого приєднується дедалі більша кількість соціологів, — дуже легко піддаються спокусі говорити, що та виникла в процесі еволюції «на благо виду».

Наприклад, існує добре відомий міф, що лемінги — вочевидь, більш свідомі потреби в цьому, ніж ми — регулюють чисельність своєї популяції, тисячами кидаючись із прибережних скель та гинучи в морі. Безумовно, навіть найбільш легковірний натураліст, мабуть, запитував себе, як такого роду альтруїзм міг стати частиною поведінкового репертуару виду, враховуючи той факт, що генетичні структури, які цьому сприяють, скоріш за все, гинуть разом з їхніми власниками в цьому грандіозному демографічному аутодафе. Проте, щоби розвінчати цей міф, не слід заперечувати, що генетично егоїстичні дії іноді можуть «поставати» (як кажуть лікарі) як безкорисливі або альтруїстичні. Генетичні фактори, які сприяють бабусиній опіці на противагу бездушній байдужості, можуть превалювати в еволюції тому, що насправді добрі бабусі лишень егоїстично сприяють виживанню та поширенню своїх власних генів, присутніх у їхніх онуках.

Річард Докінз, один із найблискучіших представників молодого покоління біологів, обережно та зі знанням справи розвінчує деякі з улюблених ілюзій соціобіології щодо еволюції альтруїзму, але цю книгу аж ніяк не варто вважати

виключно викривальною: вона, навпаки, надзвичайно майстерно перекладає основні проблеми соціобіології термінами генетичної теорії природного добору. До того ж вона наукова, розумна та дуже добре написана. Однією з причин, що заохотили Річарда Докінза вивчати зоологію, була «загальна привабливість» тварин — погляд, який поділяють усі чудові біологи, що з'являються на сторінках цієї книги.

Хоча «Егоїстичний ген» не мав на меті викликати суперечки, він став дуже важливою частиною програми Докінза зі спростування претензій таких книг, як «Про агресію» Лоренца, «Соціальний контракт» Ардрі, а також «Любов та ненависть» Ейбл-Ейбесфельдта: «проблема цих книг у тому, що їхні автори сприймають все цілком і повністю неправильно. Вони просто не до кінця розуміють, як працює еволюція. Вони виходять із хибного припущення, що благо виду (групи) для еволюції важливіше за благо індивіда (гена)».

По суті, в популярному серед школярів афоризмі про те, що «курка — це спосіб яйця зробити ще одне яйце» вистачить істини на десяток проповідей. Річард Докінз каже про це так:

Цією книгою я хотів сказати, що ми, а також всі інші тварини, є машинами, створеними нашими генами... Я би сказав, що основною властивістю, якої слід очікувати від успішного гена, є безжальний егоїзм. Цей генний егоїзм зазвичай робить егоїстичною й поведінку індивіда. Проте, як ми побачимо далі, існують особливі обставини, в яких ген може найкращим чином досягати своїх власних егоїстичних цілей, заохочуючи обмежену форму альтруїзму на рівні окремих тварин. Зверніть увагу на слова «особливі» та «обмежену» в останньому реченні. Як би нам не хотілося вірити в інше, загальні любов та добробут виду в цілому є концепціями, що просто не мають еволюційного сенсу.

За словами Докінза, ці істини можуть нам не подобатись, але це аж ніяк не применшує їхньої істинності. Проте, чим чіткіше ми розуміємо егоїзм генетичного процесу, тим краще ми будемо підготовлені, щоб *навчати* перевагам щедрості та співпраці, а також усьому іншому, що працює на спільне благо. І Докінз чіткіше за більшість інших пояснює особливу важливість для людства культурної або «екзогенетичної» еволюції.

В останньому та найважливішому розділі своєї книги Докінз кидає виклик самому собі, аби сформулювати один фундаментальний принцип, який би точно підходив до всіх еволюційних систем — можливо, навіть до організмів, у яких атоми кремнію зайняли місце атомів вуглецю, а також до організмів, на зразок людських істот, у яких еволюція такою значною мірою опосередковується через негенетичні канали. Це принцип еволюції за рахунок чистої репродуктивної переваги реплікуючих одиниць. Для звичайних організмів за звичайних обставин цими одиницями є ділянки молекул ДНК, відомі як «гени». На думку Докінза, одиницею культурної передачі є те, що він називає «мемом», і у своєму останньому розділі він пояснює особливості роботи дарвінівської теорії мемів.

Додам до надзвичайно цікавої книги Докінза лише одну примітку: ідея про те, що володіння функцією пам'яті є характерною рисою всіх живих істот, вперше була запропонована австрійським фізіологом Евальдом Герінгом у 1870 році. Він називав свою одиницю «мнемом» — словом свідомої етимологічної правильності. Викладення цього предмету Ріхардом Земоном (1921), цілком природно, є абсолютно недарвінівським і сьогодні може вважатися виключно застарілим. Одна з ідей Герінга була піднята на глум його суперником, натурфілософом професором Дж. С. Холдейном: ідея про те, що має існувати сполука якраз із тими

властивостями, які сьогодні відомі нам у дезоксирибонуклеїнової кислоти, ДНК.

© Spectator, 1977

ГРА ЗА ПРИРОДОЮ

*В. Д. Гамільтон у журналі «Сайнс»,
13 травня 1977 року (уривок)*

Цю книгу слід прочитати і можна прочитати ледь не усім. Вона з великою майстерністю представляє нове обличчя теорії еволюції. На мою думку, її великим досягненням став доволі легкий, вільний стиль, який допоміг пояснити широкій громадськості нові й подекуди помилкові ідеї біології. Вона досягла успіху у вирішенні, здавалося б, неможливого завдання представити простою мовою складні для розуміння квазіматематичні теми останніх уявлень про еволюцію. Нарешті, ідеї цієї книги в широкій перспективі здатні здивувати та надихнути навіть багатьох біологів-дослідників, які могли вважати, що вже все знають. Принаймні, вони здивували вашого покійного слугу. Тим не менш, повторю, що ця книга залишається легкою для розуміння всіма, хто має хоча б найменше уявлення про науку.

Навіть без наміру бути снобом, читання популярної книги, присвяченої галузі, близькій до наукових інтересів людини, просто-таки змушує її шукати помилки: ось цей приклад невідповідний, цей момент залишився нез'ясованим, а та ідея хибна й давно спростована. Ця ж книга майже не дала мені таких підстав. Не те, щоб у ній зовсім не було помилок (навіть чи це можливо для роботи, основним матеріалом якої, в певному сенсі, є припущення), але її біологічні ідеї в цілому представлені правильно, а її суперечливі твердження хоча б не догматичні.

Найскромніша оцінка автором своїх власних ідей зазвичай роззброює критиків, і то тут, то там читачеві лестить думка про можливість самому створити кращу модель, якщо йому не сподобається запропонована. Те, що така пропозиція всерйоз може бути зроблена в популярній книзі, яскраво відображує новизну предмета вивчення. Як не дивно, але висловлені в ній прості, поки ще неперевірені ідеї, дійсно можуть невдовзі розв'язати деякі старі загадки еволюції.

Отже, що це таке — нове обличчя еволюції? Певною мірою, воно нагадує нову інтерпретацію Шекспіра: все це було в оригінальному тексті, але якимось чином залишилося непоміченим. Мушу додати проте, що новий погляд, про який іде мова, ховався в сценарії еволюції не стільки Дарвіна, скільки самої природи, і що наша неуважність стосується радше 20 років, а не якихось ста. Докінз, наприклад, починає з тих мінливих спіральних молекул, які сьогодні доволі добре нам відомі; Дарвін же не знав навіть про хромосоми або їхні дивні танці під час процесу статевого розмноження. Але навіть 20 років — це достатньо довго, щоби викликати подив.

Перший розділ широко характеризує явища, пояснення яких шукає ця книга, та демонструє їхнє велике філософське й практичне значення для людського життя. Нашу увагу привертають кілька інтригуючих та захоплюючих прикладів зі світу тварин. Другий розділ згадує перших на Землі реплікаторів у їхньому первісному супі. Ми бачимо збільшення їхньої чисельності та удосконалення. Вони починають конкурувати за субстрати, боротися, навіть знищувати та поїдати один одного; вони ховаються самі й ховають свої здобутки та зброю за захисними укріпленнями; ті починають використовуватись для прихистку, виходячи не лише з тактики суперників та хижаків, але

й з реальних умов навколишнього середовища, яке реплікатори дедалі більше отримують змогу опанувати. Таким чином вони мобілізуються, організовуються, набувають химерних форм, виходять із води, просуваючись углиб суходолу аж до пустель та вічних снігів. Між цими кордонами, за які життя не могло вийти протягом довгого часу, первісний суп тече й переливається мільйони разів, набуваючи дедалі більшої різноманітності варіантів та з часом виливаючись у мурах та слонів, мандрилів та людей. Стосовно деяких коаліцій остаточних нащадків цих давніх реплікаторів другий розділ приводить до такого висновку: «Їхнє збереження є основною метою нашого існування... Сьогодні вони називаються генами, і ми з вами є їхніми машинами для виживання».

Така думка може здатися читачеві вражаючою й провokatивною, але чи така вже вона нова? Мабуть, поки що ні, але еволюція, звичайно, не закінчується нашими організаціями. Тим не менш, важливіше, що техніки виживання в переповненому світі виявились неочікувано тонкими, значно тоншими, ніж біологи були готовими собі уявити за старої, віджилої парадигми адаптації на благо виду. Загалом саме ці тонкощі і є темою решти книги. Візьмемо простий приклад — спів птахів. Він здається дуже мало-ефективною справою: якийсь наївний матеріаліст, шукаючи техніки, завдяки яким дрозди переживають холодні зими, нестачу їжі та інші несприятливі умови, цілком міг би подумати, що вигадливі співи самців тут точно недоречні, наче ектоплазма на нараді. (Придивившись, він взагалі міг би виявити той факт, що й самці цього виду не потрібні. Зрештою, це є іншою основною темою книги: поява в минулому тісної зв'язки функцій співу та статевого розмноження.) Тим не менш, ціла команда реплікаторів займається створенням подібних конфігурацій у межах

того чи іншого виду птахів. У деяких місцях Докінз говорить про ще більш дивовижний спів горбатого кита, який може дати себе почути на весь океан; але про цей спів ми знаємо навіть менше, ніж про те, що собою являє спів дроздів та кому він адресований. Виходячи з наявних доказів, насправді він може бути гімном єдності китових проти людства — мабуть, добрим для китів, якщо це так. Звичайно, сьогодні симфонічні концерти дають інші складніші команди реплікаторів. І ті такі точно іноді перетинають океани — відбиваючись від тіл у просторі, які самі були створені та обертаються згідно з планами іще складніших команд. Те, що чарівники роблять із дзеркалами, — ніщо, порівняно з тим, що природа, якщо Докінз правий, робить із не більш обіцяючим первинним матеріалом, ніж застиглий первісний бульйон. Охарактеризувати новий погляд на біологію у цій та деяких інших нещодавніх книгах (на зразок «Соціобіології» Е. О. Вілсона) можна словами, які випромінюють надію, що ці найвіддаленіші сфери життя скоро можуть більш зрозуміло вкластися, по суті, якщо не в якихось деталях (релігійні люди та неомарксистичні можуть викрутити цю фразу, якщо їм так більше подобається), в загальну схему, яка включає в себе найпростішу клітинну стінку, найпростіший багатоклітинний організм та спів дроздів.

Проте слід уникати враження, що ця книга є певною «Соціобіологією» для дилетантів або бідних. По-перше, вона містить багато оригінальних ідей, а по-друге, вона врівноважує враження певного дисбалансу від масивного тому Вілсона, чітко підкреслюючи аспект соціальної поведінки з погляду теорії ігор, який Вілсон майже не згадує. «З погляду теорії ігор» — не зовсім точний вираз, особливо в контексті нижчих рівнів соціальної еволюції, оскільки самі гени не обґрунтовують свої способи дії; хоча вже

зрозуміло, що на всіх рівнях існують корисні подібності між концептуальними структурами теорії ігор та соціальної еволюції. Взаємний розвиток, який тут мається на увазі, є новим та все ще триває: наприклад, я лише нещодавно дізнався, що теорія ігор вже дала назву («рівновага Неша») концепції, що приблизно відповідає «еволюційно стабільній стратегії». Докінз справедливо вважає ідею еволюційної стабільності надзвичайно важливою для його нового погляду на соціобіологію. Ігровий елемент соціальної поведінки та соціальної адаптації походить із залежності в будь-якій соціальній ситуації успіху стратегії одного індивіду від стратегій, використовуваних його чи її суперниками. Прагнення до адаптації, що отримує максимум від конкретної ситуації, незалежно від загального блага, може привести до деяких дуже дивних результатів. Хто би, наприклад, здогадався, що важливе питання, чому у риб, на відміну від більшості інших тварин, саме самець зазвичай захищає яйця та молодь, може залежати від такого тривіального моменту, як те, яка стать змушена випустити свої гамети у воду першою? Тим не менш, Докінз, розвиваючи ідею Р. Л. Тріверса, виявив, що такий часовий момент, навіть якщо й тривалістю в кілька секунд, може бути дуже важливим для всього цього явища. Знову, чи не слід було б очікувати, що самиці моногамних птахів, ошчасливлені допомогою партнера, матимуть більші кладки, ніж самиці полігамного виду? Насправді ж відбувається зовсім навпаки. В своєму дещо тривожному розділі про «змагання статей» Докінз знову звертається до ідеї стабільності на протигагу експлуатації (у цьому випадку самцем) і несподівано надає цій дивній кореляції природного вигляду. Подібно до більшості інших, ця його ідея залишається недоведеною, і для того цілком можуть бути інші, більш вагомні причини; але ті, що наводять

він, які так легко помітні з його нової точки зору, вимагають уваги.

У посібнику з теорії ігор можна побачити не більше ігор, ніж кіл та трикутників у посібнику з сучасної геометрії. На перший погляд, все це — лише алгебра: теорія ігор є складним предметом із самого початку. Тому це справжнє літературне мистецтво — передати, як робить ця книга, навіть зовнішні відчуття та особливості, не кажучи вже про внутрішні деталі, ігрових ситуацій, не вдаючись до математичних формул. У своєму вступі до його великої книги про еволюцію Р. А. Фішер писав: «Жодні мої зусилля не змогли допомогти зробити цю книгу простою для читання». У цьому творі, за дощем глибоких і виразних формул та речень читач дуже скоро починає погоджуватися геть з усім. Прочитавши ж «Егоїстичний ген», я тепер відчуваю, що Фішер міг би попрацювати краще, хоча загально визнано, що він би тоді написав зовсім іншу книгу. Здається, що навіть основоположні ідеї класичної популяційної генетики можна було би сформулювати звичайними словами значно цікавіше, ніж це було зроблено. (Дійсно, Холдейну вдалося досягти в цьому більшого успіху, ніж Фішеру, але його ідеї вийшли менш виразними.) Але найбільшу увагу слід звернути на те, скільки доволі нудної математики, що потоком летіє з популяційної генетики під керівництвом Райта, Фішера та Холдейна, можна обійти при новому, більш соціальному підході до фактів життя. Я був доволі здивований виявити, що Докінз поділяє мою оцінку Фішера як «найвидатнішого біолога двадцятого століття» (рідкісний погляд, як мені здається); але не менше мене здивувало, як мало він узяв із книги Фішера.

Нарешті, у своєму останньому розділі Докінз підходить до захоплюючого предмету еволюції культури. Він запускає термін «мем» (скорочено від «мімем») як культурний

еквівалент «гена». Як би не було важко визначити цей термін — це дійсно має бути важче, ніж ген, який теж непростий — я підозрюю, що скоро він увійде до широкого вжитку серед біологів, а також, хочеться вірити, філософів, лінгвістів та інших і подібно до слова «ген» зможе стати частиною повсякденного спілкування.

Вибрано з дозволу В. Д. Гамільтона,
SCIENCE 196:757-59 (1977).

© 1977 AAAS

ГЕНИ ТА МЕМИ

Джон Мейнард Сміт у журналі «Лондон ревію оф букс», 4—18 лютого 1982 року. (Уривок з огляду книги «Розширений фенотип».)

«Егоїстичний ген» незвичний тим, що, попри свою популярну манеру викладення, він робить оригінальний внесок до розвитку біології. Більш того, сам цей внесок був незвичного роду. На відміну від класичної роботи Девіда Лека «Життя вільшанки» — теж оригінального внеску в популярній формі — «Егоїстичний ген» не повідомляє жодних нових фактів. Не містить він і якихось нових математичних моделей — по суті, він взагалі не містить у собі жодної математики. Що він пропонує, так це новий погляд на світ.

Хоча ця книга доволі популярна і багатьом подобається, вона також викликала до себе сильну неприязнь. Більша частина цієї неприязні, на мою думку, випливає з нерозуміння або радше кількох нерозумінь. Найбільш фундаментальним із них є нездатність людей зрозуміти, про що ця книга. Так от, вона про еволюційний процес, а не про мораль, політику чи гуманітарні науки. Якщо ви не цікавитесь перебігом еволюції і не можете осмислити, як хтось

всерйоз може думати про щось інше, крім людських проблем, то не читайте її: вона лише викличе у вас нікому не потрібний гнів.

Проте, якщо ви цікавитесь еволюцією, то одразу зрозумієте, що насправді Докінз детально розглядає природу суперечок, що точилися між еволюційними біологами протягом 1960-х та 1970-х років. Вони стосувалися двох близьких тем: «групового добору» та «родинного добору». Суперечку навколо «групового відбору» почав Вінн-Едвардс, який висунув припущення, що поведінкові адаптації були викликані «груповим добором» — тобто за рахунок виживання одних груп та вимирання інших...

Майже в той самий час В. Д. Гамільтон порушив інше питання про те, як діє природний добір. Він вказав, що, якби ген змушував свого власника жертвувати життям заради порятунку життя кількох родичів, то в подальшому мало б існувати більше копій цього гена, ніж якби самопожертва не відбувалася... Щоби створити кількісну модель цього процесу, Гамільтон увів концепцію «сукупної пристосованості», яка містить в собі не лише власне потомство індивіду, але й будь-яке додаткове потомство, вирощене родичами за допомогою цього індивіда, відповідним чином визначене за ступенем родинних зв'язків...

Докінз, хоча й визнає наш борг перед Гамільтоном, припускає, що він помилявся у своїй останній спробі підтримати концепцію пристосованості і вчинив би мудріше, прийнявши повноцінний погляд на еволюцію «очима гена». Він спонукає нас визнати фундаментальну розбіжність між «реплікаторами» — одиницями, точна структура яких реплікується в процесі розмноження — та «носіями»: одиницями, які є смертними та які не реплікують, але чії властивості зазнають впливу реплікаторів. Основними відомими нам реплікаторами є молекули нуклеїнових

кислот — зазвичай молекули ДНК — з яких складаються гени та хромосоми. Типовими ж носіями є організми собак, дрозофілів та людей. Уявімо тоді, що ми спостерігаємо структуру на зразок ока, котра явно пристосована для зору. Ми могли би обґрунтовано запитати, на чію користь еволюціонувало око. Єдиною прийнятною відповіддю, на думку Докінза, є те, що воно еволюціонувало на користь реплікаторів, відповідальних за його розвиток. Хоча, як і мені, йому більше подобається пояснення на рівні індивідуальних, а не групових переваг, він би із більшим задоволенням враховував лише переваги реплікаторів.

© John Maynard Smith, 1982