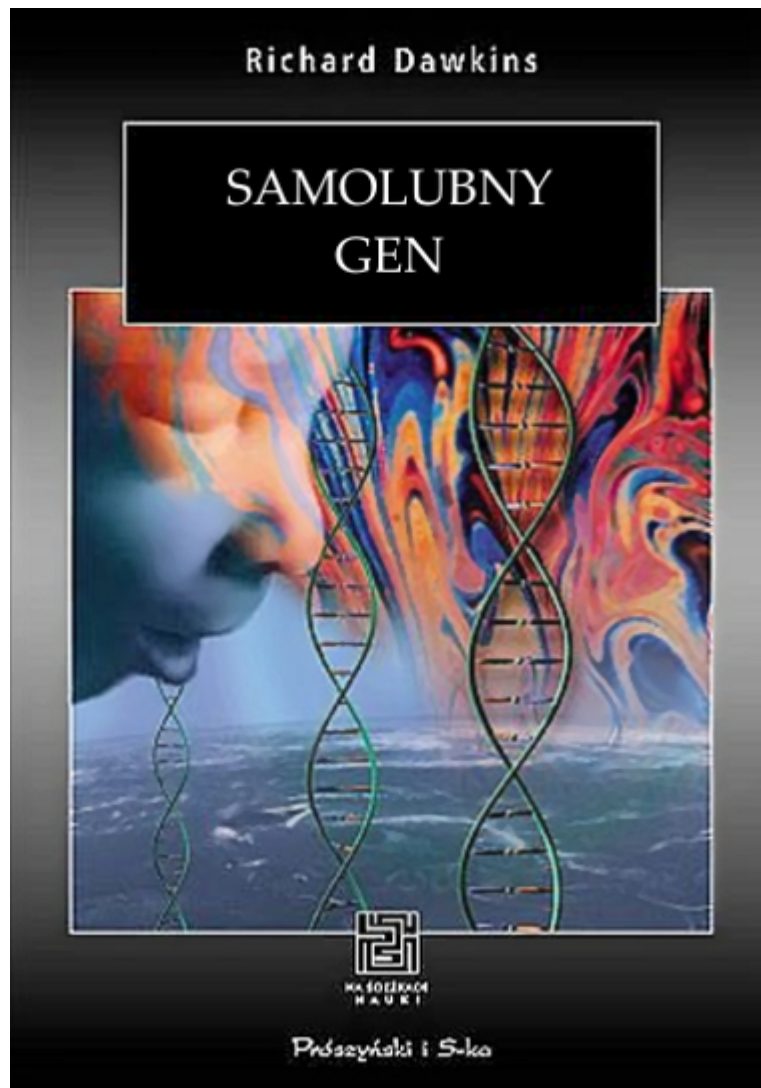


RICHARD DAWKINS
SAMOLUBNY GEN
Przełożył Marek Skoneczny

Tytuł oryginału angielskiego
THE SELFISH GENE
Second Edition 1989



SPIS TREŚCI

Przedmowa do pierwszego wydania w 1976 roku

Przedmowa do drugiego wydania

1. Skąd się wzięli ludzie?
2. Replikatory
3. Nieśmiertelne helisy
4. Maszyna genowa
5. Agresja: stabilność a samolubna maszyna
6. Genowe mistrzostwo
7. Planowanie rodziny
8. Walka pokoleń
9. Walka płci
10. Ty mnie drapiesz po plecach, a ja jeżdżę na twoich
11. Memy: nowe replikatory
12. Uprzejmi finiszują jako pierwsi
13. Dalekosiężny gen

Przypisy

Literatura

PRZEDMOWA DO PIERWSZEGO WYDANIA W 1976 ROKU

Tę książkę należałoby czytać niemal tak jak powieść fantastycznonaukową. Ma ona bowiem przemawiać do wyobraźni. Jej tematem nie są jednak naukowe fantazje, lecz sama nauka. Powiedzenie, że „prawda jest bardziej niezwykła niż fantazja”, jest może banałem, ale całkowicie się z nim zgadzam. Jesteśmy oto maszynami przetrwania [survival machines] - zaprogramowanymi zawczasu robotami, których zadaniem jest ochranianie samolubnych cząsteczek, zwanych genami. Prawda ta wciąż napawa mnie zdumieniem i chyba nigdy nie przestanie, choć znana mi jest od lat. Mam jedynie nadzieję, że przynajmniej część tego zdumienia zdołam przekazać innym.

Moją książkę chciałbym zadedykować trzem czytelnikom, którzy jak to sobie wyobrażałem, zaglądali mi podczas pisania przez ramię. Pierwszy to laik - niespecjalista. Dla niego prawie całkowicie zaniechałem stosowania terminologii naukowej, a jeśli musiałem użyć określeń specjalistycznych, to je definiowałem. Zastanawiam się nawet, czy również z czasopism fachowych nie powinno się usunąć naszego żargonu. Zakładałem, że laik nie ma wiedzy fachowej, ale nie zakładałem, że jest głupi. Stosując zbytnie uproszczenia, popularyzować naukę potrafiłby każdy. Ja jednak dołożyłem wielkich starań, by językiem niematematycznym przekazać pewne subtelne i skomplikowane myśli, nie gubiąc przy tym ich istoty. Nie wiem, jak dalece mi się to udało. Nie wiem też, jak dalece udało mi się zaspokoić inną moją ambicję: uczynić tę książkę tak atrakcyjną i interesującą, jak na to zasługuje jej temat. Zawsze uważałem, że biologia może być równie ekscytująca, jak wypełniona zagadkami powieść detektywistyczna, ponieważ biologia to powieść tego właśnie rodzaju. Chciałbym wierzyć, że udało mi się zaszczepić choć odrobinę fascynacji, na jaką zasługuje ta dziedzina.

Mój drugi wyimaginowany czytelnik to specjalista. Był surowym krytykiem, ciężko wzdychającym nad niektórymi z moich analogii czy metafor. Jego ulubione powiedzonka to „z wyjątkiem”, „ale z drugiej strony” i „eee”. Słuchałem go pilnie i nawet całkowicie przeredagowałem dla niego jeden rozdział, ale w końcu jednak zdecydowałem się opisać wszystko po swojemu. Specjalista z pewnością nie będzie w pełni zadowolony ze sposobu ujęcia tematu. Mam jednak nadzieję, że nawet on znajdzie tu coś nowego; może nowe spojrzenie na znane mu idee, a może impuls do swoich własnych poszukiwań. Ale jeśli okaże się, że mierzyłem zbyt wysoko, czy mogę przynajmniej mieć nadzieję, że książka ta uprzyjemni mu podróż pociągiem?

Trzeci z moich wyimaginowanych czytelników to student, który z laika przeobraża się w eksperta. Gdyby przypadkiem nie zdecydował się jeszcze, w jakiej dziedzinie chciałby takim ekspertem zostać, mam nadzieję, że zechce zastanowić się nad tą, którą ja się zajmuję, czyli zoologią. Poza jej potencjalną „użytecznością”, czy też po prostu miłością do zwierząt, jest ważniejszy powód, dla którego warto tę gałąź wiedzy studiować. Jest nim fakt, że my - zwierzęta - jesteśmy najbardziej skomplikowanymi i najdoskonalej zaprojektowanymi mechanizmami, jakie można spotkać w dostępnym nam wszechświecie. Jeśli postawi się sprawę w ten sposób, trudno wręcz pojąć, czemu w ogóle prowadzi się badania w jakichś innych jeszcze dziedzinach! Mam nadzieję, że moja książka będzie miała pewną wartość poznawczą także dla studenta, który już poświęcił się zoologii. Często bowiem jest on zmuszony przegryzać się przez te same artykuły naukowe i fachowe książki, po które i ja sięgałem podczas swoich rozważań. Jeśli trudno mu będzie strawić materiały źródłowe, może moje niematematyczne ujęcie tematu będzie mu pomocne jako wstęp i literatura uzupełniająca.

W próbie zwrócenia się do trzech różnych kategorii czytelników tkwią oczywiście niebezpieczeństwa. I

mogę tylko zapewnić, że byłem ich w pełni świadom, ale uznałem, że korzyści wynikające z podjętej próby w pełni je zrównoważą.

Jestem etologiem, toteż książka ta traktuje o zachowaniach zwierząt. Moje przywiązanie do tradycji etologicznej, w której atmosferze się rozwijałem, jest więc czymś naturalnym. Zaważyło na tym zwłaszcza dwanaście lat pracy w Oxfordzie pod kierunkiem Niko Tinbergena. Człowiek ten wywarł na mnie wielki wpływ, choć zapewne nie zdawał sobie z tego sprawy. Termin „maszyna przetrwania”, choć nie on go wymyślił, mógł być jego autorstwa. Ale etologię ożywił ostatnio napływ świeżych idei pochodzących ze źródeł powszechnie uważanych za nie mające związku z tą dziedziną. I głównie na tych właśnie ideach oparta jest ta książka. Nazwiska ich twórców pojawiają się w odpowiednich miejscach tekstu. Najważniejsi z nich to: G. C. Williams, J. Maynard Smith, W. D. Hamilton i R. L. Trivers.

Wiele osób proponowało tytuły dla mojej książki, które z wdzięcznością wykorzystałem jako tytuły rozdziałów. John Krebs zaproponował tytuł „Nieśmiertelne helisy”, Desmond Morris - „Maszyna genowa”. Tim Clutton-Brock i niezależnie Jean Dawkins, wzorując się na neologizmach Stephena Pottera, zaproponowali „Genesmanship” (w polskim tłumaczeniu rozdziałowi 6 nadano tytuł „Genowe mistrzostwo”).

Wyimaginowani czytelnicy mogą być obiektami pobożnych życzeń i pragnień, w praktyce są jednak mniej przydatni niż prawdziwi czytelnicy i krytycy. Mam skłonność do robienia ciągłych przeróbek i trud nanoszenia na każdej stronie niezliczonych poprawek oraz poprawek do poprawek spadał na Marian Dawkins. Jej znakomita znajomość literatury naukowej i orientacja w zagadnieniach teoretycznych oraz jej nieustanne zachęty i moralne wsparcie były dla mnie nieocenione. Cały maszynopis książki przeczytał również John Krebs. Lepiej ode mnie zorientowany w tej dziedzinie, nieprzerwanie i z hojnością udzielał mi rad i sugestii. Glenys Thomson i Walter Bodmer uprzejmie, acz zdecydowanie skrytykowali moje ujęcie kwestii genetycznych. Obawiam się, że wersja poprawiona może nie w pełni ich zadowolić, ale mam nadzieję, że uznają ją za choć trochę lepszą. Jestem im niezmiernie wdzięczny za poświęcony mi czas i cierpliwość. John Dawkins tropił swym bystrym okiem mylącą frazeologię i udzielił znakomitych rzeczowych rad dotyczących jej ulepszenia. Nie mógłbym sobie wymarzyć lepszego „inteligentnego laika” niż Maxwell Stamp. Jego sprawność w wychwytywaniu niedoskonałości stylistycznych pierwszej wersji maszynopisu w dużym stopniu przyczyniła się do jego ostatecznego kształtu. John Maynard Smith, Desmond Morris, Tom Maschler, Nick Blurton Jones, Sarah Kettlewell, Nick Humphrey, Tim Clutton-Brock, Louise Johnson, Christopher Graham, Geoff Parker i Robert Trivers poddali konstruktywnej krytyce poszczególne rozdziały lub w inny sposób udzielili mi kompetentnej rady. Pat Searle i Stephanie Verhoeven nie tylko znakomicie pisały na maszynie, ale sprawiały wrażenie, że robią to z przyjemnością, co również było dla mnie zachętą. Na końcu chciałbym podziękować Michaelowi Rodgersowi z Oxford University Press, który nie tylko zredagował moje dzieło, ale na każdym etapie jego powstawania dawał z siebie daleko więcej, niż wymagały tego obowiązki.

RICHARD DAWKINS

PRZEDMOWA DO DRUGIEGO WYDANIA

W kilkanaście lat od wydania Samolubnego genu jego główne przesłanie stało się wiedzą podręcznikową. Jest to paradoks, choć nie zamierzony. To nie była jedna z tych książek, które w momencie publikacji uznawane są za rewolucyjne, a dopiero potem stopniowo zyskują zwolenników, by w końcu stać się tak ortodoksyjnymi, że wszyscy zastanawiają się, czemu spowodowały ongiś takie zamieszanie. Przeciwnie. Od samego początku recenzje tej książki były zadowalająco pozytywne, nie uważano jej też za kontrowersyjną. Musiały minąć lata, nim zyskała sobie reputację książki kontrowersyjnej, i dopiero teraz powszechnie ocenia się ją jako skrajnie radykalną. Ale w miarę upływu tych wszystkich lat, podczas których zyskiwała opinię książki kontrowersyjnej, jej faktyczna zawartość zdawała się coraz to mniej radykalna, wchodząc stopniowo do powszechnego obiegu.

Teoria samolubnego genu jest teorią darwinowską, choć przedstawioną w sposób inny niż uczynił to Darwin. Ufam jednak, że Darwin natychmiast zauważyłby trafność tego ujęcia i że by się nim zachwycił. W istocie jest to logiczna kontynuacja ortodoksyjnego neodarwinizmu, tyle że przedstawiona w odnowionej postaci. Miał koncentrować się na pojedynczym organizmie, prezentuje spojrzenie na przyrodę z perspektywy genu. Jest to więc tylko inny sposób postrzegania, a nie inna teoria. Na pierwszych stronach książki *The Extended Phenotype* [Rozszerzony fenotyp] wyjaśniłem to za pomocą metafory sześcianu Neckera.

Choć jest to dwuwymiarowy wzór farby drukarskiej na papierze, odbieramy go jako przezroczysty trójwymiarowy sześcian. Wystarczy wpatrywać się w niego przez kilka sekund, a zmieni swoją orientację w przestrzeni. Po dalszych kilku sekundach wpatrywania się, powróci do poprzedniej. Obydwa wyobrażenia są jednakowo zgodne z dwuwymiarowym obrazem na siatkówce, toteż mózg bez trudu może między nimi oscylować. Oba są jednakowo poprawne. Moją tezą było to, że na dobór naturalny można patrzeć na dwa sposoby, pod kątem genu albo indywidualnego osobnika. Dwa spojrzenia na tę samą prawdę - równoważne sobie, o ile właściwie się je rozumie. Można krążyć swobodnie pomiędzy tymi dwoma podejściami, pozostając cały czas w obrębie neodarwinizmu.

Myślę teraz, że ta metafora była zbyt ostrożna. Często najważniejszym dokonaniem naukowca nie jest wysunięcie nowej teorii czy odkrycie nowych faktów, ale znalezienie nowej perspektywy dla znanych już teorii i faktów. Model sześcianu Neckera jest mylący, ponieważ sugeruje, że oba sposoby widzenia są równie dobre. Metafora ta jest jednak w jakimś stopniu trafna: punkty widzenia, inaczej niż teorie, nie są weryfikowalne eksperymentalnie; nie możemy się odwołać do znanych nam kryteriów prawdy i fałszu. Ale zmieniając punkt widzenia, można w sprzyjających okolicznościach dokonać czegoś ważniejszego niż sformułowanie nowej teorii. Można dać początek całkiem nowemu klimatowi myślenia, w którym narodzi się wiele ekscytujących i dających się zweryfikować teorii, układających w logiczną całość niezrozumiałe dotąd fakty. Metafora sześcianu Neckera pomija to całkowicie. Oddaje jedynie myśl o przeskoku w percepcji, ale nie ujawnia całej jego doniosłości. Tymczasem to, o czym mówimy, nie jest przeskokiem do innego, równoważnego punktu widzenia, lecz wręcz przeobrażeniem.

Nie zabiegam o przypisanie mojej skromnej pracy aż takiej rangi. Tym niemniej to z tego właśnie powodu wolę nie czynić ostrych podziałów między nauką a jej „popularyzacją”. Objąsanie idei, które do tej pory ukazywały się jedynie w literaturze fachowej jest trudną sztuką. Wymaga nowych, trafiających w sedno sformułowań i odkrywczych metafor. Jeśli zajdzie się w nowatorstwie języka i metafory dostatecznie daleko, można

odnaleźć nowy, nie znany dotąd punkt widzenia. Ten zaś, jak to przed chwilą argumentowałem, może się stać niezależnym, oryginalnym wkładem w naukę. Einstein z pewnością nie był popularyzatorem, ja jednak często miałem uczucie, że jego nośne metafory miały nie tylko służyć pomocą nam maluczkiemu, lecz były czymś więcej. Czy aby nie zasilają także jego twórczego geniuszu?

Postrzeżenie darwinizmu z perspektywy genu jest obecne w pismach R. A. Fishera i innych wielkich pionierów neodarwinizmu z wczesnych lat trzydziestych, ale dopiero w latach sześćdziesiątych zostało wyrażone wprost przez W. D. Hamiltona i G. C. Williamsa. Dla mnie ich intuicja miała wartość wizjonerską. Wyrażali się jednak w sposób, jak dla mnie, zbyt lakoniczny, zbyt ścisłym głosem. Całym sercem i umysłem byłem przekonany, że po rozwinięciu i rozbudowaniu teoria ta potrafiłaby zaprowadzić porządek we wszystkim, co dotyczy życia. Napisanie książki propagującej spojrzenie na ewolucję z perspektywy genu stało się więc moim pragnieniem. Postanowiłem skoncentrować się w niej na przykładach z dziedziny zachowań społecznych, by przeciwdziałać dominującemu w powszechnym odbiorze darwinizmu nieświadomemu myśleniu w kategoriach doboru grupowego. Zacząłem pisać w 1972 roku, w czasie kryzysu paliwowego, podczas którego z powodu limitowania energii musiałem przerwać swoje prace badawcze. Niefortunnie (dla książki) przestano wylączać prąd, kiedy napisałem zaledwie dwa rozdziały, więc odłożyłem dzieło na półkę do czasu uzyskania w 1975 roku płatnego urlopu naukowego, który pozwolił mi zawiesić prowadzenie pracy eksperymentalnej i zająć się dokończeniem książki. Tymczasem teoria uległa rozbudowaniu, Zwłaszcza przez Johna Maynarda Smitha i Roberta Triversa. Z perspektywy czasu widzę, że był to jeden z tych niezwykłych okresów, gdy nowe idee dosłownie kłębią się w powietrzu. Pisząc *Samolubny gen*, miałem rozgrzany umysł i popadłem w ekscytację.

Gdy wydawnictwo Oxford University Press zwróciło się do mnie z zamówieniem drugiego wydania tej książki, nalegano, bym nie dokonywał gruntownego, strona po stronie, przeglądu i przeredagowania. Jest wiele książek, które od początku przeznaczone są do wielokrotnych wznowień, ale *Samolubny gen* do nich nie należy. Pierwsze wydanie miało walor młodości dzięki czasom, w których zostało napisane. Zza granicy docierał wtedy powiew rewolucji, czar przedświtów Wordswortha. Żał odmieniać „dziecko” zrodzone w tamtych czasach, tuczyć je nowymi faktami, szpecić komplikacjami i zastrzeżeniami. Tak więc tekst oryginalny miał pozostać bez zmian, ze wszystkimi potknięciami i dyskryminującymi płeć zaimkami osobowymi. Poprawki, odpowiedzi i uzupełnienia miały być zamieszczone w notach na końcu książki. Należało też dopisać dwa nowe rozdziały na tematy, których nowatorstwo mogłoby w swoim czasie rozbudzić nastroje rewolucyjne. Efektem były rozdziały 12 i 13. Inspirację do nich zaczerpnąłem z dwóch książek z tej samej dziedziny, które w tych latach najbardziej mnie zafascynowały: z *The Evolution of Cooperation* [Ewolucja współpracy] Roberta Axelroda, ponieważ zdaje się oferować pewną nadzieję co do naszej przyszłości, oraz z własnej *The Extended Phenotype*, ponieważ moje życie było przez te lata przez nią zdominowane, a także dlatego, że jest to przypuszczalnie najlepsza rzecz, jaka kiedykolwiek wyszła spod mego pióra.

Tytuł *Uprzejmi* finiszują jako pierwsi zapożyczyłem z programu *Horizon*, który zaprezentowałem w 1985 roku w telewizji BBC. Był to pięćdziesięciminutowy dokument, wyprodukowany przez Jeremy'ego Taylora, o zastosowaniu teorii gier do zagadnień ewolucji współdziałania u zwierząt. Zarówno ten film, jak i następny przez niego wyprodukowany - *The Blind Watchmaker* [Ślepy zegarmistrz] - sprawił, że nabrałem większego szacunku dla jego zawodu. Twórcy programu *Horizon* (niektóre ich programy można zobaczyć w Ameryce pod zmienioną nazwą

Nova) stają się nierzadko znawcami w dziedzinie, nad którą właśnie pracują. Mojemu doświadczeniu bliskiej współpracy z Jeremy'm Taylorem i zespołem Horizon rozdział 12 zawdzięcza więcej niż tylko tytuł, i jestem im za to wdzięczny.

Ostatnio dowiedziałem się o fakcie, wobec którego trudno przejść obojętnie: oto istnieją wpływowi naukowcy mający zwyczaj dopisywania się do publikacji, w których tworzeniu nie mieli żadnego udziału. Okazuje się, że wielu profesorów domaga się podania ich nazwisk jako współautorów pracy tylko dlatego, że udostępnili przestrzeń laboratoryjną, dali pieniądze i czytając rękopis dokonali poprawek redakcyjnych.

Z tego co wiem, uznanie, jakim darzeni są liczni naukowcy osiągnięte zostało wyłącznie dzięki pracy ich studentów i kolegów! Nie wiem, jak walczyć z taką nieuczciwością. Być może, wydawcy czasopism powinni żądać podpisanego oświadczenia na temat wkładu każdego z autorów w publikowaną pracę. Ale to tylko uwaga na marginesie. Podniosłem ten problem dla kontrastu, by pokazać sytuację wręcz przeciwną. Helena Cronin zrobiła tak wiele, by ulepszyć każdy wiersz, każde słowo, że powinna być, choć zdecydowanie odmówiła, współautorem nowo napisanych partii tej książki. Jestem jej za to głęboko wdzięczny i niepokieszony, że mogę swoje uznanie wyrazić tylko w ten sposób. Dziękuję również Markowi Ridleyowi, Marian Dawkms i Alanowi Grafenowi za rady i konstruktywną krytykę poszczególnych działów. A Thomasowi Websterowi, Hilary McGlynn i innym pracownikom wydawnictwa Oxford University Press za pogodne znoszenie moich fanaberii i ciągłego niedotrzymywania przeze mnie terminów.

RICHARD DAWKINS

ROZDZIAŁ 1

SKĄD SIĘ WZIĘLI LUDZIE?

Życie rozumne na planecie dojrzewa dopiero wtedy, gdy po raz pierwszy uświadomi sobie przyczynę swojego własnego istnienia. Jeśli kiedykolwiek odwiedzą Ziemię istoty stojące wyżej od nas, ich pierwsze pytanie, mające na celu określenie stopnia rozwoju naszej cywilizacji, będzie brzmiało: „Czy odkryli już ewolucję?” Organizmy żywe istniały na Ziemi, nie wiedząc dlaczego istnieją, przez ponad trzy miliardy lat, nim wreszcie w głowie jednego z nich zaświtała prawda. Był nim Karol Darwin. Trzeba przyznać, że prawdy tej domyślali się i inni, ale to Darwin jako pierwszy dokonał spójnego i rzeczowego wyjaśnienia przyczyn naszego powstania. To Darwin sprawił, że na pytanie, które posłużyło jako tytuł tego rozdziału, możemy dać dociekliwemu dziecku rozsądną odpowiedź. Odpowiadając na tak fundamentalne pytania: Czy życie ma jakikolwiek sens? Po co istniejemy? Kim jest człowiek? - już nie musimy odwoływać się do sił nadprzyrodzonych. Po postawieniu ostatniego z tych pytań, wybitny zoolog G. G. Simpson wyraził się następująco: „Chciałbym zwrócić uwagę, że wszystkie próby odpowiedzi na to pytanie, datowane przed 1859 rokiem, są bezwartościowe i będzie lepiej, jeśli zignorujemy je całkowicie”. [Przypisy autora znajdują się na końcu książki, s. 363-446 (przyp. red.).]

Choć dziś teoria ewolucji może być w takim samym stopniu podawana w wątpliwość, jak teoria o obrocie Ziemi wokół Słońca, wszystkie konsekwencje rewolucji darwinowskiej nie są jeszcze powszechnie uświadamiane. Zoologia jest wciąż skromnie reprezentowanym kierunkiem na uniwersytetach, a nawet ci, którzy decydują się na jej studiowanie, podejmują swoją decyzję, nie doceniając jej głębokiej filozoficznej doniosłości. Filozofię i tak zwane nauki humanistyczne wciąż wyklada się tak, jakby Darwin nigdy nie istniał. Bez wątpienia ten stan zmieni się z upływem czasu. Tak czy owak, książka ta nie jest pomyślana jako argumentacja na rzecz darwinizmu w ogóle. Zajmie się natomiast analizą skutków teorii ewolucji wobec pewnego konkretnego zagadnienia. Moim zamiarem jest rozważenie biologii egoizmu i altruizmu.

Poza czysto akademickim zainteresowaniem tym tematem oczywiste jest jego znaczenie z ludzkiego punktu widzenia. Dotyka on każdego aspektu naszego życia społecznego, naszej miłości i nienawiści, walki i współdziałania, dawania i odbierania, naszej zachłanności i hojności. W książce Lorenza *On Aggression* [Wyd. polskie: Konrad Lorenz: Tak zwane zło, tłum. Zuzanna Stromenger, PIW, Warszawa 1975], czy Ardreya *The Social Contract* [Umowa społeczna], bądź Eibla-Eibesfeldta *Love and Hate* [Wyd. polskie: Irenaus Eibl-Eibesfeldt: Miłości nienawiść, tłum. Zuzanna Stromenger, PWN, Warszawa 1987] można doszukiwać się wyjaśnienia tych zagadnień. Kłopot polega na tym, że autorzy ci się mylą - całkowicie i kompletnie. Ich błąd polega na niezrozumieniu mechanizmów działania ewolucji. Przyjęli fałszywe założenie, że w ewolucji ważne jest dobro gatunku (czyli grupy), a nie dobro jednostki (lub genu). Krytyka wyrażona przez Ashley Montagu pod adresem Lorenza jako „bezpośredniego spadkobiercy dziewiętnastowiecznych myślicieli postrzegających przyrodę jako »arenę krwawych walk na kły i pazury«“ zakrawa na ironię. O ile dobrze pojmuję rozumienie ewolucji przez Lorenza, zgodziłby się on w pełni z Montagu, że implikacje zawarte w tym sławnym powiedzeniu Tennysona należy odrzucić. Ja jednak - przeciwnie niż oni oboje - uważam, że powiedzenie „arena krwawych walk na kły i pazury” dobrze oddaje nasze współczesne pojmowanie doboru naturalnego.

Nim przejdę do samych rozważań, chciałbym pokrótce wyjaśnić, jakiego rodzaju będą te rozważania, a

także - czego w nich nie znajdziecie. Gdyby ktoś nam powiedział, że pewien człowiek wiódł długie i szczęśliwe życie w świecie gangsterów w Chicago, mielibyśmy podstawy, by zaliczyć go do określonej kategorii ludzi. Moglibyśmy oczekiwać, że będzie to „twardy” facet, który umie szybko pociągać za spust i potrafi zjednywać sobie lojalnych przyjaciół. Wprawdzie rozumowanie to mogłoby okazać się błędne, jednak jeśli wie się co nieco na temat warunków, w których dany człowiek nie tylko przetrwał, ale i nieźle się miał, można z tego wysnuć pewne wnioski o jego charakterze. Myślą przewodnią tej książki jest pogląd, że zarówno my, jak i inne zwierzęta, jesteśmy maszynami stworzonymi przez nasze geny. Podobnie jak dobrze prosperujący chicagowscy gangsterzy, nasze geny przetrwały w świecie wielkiej konkurencji, w niektórych przypadkach przez miliony lat. I to upoważnia nas do przypisania naszym genom określonych cech. Będę się starał wykazać, że najważniejszą cechą, jakiej można oczekiwać u dobrze prosperującego genu, jest bezwzględny egoizm. Egoizm genu prowadzi na ogół do egoizmu w zachowaniach osobniczych. Tym niemniej, jak się przekonamy, w pewnych sytuacjach najlepszą drogą do osiągnięcia własnych egoistycznych celów jest praktykowanie ograniczonej formy altruizmu na poziomie osobniczym. W zdaniu tym słowa „w pewnych” i „ograniczonej” są bardzo ważne. Obojętnie bowiem, jak bardzo chcielibyśmy, by było inaczej, miłość powszechna i dobro gatunku jako całości są pojęciami, które po prostu nie mają ewolucyjnego sensu.

Zbliżamy się tym samym do pierwszej kwestii, w której ta książka nie będzie zajmować stanowiska. Nie jestem rzecznikiem moralności opartej na zasadach ewolucji¹. Opisuję mechanizmy działania ewolucji, ale nie udzielam wskazówek moralnych co do postępowania nas, ludzi. Kładę na to taki nacisk, bo jestem świadom niebezpieczeństwa, że zostaną źle zrozumiany przez tych, wciąż nazbyt licznych, nie potrafiących dostrzec różnicy między wyrażaniem poglądu na temat rzeczywistego stanu rzeczy a orędowaniem za stanem rzeczy, który uważa się za pożądany. Osobiście uważam, że bardzo nieprzyjemnie byłoby żyć w ludzkiej społeczności zorganizowanej jedynie według genowego prawa uniwersalnego: bezwzględnego egoizmu. Ale niestety, bez względu na to, jak bardzo byśmy nad czymś ubolewali, owo coś nie przestanie być faktem. Intencją moją jest napisać tę książkę tak, by była interesująca, ale jeśli chciałbyś wydobyć z niej przesłanie moralne, czytaj ją jak ostrzeżenie. Pamiętaj, że jeśli podobnie jak ja pragniesz budować społeczeństwo, w którym jednostki z ochotą i bez egoizmu współpracują dla wspólnego dobra, nie oczekuj wskazówek od biologii. Próbujmy nauczać hojności i altruizmu, albowiem z urodzenia jesteśmy egoistami. Starajmy się dociec, do czego zdolne są nasze samolubne geny, a wówczas, być może, uda się nam pokrzyżować im plany - o czym żaden inny gatunek nie mógłby nawet marzyć.

Nawiązując do uwag o nauczaniu: fałszywe, acz często spotykane, jest mniemanie, że cechy odziedziczone genetycznie są z definicji ostateczne i nie mogą podlegać modyfikacji. Wprawdzie geny mogą nakazywać nam egoizm, ale przecież nie jesteśmy zmuszeni przestrzegać ich nakazów przez całe życie. Trudniej jest nauczyć się altruizmu, skoro cecha ta nie może być zaprogramowana genetycznie. Człowiek jako jedyny wśród zwierząt został zdominowany przez kulturę, przekazywaną zarówno poprzez kształcenie, jak i inne, najróżniejsze oddziaływania. Niektórzy skłonni są przypisywać kulturze tak przemożny wpływ, że uważają geny, obojętnie czy są one samolubne, czy też nie, za niemal nieistotne dla zrozumienia ludzkiej natury. Wielu jednak nie zgadza się z tym poglądem. Wszystko zależy od stanowiska zajmowanego w kwestii: „cechy wrodzone a wychowanie”, rozważającej determinanty cech człowieka. Tu dotykam drugiej kwestii, której w tej książce nie poruszam: pisząc ją, nie miałem zamiaru zajmować stanowiska w powyższej kontrowersji. Mam oczywiście swoje zdanie na ten temat, nie

zamierzam go jednak ujawniać w stopniu większym niż to konieczne dla przedstawienia mojego poglądu na kulturę, co uczynię w ostatnim rozdziale. Jeśli nawet okaże się, że geny naprawdę nie mogą mieć wpływu na kształtowanie się współczesnych ludzkich zachowań, jeśli naprawdę jesteśmy pod tym względem wyjątkiem wśród zwierząt, to i tak interesujące jest zbadanie tej zasady, od której tak niedawno staliśmy się wyjątkiem. A jeśli nasz gatunek nie jest aż tak wyjątkowy, za jaki chcielibyśmy go uważać, zbadanie tej zasady staje się tym ważniejsze.

I kwestia trzecia: książka ta nie jest szczegółowym opisem zachowań człowieka, ani żadnego innego gatunku zwierząt. Konkretnych danych używam jedynie przykładowo, jako ilustracji. Nie będę mówił: „Analizując zachowanie pawianów, można stwierdzić, że jest ono egoistyczne; prawdopodobne jest więc, że zachowanie człowieka jest również egoistyczne”. Sens mojego argumentu z „gangsterem z Chicago” jest inny. Można go wyrazić następująco. Ludzie i pawiany wyewoluowały drogą doboru naturalnego. Jeśli rozważyć sposób działania doboru naturalnego, wydaje się oczywiste, że wszystko, co powstało drogą takiego doboru, powinno być samolubne. Obserwując zachowanie pawianów, ludzi i wszelkich innych żywych istot, powinniśmy więc oczekiwać, że okażą się egoistami. Jeśli nasze oczekiwania się nie sprawdzą, jeśli w zachowaniu człowieka dostrzeżemy prawdziwy altruizm, będzie to sygnał, że natrafiliśmy na coś intrygującego, coś co wymaga wyjaśnienia.

By móc kontynuować nasze rozważania, potrzebna jest nam definicja. O danym osobniku, powiedzmy o pawianie, można powiedzieć, że postępuje altruistycznie, jeśli kosztem własnego dobra działa dla dobra innego osobnika. Zachowanie egoistyczne polega zaś na czymś dokładnie przeciwnym. „Dobro” definiujemy jako „szansę przetrwania”, nawet jeśli wpływ konkretnego czynu na rzeczywiste rokowania co do życia lub śmierci są tak małe, że wydają się bez znaczenia. Jednym z zaskakujących wniosków płynących ze współczesnej wersji teorii Darwina jest ten, że pozornie błahe i niewiele znaczące oddziaływania wpływające na szansę przetrwania mają potencjalnie wielki wpływ na ewolucję. A dzieje się tak, ponieważ oddziaływania te mogą wywierać swój wpływ w niezwykle długim czasie.

Ważne jest, by zdać sobie sprawę, że takie definicje altruizmu i egoizmu nie mają charakteru intencjonalnego, lecz behawioralny. Nie zajmuję się tu bowiem psychologią pobudek działania. Nie zamierzam rozważać, czy ludzie, którzy zachowują się altruistycznie, w istocie czynią to z ukrytych lub nie w pełni uświadomionych pobudek egoistycznych. Może tak, a może nie, a może nigdy się tego nie dowiemy, ale nie o tym traktuje ta książka. Moja definicja ogranicza się jedynie do tego, czy skutek danego czynu zmniejsza czy zwiększa szansę przeżycia domniemanego altruisty oraz szansę przeżycia domniemanego beneficjenta.

Wykazanie wpływu zachowania na zdolność do przetrwania w długiej skali czasowej jest skomplikowanym zadaniem. W praktyce, by móc zastosować definicję do rzeczywistych zachowań, zawsze należy obwarować ją słowem „wydaje się”. Czyn wydaje się altruistyczny, jeśli, jak sądzimy, zwiększa (choćby w niewielkim stopniu) możliwość śmierci altruisty i szansę przeżycia biorcy. Często czyny pozornie altruistyczne okazują się, po dokładniejszym zbadaniu, zawołowanym egoizmem. Powtarzam jeszcze raz: nie mam tu na myśli skrycie egoistycznych motywów danego czynu, lecz to, że jego rzeczywisty wpływ na szansę przeżycia beneficjenta jest inny, niż sądziliśmy pierwotnie.

Oto kilka przykładów zachowań, które wydają się egoistyczne lub altruistyczne. Analizując zachowanie własnego gatunku, trudno byłoby stłumić skłonność do doszukiwania się świadomych motywów, toteż wybrane przeze mnie przykłady dotyczą zachowania innych zwierząt. Zacznę od przedstawienia ich rozmaitych zachowań

egoistycznych.

Mewy śmieszki gniazdują w wielkich koloniach, a ich gniazda odległe są od siebie o metr lub niewiele więcej. Pisklęta tuż po wykluciu się są małe, bezbronne i mogą stać się łatwym żerem. Zdarza się bardzo często, że mewa, doczekawszy się odpowiedniego momentu, kiedy jej sąsiad zaprzestał na chwilę strzec swego gniazda lub odfrunął na połów, chwyta jego pisklę i połyka je w całości. Jest to dla niej dobry pożywny posiłek, zdobyty bez trudu związanego z łowieniem ryb i konieczności pozostawiania bez opieki własnego gniazda.

Znacznie lepiej znany jest makabryczny kanibalizm samic modliszek. Te duże drapieżne owady na ogół żywią się mniejszymi, takimi jak muchy, ale atakują w zasadzie wszystko, co się rusza. W czasie godów samiec ostrożnie podkrada się do samicy, pokrywa ją i kopuluje. Samica zaś, jeśli tylko jej się to uda, zjada go, zaczynając od odgryzienia mu głowy. Może go zaatakować, gdy samiec się zbliży albo gdy ją pokrywa, albo też już po rozdzieleniu. Z punktu widzenia samicy wydawałoby się, że rozsądniej by postąpiła, zjadając samca po kopulacji. Okazuje się jednak, że utrata głowy nie pozbawia pozostałej reszty ciała samca popędu płciowego. Możliwe nawet, że odgryzając samcowi głowę, samica poprawia jego sprawność seksualną, ponieważ głowa owadów jest siedliskiem pewnych hamujących centrów nerwowych.* Skoro tak, to jest to jeszcze jedna, dodatkowa korzyść. Pierwszą jest naturalnie smaczna przekąska.

Słowo „egoistyczny” wydawać się może zbyt łagodne dla określenia tak skrajnych przypadków, jak kanibalizm, tym niemniej do naszej definicji kanibalizm pasuje znakomicie. Być może, bliższe nam będzie - przytaczane często - tchórzliwe zachowanie pingwinów cesarskich żyjących na Antarktydzie. Widywano je, jak stały tuż nad wodą, zwlekając z zanurkowaniem w obawie przed fokami. Gdyby którykolwiek z nich zanurkował, pozostałe wiedziałyby już, czy była w pobliżu foka, czy nie. Oczywiście, żaden z nich nie chce stać się królikiem doświadczalnym, a więc wszystkie czekają, a czasami nawet starają się zepchnąć jeden drugiego do wody.

Najczęściej jednak zachowanie egoistyczne polega po prostu na odmowie podzielenia się jakimś cennym dobrem, takim jak jedzenie, terytorium czy partner seksualny. A oto przykłady zachowań, które wydają się altruistyczne.

Żądlenie pszczół robotnic jest bardzo skuteczną obroną przed rabusiami miodu. Ale pszczoły, które użądła, to kamikadze. W akcie użądlenia istotne dla życia narządy zostają wydarte z ciała pszczoły, która wkrótce potem umiera. Jej samobójcza misja może wprawdzie uratować istotne dla życia roju zasoby żywności, ale ona sama nie może już z nich korzystać, bo ginie. Jest to, zgodny z naszą definicją, przykład zachowania altruistycznego. Pamiętajmy bowiem, że nie interesują nas świadome motywy; zarówno tu, jak i w przykładach egoizmu, mogą one być obecne lub nie, ale z naszą definicją nie mają związku. Poświęcenie swojego życia dla przyjaciół jest naturalnie altruizmem, ale jest nim również podjęcie dla nich choćby niewielkiego ryzyka. Wiele drobnych ptaków na widok lecącego drapieżnika, którym może być jastrząb, wydaje charakterystyczny „okrzyk ostrzegawczy”: jest to dla całego stada sygnał do wykonania odpowiedniego uniku. Są pośrednie dowody na to, że ptak wydający taki okrzyk znajduje się w większym niebezpieczeństwie, ponieważ zwraca uwagę drapieżnika przede wszystkim na siebie. Jest to tylko niewielkie dodatkowe ryzyko, tym niemniej, przynajmniej na pierwszy rzut oka, kwalifikuje się ono w myśl naszej definicji do miana czynu altruistycznego. Najpowszechniejszy i najłatwiejszy do zauważenia przejaw altruizmu u zwierząt prezentują rodzice, najczęściej matki, wobec dzieci. Inkubują je w gniazdach lub we wnętrzu swojego ciała, karmią, wkładając w to olbrzymi wysiłek, i narażają się na wiele niebezpieczeństw, chroniąc je przed

drapieżnikami. Przytoczę tylko jeden znaczący przykład. Wiele ptaków gniazdujących na ziemi na widok zbliżającego się drapieżnika, którym może być lis, wykonuje manewr tak zwanego odwodzenia. Ptak rodzic oddala się od gniazda, kuśtykając i odginając jedno ze skrzydeł tak, jakby było złamane. Drapieżnik znechęcony łatwą zdobyczą zostaje odwieziony od gniazda z piskletami. W odpowiednim momencie ptak zaprzestaje symulacji i ulatuje w powietrze, w porę unikając paszczy lisa. Przypuszczalnie uratował w ten sposób życie piskląt, ale ryzykował własne.

Nie zamierzam dowodzić swoich tez opowieściami z życia zwierząt. Wyselekcjonowane przykłady nigdy nie są wiarygodnym dowodem dla użytecznych uogólnień. Opowieści te przytaczam jedynie po to, by zilustrować sens pojęcia zachowania altruistycznego i samolubnego na poziomie osobniczym. W książce tej przedstawię, w jaki sposób egoizm i altruizm osobniczy może być wyjaśniony za pomocą fundamentalnego prawa, które nazwałem egoizmem genu. Przede wszystkim jednak muszę się uporać ze szczególnie mylącą definicją altruizmu, ponieważ jest ona szeroko rozpowszechniona, a nawet nagminnie naucza się jej w szkołach.

Definicja altruizmu oparta jest na nieporozumieniu, o którym już miałem okazję wspomnieć. Przyjęto bowiem tezę, że celem powstających istot żyjących jest działanie „dla dobra gatunku” lub „dla dobra grupy”. Nietrudno zgadnąć, w jaki sposób pojawiła się ta idea w biologii. Znaczną część życia zwierzęta poświęcają rozmnażaniu, a większości obserwowanych w naturze aktów altruistycznego poświęcenia się dokonują rodzice wobec swoich młodych. Zwrot „przedłużanie gatunku” jest eufemizmem często stosowanym na określenie rozmnażania i jest ono niezaprzeczalnie jego konsekwencją. Wystarczy jedynie niewielkie nagięcie logiki toku rozumowania, by wywnioskować, że rozmnażanie „służy” przedłużaniu gatunku. Stąd już tylko jeden fałszywy krok do konkluzji, że zwierzęta na ogół postępują w sposób sprzyjający przedłużaniu gatunku. Altruizm wobec innych osobników własnego gatunku wydaje się więc naturalny.

Ten tok myślenia da się przełożyć na pojęcia darwinowskie w taki oto przybliżony sposób. Ewolucja działa poprzez dobór naturalny, a dobór naturalny oznacza większe szanse przetrwania dla „najlepiej przystosowanych”. Ale, czy najlepiej przystosowanych osobników czy szczepów, a może gatunków, a może jeszcze czegoś innego? Dla pewnych celów nie jest to tak naprawdę istotne, ale gdy mówimy o altruizmie, staje się wręcz kluczowe. Jeśli w tej, jak to określił Darwin, walce o istnienie współzawodniczą gatunki, wtedy osobnik byłby pionkiem w grze, poświęcanym, gdy wymaga tego nadrzędny interes gatunku jako całości. Mówiąc precyzyjniej, grupa – gatunek czy populacja wewnątrz gatunku, której poszczególni członkowie są gotowi do poświęcenia siebie dla jej dobra – jest w mniejszym stopniu zagrożona wygaśnięciem niż grupa rywalizująca, której członkowie stawiają swój egoistyczny interes na pierwszym miejscu. W ten sposób świat zaczynają stopniowo zaludniać grupy składające się z osobników skłonnych do poświęceń. Jest to teoria „doboru grupowego”, przez długi czas uważana za słuszną przez biologów nie obeznanych ze szczegółami teorii ewolucji. Opisana została w sławnej książce V. C. Wynne’a-Edwardsa, a następnie spopularyzowana przez Roberta Ardreya w książce *The Social Contract*. Alternatywna, klasyczna teoria nosi nazwę „doboru osobniczego”, choć ja osobiście wolę mówić o „doborze genowym”.

Na argumenty przedstawione powyżej zwolennik teorii „doboru osobniczego” dałby natychmiast następującą odpowiedź. Nawet w populacji altruistów prawie na pewno znajdzie się grupka odszczepieńców odmawiających poświęceń. A choćby był to tylko jeden samolubny buntownik gotów czerpać korzyści z altruizmu innych, z definicji ma on większe od nich szanse na przeżycie i posiadanie potomstwa. Potomstwo to będzie

dziedziczyć jego samolubne cechy. I po kilku generacjach tego naturalnego doboru „altruistyczna grupa” zostanie zdominowana przez samolubnych osobników i będzie nie do odróżnienia od grupy egoistycznej. Nawet jeśli założymy mało prawdopodobną możliwość, że początkowo istnieć będą grupy czysto altruistyczne, bez odszczepieńców, trudno sobie wyobrazić, co mogłoby powstrzymać egoistycznych osobników od imigracji z sąsiednich samolubnych grup i - poprzez mieszane małżeństwa - skażenia czystości grup altruistycznych.

Zwolennik teorii doboru osobniczego przyznałby, że grupy rzeczywiście mogą wymierać i na proces ten ma wpływ zachowanie osobników w grupie. Przyznałby też zapewne, że gdyby tylko osobniki danej grupy miały zdolność przewidywania, uświadomiłyby sobie, że na dłuższą metę w ich własnym interesie leży powściągnięcie egoistycznej zachłanności dla uchronienia grupy przed unicestwieniem. Ile razy w ostatnich latach powtarzano te słowa ludziom pracy w Wielkiej Brytanii? Lecz w porównaniu z ostrą, zaciętą walką w rywalizacji osobniczej wymieranie grup jest procesem powolnym. Nawet gdy grupa powoli i nieubłagane zmierza ku destrukcji, samolubne jednostki na krótką metę świetnie prosperują kosztem altruistów. Obywatele Wielkiej Brytanii nie muszą być obdarzeni zdolnością przewidywania, choć w zasadzie mogliby przejawiać tę cechę, ewolucja natomiast jest wobec przyszłości ślepa.

Teoria doboru grupowego ma już obecnie niewielu zwolenników wśród rozumiejących ewolucję biologów, mimo to wciąż zachowuje swoje silne intuicyjne oddziaływanie. Kolejne pokolenia studentów przybywające ze szkół, by studiować zoologię, ze zdumieniem dowiadują się, że teoria ta wcale nie jest poglądem powszechnie obowiązującym. Trudno mieć o to do nich pretensje, skoro w Nuffeld Biology Teachers' Guide, napisanym dla nauczycieli biologii wyższego stopnia w Wielkiej Brytanii, czytamy: „U zwierząt wyższych zachowanie może przybierać formę samobójstwa osobniczego dla zapewnienia przetrwania gatunku”. Anonimowy autor tego przewodnika jest błogo nieświadomy faktu, że powiedział coś kontrowersyjnego. A przy tym znajduje się w doborowym towarzystwie noblistów. Konrad Lorenz w książce *Tak zwane zło* pisze, że zachowania agresywne sprzyjają „zachowaniu gatunku”, między innymi poprzez zapewnienie, by tylko najlepiej przystosowane osobniki były dopuszczone do rozrodu. Poza wszystkim innym, jest to przepiękny przykład rozumowania, w którym ewentualny wniosek końcowy jest jednocześnie założeniem wyjściowym; tu chciałbym jednak zwrócić szczególną uwagę na głębokość zakorzenienia idei doboru grupowego, co sprawia, że zarówno Lorenz, jak i autor Nuffeld Guide najwidoczniej nie zdają sobie sprawy, że ich twierdzenia zaprzeczają klasycznej teorii Darwina.

Ostatnio słyszałem ucieszny przykład z tej samej beczki w znakomitym poza tym programie telewizji BBC o australijskich pająkach. Pani, występująca w tym programie jako ekspert, stwierdziła, że olbrzymia większość młodych pajaków pada łupem innych gatunków, po czym dodała: „Być może, jest to rzeczywisty powód ich istnienia, bo przecież dla zachowania gatunku wystarczy, by przeżyło ich zaledwie kilka!”

Robert Ardrey w *The Social Contract* wykorzystał teorię doboru grupowego, by odnieść się do ogólnych zasad panującego obecnie porządku społecznego. Człowiek według niego jest gatunkiem, który zboczył ze ścieżki przyrodzonej zwierzętom prawości. Ardrey przynajmniej miał w tym jakiś cel. Jego decyzja o sprzeciwieniu się klasycznemu rozumieniu teorii ewolucji była świadoma i należy mu się za to szacunek.

Jednym z powodów wielkiej atrakcyjności teorii doboru grupowego jest, być może, jej zgodność z ideałami moralnymi i politycznymi, które większość z nas podziela. Jako jednostki nierzadko zachowujemy się egoistycznie, ale w chwilach uniesień podziwiamy tych, którzy dobro innych stawiają na pierwszym miejscu. Jednak gdy zachodzi

konieczność sprecyzowania, jak szeroko należy interpretować słowo „inni”, znajdujemy się w kłopotcie. Często altruizm w obrębie grupy idzie w parze z egoizmem między grupami. Na takich zasadach działają związki zawodowe. Następnym poziomem, który obdarowujemy naszym altruistycznym poświęceniem, jest naród, a od młodych mężczyzn oczekuje się, że jako jednostki oddadzą życie dla chwały swojej ojczyzny. Co więcej, zachęca się ich, by zabijali inne jednostki, o których nic nie wiedzą, z wyjątkiem tego, że należą do innego narodu. (Zadziwiające, że w czasie pokoju apele adresowane do jednostek, aby przystały na niewielkie wyrzeczenia w imię przyspieszenia tempa podwyższania standardu życia grupy, wydają się mniej skuteczne niż apele o poświęcenie życia w czasie wojny).

Ostatnio zaznacza się tendencja do odrzucania zarówno rasizmu, jak i patriotyzmu na rzecz deklarowania uczuć braterskich wobec całego gatunku ludzkiego. To tchnące humanizmem zwiększenie zasięgu działania naszego altruizmu ma interesujące następstwa, które również zdają się wspierać ideę „dobra gatunku” w ewolucji. Liberałowie, którzy są tak niewzruszonymi orędownikami etyki rodzaju ludzkiego, często mają w największej pogardzie tych, którzy poszli nieco dalej w zwiększaniu zasięgu działania swojego altruizmu, tak by obejmował on również inne gatunki. Gdybym powiedział, że bardziej leży mi na sercu zapobieżenie rzezi wielorybów niż poprawa warunków mieszkaniowych ludności, przypuszczalnie wstrząsnąłbym niektórymi z moich przyjaciół.

Odczucie, że członkowie własnego gatunku zasługują na szczególniejsze względy niż członkowie innych gatunków jest stare i głęboko zakorzenione. Zabijanie ludzi przy innej niż działania wojenne okazji uważa się za najpoważniejsze z popełnianych przestępstw. Jedynym czynem, którego nasza kultura zakazuje jeszcze surowiej, jest jedzenie ludzi (nawet, jeśli są już nieżywi). Członków innych gatunków zjadamy jednak z przyjemnością. Wielu z nas wzdraga się przed karą śmierci nawet dla najstraszniej szych ludzkich zbrodniarzy, a jednocześnie ochoczo aprobujemy zabijanie bez sądu względnie niegroźnych szkodników zwierzęcych. Co więcej, przedstawiciele jeszcze innych, nie wadzących nam w niczym gatunków zabijamy dla rozrywki i odprężenia. Ludzki płód, w którym ludzkich uczuć jest tyle, co u ameby, doznaje o wiele większej czci i ochrony prawnej niż dorosły szympan. A przecież szympan czuje, myśli i - jak wskazują uzyskane ostatnio dane doświadczalne - jest nawet zdolny nauczyć się pewnej odmiany ludzkiego języka. Płód należy do naszego gatunku i dlatego przyznaje mu się szczególne przywileje i uprawnienia. Nie wiem, czy można stworzyć logiczne podstawy etyki „gatunkowego szowinizmu” (speciesism), by użyć określenia Richarda Rydera, które brzmiałyby sensowniej niż podstawy „rasizmu”. Wiem jednak, że podstaw tych nie znajdziemy w biologii ewolucyjnej. Konsternacji co do pożądanego, z punktu widzenia etyki człowieka, poziomu działania altruizmu - rodzina, naród, rasa, gatunek, wszystkie organizmy żywe - towarzyszy analogiczne pomieszanie w biologii co do poziomu, na jakim można spodziewać się altruizmu, opierając się na teorii ewolucji. Nawet zwolennik idei doboru grupowego nie będzie zaskoczony odkryciem, że członkowie rywalizujących grup są sobie niechętni: opowiadają się za swoją grupą w walce o ograniczone zasoby, tak jak związkowcy czy żołnierze. Ale nawet wtedy warto by zapytać, na jakiej podstawie zwolennik teorii doboru grupowego decyduje, który z poziomów jest tym istotnym. Skoro mamy do czynienia z doborem między grupami w obrębie gatunku, a także między gatunkami, czemu nie miałby on również mieć miejsca między większymi grupami taksonomicznymi? Gatunki pogrupowane są w rodzaje, te w rzędy, a rzędy w gromady. Lwy i antylopy należą, tak jak my, do gromady ssaków. Czy nie powinniśmy więc oczekiwać od lwów, by powstrzymały się od zabijania antylop „dla dobra ssaków”? W to miejsce mogą przecież zabijać ptaki i gady, by nie dopuścić do wymarcia swojej

gromady. Lecz jaki to będzie miało wpływ na zachowanie całego podtypu kręgowców?

Dowodząc metodą *reductio ad absurdum*, bez trudu mogę wskazać na słabości teorii doboru grupowego, jednak fakt istnienia altruizmu osobniczego wciąż wymaga wyjaśnienia. Ardrey posuwa się tak daleko, że dobór grupowy uważa za jedyne możliwe wyjaśnienie takich zachowań, jak „podskoki” u gazeli tomi. Te rzucające się w oczy energiczne skoki w obecności drapieżnika wydają się służyć ostrzeganiu pobratymców o niebezpieczeństwie, a jednocześnie najwyraźniej zwracają uwagę drapieżnika na samego podskakującego, są więc pod tym względem analogiczne do okrzyków ostrzegawczych ptaków. Cięży na nas obowiązek wyjaśnienia zjawiska podskoków gazeli tomi i innych temu podobnych; mam zamiar zmierzyć się z tym zadaniem w dalszych rozdziałach.

Przedtem jednak muszę wykazać słuszność swojego przekonania, że na ewolucję najlepiej patrzeć jako na dobór dokonujący się na najniższym z poziomów. Do ugruntowania się mojego poglądu w znacznym stopniu przyczyniła się wspaniała książka G. C. Williama *Adaptation and Natural Selection* (Adaptacja i dobór naturalny). Jej myśl przewodnia, którą chcę wykorzystać, zapowiedziana była przez A. Weismanna jeszcze w przedgenowych czasach na początku stulecia. Była to doktryna „ciągłości plazmy generatywnej”. Mam zamiar dowieść, że podstawową jednostką podlegającą doborowi i tym samym jednostką, która może odnieść egoistyczną korzyść, nie jest gatunek ani grupa, ani nawet nie sam osobnik. Jest nią gen, jednostka dziedziczenia.* Niektórym biologom pogląd ten może się w pierwszej chwili wydać skrajny. Mam jednak nadzieję, że kiedy wyjaśnię, co mam na myśli, zgodzą się, że jest on w istocie klasyczny, choć ujęty w nietypowy sposób. Przedstawienie całego wywodu zajmie mi trochę czasu, a zacząć musimy od początku, od samego zarania życia.

ROZDZIAŁ 2

REPLIKATORY

Na początku wszystko było proste. Jednak początki nawet prostego wszechświata są dość trudne do wyjaśnienia. Mimo to wszyscy, jak sądzę, zgodzą się ze mną, że nagle powstanie w pełni uorganizowanej i skomplikowanej struktury życia, lub też istoty zdolnej do stworzenia życia - wyjaśnić byłoby jeszcze trudniej. Teoria ewolucji drogą doboru naturalnego sformułowana przez Darwina zadowala nas, gdyż pokazuje sposób, w jaki prostota może się zmienić w złożoność, jak nie uporządkowane atomy mogą grupować się w coraz to bardziej skomplikowane twory, by doprowadzić w końcu do powstania człowieka. Darwin oferuje rozwiązanie podstawowego problemu naszego istnienia -jedyne jak dotąd, które brzmi prawdopodobnie. Spróbuję objaśnić tę wielką teorię w sposób bardziej ogólny, niż to się zwykle robi, sięgając do czasu sprzed początków samej ewolucji.

Darwinowskie „przetrwanie najlepiej przystosowanych” jest w istocie szczególnym przypadkiem ogólniejszego prawa przetrwania najstabilniejszych. Wszechświat zaludniają obiekty stabilne. Obiekt stabilny to zbiór atomów na tyle niezmienny lub wystarczająco często spotykany, by zasługiwać na nadanie mu nazwy. Może to być niepowtarzalny zbiór atomów jak Matterhom, który trwa na tyle długo, że warto go nazwać. Może to być również klasa bytów takich jak krople deszczu, które powstają z wystarczająco dużą częstością, by zasłużyć na zbiorcze imię, nawet jeśli każda z nich trwa krótką chwilę. Obiekty, które widzimy wokół nas i które według nas wymagają opisu - skały, galaktyki, fale oceanu - są, w większym lub mniejszym stopniu, stabilnymi układami atomów. Bańki mydlane dążą do osiągnięcia kształtu sferycznego, ponieważ taka jest stabilna konfiguracja cienkich powłok wypełnionych gazem. Na statku kosmicznym również i woda jest stabilna w postaci drobin sferycznych, ale na Ziemi, gdzie panuje ciężenie, stabilna powierzchnia wody stojącej jest płaska i rozciągnięta poziomo. Kryształy soli kuchennej przybierają postać sześcianów, ponieważ jest to stabilny sposób upakowania pospołu atomów sodu i chloru. Na Słońcu najprostsze ze wszystkich atomów, atomy wodoru, łączą się, tworząc atomy helu, gdyż w panujących tam warunkach struktura helu jest bardziej stabilna. W gwiazdach całego Wszechświata tworzone są i inne, bardziej złożone atomy. Powstawały one także w czasie Wielkiego Wybuchu, który według obowiązującej obecnie teorii był początkiem Wszechświata. To stamtąd pochodzą spotykane w naszym świecie pierwiastki.

Czasami spotykające się atomy łączą się w reakcji chemicznej, tworząc mniej lub bardziej stabilne cząsteczki. Cząsteczki takie mogą być nawet bardzo wielkie. Kryształ diamentu można uważać za pojedynczą cząsteczkę, w tym wypadku przysłowiowo trwałą, ale również bardzo prostą, ponieważ jej wewnętrzny układ atomów powtarza się w nieskończoność. We współcześnie żyjących organizmach obecne są innego rodzaju duże cząsteczki o znacznej złożoności, przejawiającej się na wielu poziomach. Hemoglobina znajdująca się w naszej krwi jest typową cząsteczką białka. Zbudowana jest z łańcuchów mniejszych cząsteczek - aminokwasów, z których każdy zawiera od kilkunastu do dwudziestu kilku atomów ułożonych w ściśle określony sposób. Cząsteczka hemoglobiny składa się z 574 cząsteczek aminokwasów. Uformowane są w cztery łańcuchy, które splecione ze sobą tworzą trójwymiarową strukturę globularną o zdumiewającej złożoności. Model cząsteczki hemoglobiny wygląda jak gęsty, splątany krzak. Ale w przeciwieństwie do prawdziwego krzewu nie jest to przypadkowy, bliżej nie określony układ, ale zdefiniowana niezmienna struktura powielana z najdrobniejszymi szczegółami ponad sześć tysięcy milionów milionów milionów razy w każdym ludzkim ciele. Precyzyjny, krzaczasty kształt cząsteczki hemoglobiny jest

stabilny dlatego, że dwa łańcuchy składające się z tej samej sekwencji aminokwasów będą dążyły, jak dwie sprężyny, do osiągnięcia dokładnie tej samej trójwymiarowej, skręconej struktury. W każdej sekundzie około czterystu milionów milionów krzaczków hemoglobiny splata się w twoim ciele, przybierając „właściwy” sobie kształt, a jednocześnie taka sama liczba innych jest unicestwiana.

Hemoglobina jest współcześnie istniejącą cząsteczką, której użyłem dla zilustrowania zasady dążenia atomów do układania się w stabilne struktury. Istotną kwestią, na którą warto w tym miejscu zwrócić uwagę, jest to, że zanim na Ziemi pojawiło się życie, mogła odbywać się swego rodzaju ewolucja cząsteczek drogą zwyczajnych procesów fizycznych i chemicznych. Nie musimy doszukiwać się w niej planu, celu czy ukierunkowania. Jeśli grupa atomów w obecności energii układa się w stabilną strukturę, to będzie dążyła do pozostania w tym stanie. Najwcześniejsza forma doboru naturalnego polegała po prostu na selekcji struktur stabilnych i odrzucaniu nietrwałych. Nie ma w tym nic tajemniczego. To musiało się zdarzyć z definicji.

Nie wynika z tego, rzecz jasna, że powstanie bytów tak skomplikowanych jak człowiek można wytłumaczyć odwołując się jedynie do tych zasad. Nie wystarczy wziąć odpowiednią liczbę atomów i dość długo nimi potrząsać dostarczając z zewnątrz nieco energii, by ułożyły się we właściwą strukturę. O proszę, oto Adam! W ten sposób można uzyskać cząsteczkę złożoną z kilkudziesięciu atomów, ale człowiek zbudowany jest z ponad tysiąca milionów milionów milionów milionów atomów. Aby zrobić człowieka, trzeba by potrząsać tym koktajlem biologicznym tak długo, że wiek Wszechświata wydawałby się przy tym mgnieniem oka, a i tak nic by z tego nie wyszło. Tu właśnie przybywa nam z pomocą teoria Darwina w swej najogólniejszej postaci. Teoria Darwina podejmuje wątek w momencie, gdy proces powolnego nagromadzania się cząsteczek wyczerpał swoje twórcze możliwości.

Opis powstania życia, który zaprezentuję, jest z konieczności spekulatywny; z oczywistych przyczyn nie było wtedy nikogo, kto mógłby obserwować przebieg wydarzeń. Istnieje kilka teorii, wszystkie one jednak mają pewne cechy wspólne. Mój uproszczony opis nie odbiega przypuszczalnie zbyt daleko od rzeczywistości.*

Nie wiemy, w jakie składniki chemiczne obfitowała Ziemia przed powstaniem życia, sądzi się jednak, że były wśród nich woda, dwutlenek węgla, metan i amoniak - o każdym z tych prostych związków wiadomo, że jest obecny przynajmniej na niektórych planetach Układu Słonecznego. Wielu chemików podejmowało próby imitowania środowiska chemicznego, jakie występowało na młodej Ziemi. Umieszczali oni te proste związki w kolbie, a źródłem energii było promieniowanie ultrafioletowe lub wyładowania elektryczne - sztuczny odpowiednik błyskawic. Po kilkutygodniowym eksperymencie w kolbie z reguły znajdowano coś ciekawego: brązowawa zupa zawierała sporo różnych cząsteczek bardziej złożonych niż te, które doń wcześniej wprowadzono. W szczególności były w niej aminokwasy - elementy składowe białek, stanowiących jedną z dwóch wielkich klas cząsteczek biologicznych. Dopóki nie przeprowadzono tych eksperymentów, naturalnie występujące aminokwasy uważano za potwierdzenie obecności życia. Gdyby wykryto je, powiedzmy, na Marsie, istnienie życia na tej planecie wydawałoby się niemal pewne. Dziś stwierdzenie ich obecności wskazuje jedynie na to, że w atmosferze występuje kilka prostych gazów, że są tam wulkany, światło słoneczne lub wyładowania atmosferyczne. Nieco później laboratoryjna symulacja warunków, jakie panowały na Ziemi przed powstaniem życia, zaowocowała otrzymaniem związków organicznych, zwanych purynami i pirymidynami. Są one elementami składowymi cząsteczki genetycznej, czyli samego DNA.

Procesy analogiczne do opisanych doprowadziły bez wątpienia do powstania „bulionu pierwotnego”, który według biologów i chemików około trzech-czterech miliardów lat temu wypełniał morza. Substancje organiczne podlegały miejscowemu zateżnieniu, być może w morskiej pianie wysychającej na brzegu lub w unoszonych wiatrem drobinach wody. Pod wpływem energii promieniowania ultrafioletowego pochodzącego ze Słońca łączyły się one ze sobą, tworząc większe cząsteczki. W dzisiejszym świecie duże cząsteczki organiczne nie przetrwałyby na tyle długo, by można je wykryć: zostałyby natychmiast pochłonięte i rozłożone przez bakterie lub inne żywe istoty. Ale bakterie i pozostałe organizmy (w tym i my) to znacznie późniejsi przybysze, w tamtych zaś czasach cząsteczki organiczne mogły spokojnie dryfować w gęstniejącym bulionie.

Aż pewnego razu całkiem przypadkowo powstała cząsteczka o szczególnych własnościach. Będziemy ją nazywać „replikatorem”. Nie musiała być wcale ze wszystkich największa ani najbardziej skomplikowana, odznaczała się wszakże niezwykłą cechą: mogła tworzyć swoje własne kopie. Tego typu przypadek może nam się wydawać bardzo mało prawdopodobny. To prawda - był niezmiernie mało prawdopodobny. Przypadki tak mało prawdopodobne można, w skali ludzkiego życia, uważać za niemal niemożliwe. Dlatego przecież zwykle nie wygrywamy głównej nagrody w totalizatorze. Ale w naszych ludzkich ocenach tego, co możliwe i co nieprawdopodobne, nie mamy zwyczaju operować setkami milionów lat. Gdyby wypełniać kupony totka co tydzień przez sto milionów lat, z pewnością kilka razy przypadłaby nam główna wygrana.

W rzeczywistości wyobrazenie sobie cząsteczki, która tworzy własne kopie, nie jest tak trudne, jak by się w pierwszej chwili wydawało, a ponadto wystarczyło przecież, że pojawiła się tylko raz. Replikator jest rodzajem formy lub wzorca. Wyobraź go sobie w postaci dużej cząsteczki - długiego łańcucha złożonego z różnych elementów składowych. Małe cząsteczki budulcowe były łatwo dostępne w bulionie otaczającym replikator. Załóżmy teraz, że każda z tych elementarnych cegiełek wykazuje powinowactwo do innej, należącej do tego samego typu. Gdy taka cząsteczka pływając w bulionie znajdzie się przypadkiem w pobliżu tej części replikatora, do której wykazuje powinowactwo, to się w tym miejscu przyłączy. Wychwycone w ten sposób cząsteczki składowe ułożą się więc w tej samej kolejności sekwencji jak w replikatorze. Nietrudno teraz wyobrazić sobie ich połączenie i utworzenie stabilnego łańcucha podobnego do wyjściowego replikatora. Proces ten mógłby postępować w wyniku stopniowego odkładania się kolejnych warstw. Tak właśnie powstają kryształy. Ale dwa łańcuchy mogą się przecież rozdzielić i w tym przypadku mamy już dwa replikatory, z których każdy może tworzyć dalsze kopie.

W innym, nieco bardziej złożonym układzie cząsteczki składowe nie wykazywałyby powinowactwa do cząsteczek własnego rodzaju, lecz do zupełnie innych, zawsze jednak takich samych cząsteczek. Wtedy replikator byłby matrycą nie dla identycznej z samym sobą kopii, ale dla czegoś w rodzaju negatywu, który z kolei odtwarzałby dokładną kopię wyjściowego pozytywu. Warto zauważyć, że współczesne odpowiedniki pierwszego replikatora, cząsteczki DNA, stosują replikację typu pozytyw-negatyw, tym niemniej dla naszych rozważań nie ma znaczenia, czy pierwotny proces replikacji był typu pozytyw-negatyw, czy pozytyw-pozytyw. Znaczenie ma natomiast fakt, że oto nagle zaistniał nowy rodzaj „stabilności”. Przedtem przypuszczalnie nie było jakiegось jednego rodzaju cząsteczki dominującej w bulionie, ponieważ powstanie każdej z nich zależało od przypadkowego zestawienia cząsteczek budulcowych w pewną stabilną konfigurację. Od momentu narodzin replikatora jego kopie zaczęły się bez wątpienia gwałtownie rozpowszechniać w oceanach. Trwało to dopóty, dopóki cząsteczki składowe nie stały się surowcem rzadkim, a inne rodzaje większych molekuł nie mogły już tworzyć się tak łatwo jak przedtem.

Otrzymaliśmy więc w efekcie wielką populację identycznych kopii. Nadszedł teraz stosowny moment, by wspomnieć o ważnej własności każdego procesu kopiowania: otóż nie jest on doskonały. Zdarzają się pomyłki. Mam nadzieję, że nie ma błędów drukarskich w tej książce, ale gdyby dobrze poszukać, może znalazłby się jeden lub dwa. Przypuszczalnie nie zniekształca znacząco sensu zdań, gdyż będą to błędy „w pierwszym pokoleniu”. Lecz co się działo w czasach przed wynalezieniem druku, gdy takie książki jak Nowy Testament kopiowano ręcznie? Żaden skryba, nawet bardzo skrupulatny, nie mógł uniknąć popełnienia kilku pomyłek, a niektórzy nie potrafili się powstrzymać od dokonania rozmyślnych „udoskonaień”. Gdyby wszyscy kopiowali jeden oryginalny egzemplarz, treść nie uległaby znacznemu przeinaczeniu. Ale jeśli robi się kopie na podstawie innych kopii, które sporządzono również korzystając z kopii, to błędy narastają i stają się poważne. Skłonni jesteśmy traktować błędne kopiowanie jako coś złego i w przypadku dokumentów tworzonych przez człowieka trudno nam sobie wyobrazić sytuacje, w których błędy można by uznać za ulepszenia. Sądzę, że tym, którzy pracowali nad tekstem Septuaginty, należałaby się przynajmniej informacja o tym, jak wielką rzecz zapoczątkowali swoim błędnym przetłumaczeniem hebrajskiego słowa oznaczającego „młodą kobietę” na greckie słowo „dziewica”, dzięki czemu powstała przepowiednia: „I dziewica poczne i porodzi syna”*. Jak się przekonamy, błędne kopiowanie replikatorów biologicznych może prowadzić do ulepszeń w sensie dosłownym, a popełnianie pewnej liczby błędów było dla postępowej ewolucji życia kluczowe. Nie wiemy, jaka była dokładność kopiowania cząsteczek pierwotnych replikatorów. W porównaniu do najwierniejszych spośród wymyślonych przez człowieka procesów kopiowania cząsteczki DNA – współcześni potomkowie replikatorów - odznaczają się zadziwiająco wiernością, ale nawet im, choć rzadko, przytrafiają się pomyłki, i to one właśnie sprawiają, że ewolucja jest możliwa. Pierwotne replikatory prawdopodobnie były dużo mniej doskonałe, tak więc z całą pewnością błędy zdarzały się i nagromadzały.

W miarę wytwarzania i rozprzestrzeniania się błędnych kopii bulion pierwotny, miast zapełniać się populacją identycznych replik, wypełniał się wieloma odmianami namnażających cząsteczek, z których każda była „potomkiem” wspólnego przodka. Czy niektóre z wariantów mogły być liczniejsze niż inne? Prawie na pewno tak. Niektóre z nich mogły być z natury stabilniejsze niż inne. Pewne cząsteczki, gdy raz powstały, mogły być mniej od innych podatne na ponowny rozpad. Odmiany te stawały się względnie liczniejsze w bulionie, nie tylko w oczywistym logicznym następstwie swojej „trwałości”, ale i dlatego, że miały do dyspozycji wiele czasu na tworzenie swoich kopii. Długowieczne replikatory stawałyby się więc stopniowo coraz liczniejsze i w populacji cząsteczek, nawet pod każdym innym względem identycznych, zaznaczałby się „trend ewolucyjny” w kierunku większej ich trwałości.

Ale i pod innymi względami nie były one identyczne, a inną własnością różnorodnych replikatorów, być może nawet ważniejszą dla rozprzestrzeniania się w populacji, była szybkość replikacji, czyli „płodność”. Jeśli cząsteczka replikatora typu A sporządza swoją kopię przeciętnie raz na tydzień, a cząsteczka typu B raz na godzinę, nietrudno zgadnąć, że wkrótce cząsteczki typu B będą znacznie przeważały liczebnie nad cząsteczkami typu A, nawet jeśli te drugie „żyją” znacznie dłużej. Wśród cząsteczek w bulionie zaznaczał się więc przypuszczalnie „trend ewolucyjny” w kierunku większej „płodności”. Trzecią cechą cząsteczek replikatorów, która mogłaby podlegać pozytywnej selekcji, jest dokładność replikacji. Jeśli cząsteczki typu X i Y trwają jednakowo długo i replikują się w tym samym tempie, ale X popełnia błąd co dziesiątą replikację, a Y co setną, to oczywiście Y stanie się liczniejszy. Udział X-a w populacji zostanie pomniejszony nie tylko o te spośród jego „dzieci”, które zawierają błędy, ale

również o ich rzeczywistych i potencjalnych potomków.

Jeśli wiesz już co nieco o ewolucji, dostrzeżesz zapewne w ostatnim zdaniu niewielką sprzeczność. Jak pogodzić myśl, że błędy kopiowania są warunkiem koniecznym ewolucji, ze stwierdzeniem, że dobór naturalny faworyzuje doskonałą wierność kopiowania? Otóż, choć ewolucja może nam się intuicyjnie jawić jako „coś dobrego”, zwłaszcza że jesteśmy jej wytworem, nikt ani nie w rzeczywistości nie ma „chęci” ewoluować. Ewolucja to proces, który chcąc nie chcąc wciąż trwa, pomimo wszelkich wysiłków podejmowanych przez replikatory (a obecnie geny), by jej zapobiec. Znakomicie spuentował to Jacques Monod, gdy w swoim jubileuszowym wykładzie ku czci Herberta Spencera stwierdził cierpko: „Jeszcze jednym zadziwiającym aspektem teorii ewolucji jest to, iż każdy uważa, że ją rozumie!”

Wracając do bulionu pierwotnego, z pewnością wypełniał się stopniowo stabilnymi odmianami cząsteczek, o których trwałości decydowała albo długość ich życia, albo szybkość ich replikacji, lub też dokładność tego procesu. Trendy ewolucyjne w kierunku tych trzech typów stabilności przejawiały się w następujący sposób: gdyby pobrać dwie próbki bulionu w pewnych odstępach czasu, to próbka pobrana później zawierałaby proporcjonalnie więcej typów o większej długowieczności/płodności/wierności kopiowania. W ten właśnie sposób biolog pojmuje zjawisko ewolucji w odniesieniu do żywych istot, a mechanizm jest zawsze ten sam - dobór naturalny.

Czy wolno nam zatem uznać, że pierwotne replikatory były „żywe”? A czy ma to jakiegokolwiek znaczenie? Mógłbym powiedzieć: „Darwin był największym człowiekiem, jaki kiedykolwiek żył”, a ty mógłbyś na to odrzec: „Ja uważam, że Newton”, i - mam nadzieję - nie kontynuowalibyśmy tego sporu. Rzecz w tym, że jakkolwiek byłby rezultat naszej dysputy, nie doprowadziłaby ona do żadnej wartościowej konkluzji. Fakty z życia i osiągnięcia zarówno Newtona, jak i Darwina pozostaną niewzruszone, niezależnie od tego, czy uczonych tych nazwiemy „wielkimi”, czy nie. Podobnie jest z cząsteczkami replikatorów, których losy potoczyły się prawdopodobnie mniej więcej tak, jak to opisałem, bez względu na to, czy zdecydujemy się nazwać je „żywymi,” czy nie. Niemożność zrozumienia przez tak wielu tego, że słowo jest tylko narzędziem, którym się posługujemy, jest tak częstym powodem ludzkiego cierpienia. Sama obecność hasła „żywy” w słowniku nie oznacza jeszcze, że odnosi się ono do czegoś realnie istniejącego w otaczającym nas świecie. Czy uznamy dawne replikatory za żywe czy nie, były one przodkami życia: były naszymi praojcami.

Następnym ważnym ogniwem w łańcuchu tych rozważań jest konkurencja. Kładł na nią nacisk sam Darwin (choć jego rozważania dotyczyły zwierząt i roślin, a nie cząsteczek). Bulion pierwotny nie mógłby pomieścić nieskończonej liczby cząsteczek replikatorów, przede wszystkim z powodu skończonych rozmiarów Ziemi, ale znaczenie mogły mieć również inne czynniki ograniczające. W naszym obrazie replikatora funkcjonującego jako wzorzec lub forma zakładaliśmy, że zanurzony jest on w bulionie pełnym elementów składowych potrzebnych mu do tworzenia kopii. Lecz gdy replikatory stały się liczne, budulec ten zużywany był zapewne w takim tempie, że stał się surowcem rzadkim i cennym, a różne rodzaje czy szczepy replikatorów musiały o niego konkurować. Rozważaliśmy czynniki, które mogły zwiększać liczebność uprzywilejowanych klas replikatorów. Widzimy teraz, że te mniej uprzywilejowane rodzaje w wyniku współzawodnictwa o elementy składowe rzeczywiście musiały stawać się mniej liczne, tak iż w końcu wiele ich linii wygasło. Między różnymi rodzajami replikatorów toczyła się walka o byt. Nie zdawały sobie sprawy z tego, że walczą, ani nie kłopotowały się o to; walka przebiegała bez gniewu i nienawiści, a dokładniej - bez jakiegokolwiek uczuć. Ale walka trwała, ponieważ każdy błąd w kopiowaniu,

zwiększający własny poziom stabilności lub dający sposobność do zmniejszenia stabilności rywala, był tym samym utrwalany i powielany. Kolejne zaś udoskonalenia podlegały kumulacji. Sposoby zwiększania stabilności własnej i zmniejszania stabilności rywala stawały się coraz bardziej rozbudowane i skuteczne. Niektóre replikatory mogły nawet „odkryć”, w jaki sposób doprowadzić do rozkładu chemicznego cząsteczek-rywali, by odzyskany w ten sposób budulec użyć do tworzenia własnych kopii. Ci pradrapieżcy za jednym zamachem uzyskiwali pokarm i usuwali konkurentów. Inne replikatory mogły odkryć, jak się chronić - czy to chemicznie, czy to budując wokół siebie białkową powłokę. W taki, być może, sposób powstała pierwsza żywa komórka. Od tej pory replikatory już nie tylko istniały, ale zaczęły konstruować dla siebie pojemniki, nośniki wspomagające ciągłość ich trwania. Przetrwały te replikatory, które zbudowały dla siebie maszyny przetrwania po to, by w nich zamieszkać. Pierwsze maszyny przetrwania nie były niczym więcej niż powłoką ochronną. Lecz w miarę jak pojawiali się nowi rywale o coraz lepszych i sprawniej działających maszynach przetrwania, utrzymanie się przy życiu stawało się coraz trudniejsze. Maszyny przetrwania stawały się większe i bardziej rozbudowane, a proces ten podlegał kumulacji i rozwojowi.

Czy mógł nadejść kres procesu stopniowego ulepszania technik i wybiegów stosowanych przez replikatory dla zapewnienia swojego trwania w świecie? Miały przecież tak wiele czasu na udoskonalenia. Jak jeszcze przedziwne maszyny do utrzymania się przy życiu wydały na świat kolejne milenia? Jak potoczyły się losy przedwiecznych replikatorów przez te ostatnie cztery miliardy lat? Ci dawni mistrzowie w sztuce przetrwania nie wymarli. Ale nie szukajcie ich pływających swobodnie w morzu; dawno już porzucili kawalerską swobodę. Roją się teraz w wielkich koloniach, bezpieczne wewnątrz gigantycznych, ociążałych robotów.* Odizolowane od zewnętrznego świata, komunikują się z nim przedziwnymi, pośrednimi drogami, kierują nim za pomocą zdalnego sterowania. Są w tobie i we mnie; stworzyły nas, nasze ciała i umysły, a ochranianie ich jest podstawowym sensem naszego istnienia. Mają za sobą długą drogę. Noszą teraz nazwę genów, a ich maszyny przetrwania to my.

ROZDZIAŁ 3

NIEŚMIERTELNE HELISY

Jesteśmy maszynami przetrwania, ale „my” oznacza tu nie tylko ludzi, ale również wszystkie zwierzęta, rośliny, bakterie i wirusy. Całkowita liczba istniejących na Ziemi maszyn przetrwania jest trudna do policzenia, nie znamy przecież nawet ogólnej liczby gatunków. Samych gatunków owadów jest, jak się ocenia, trzy miliony, a liczba osobników może sięgać miliona milionów milionów.

Pod względem wyglądu zewnętrznego, jak i budowy narządów wewnętrznych, rozmaite rodzaje maszyn przetrwania wydają się bardzo zróżnicowane. Ośmiornica bardzo się różni od myszy, a obie w ogóle nie przypominają dębu. Już jednak w swoich chemicznych podstawach działania są dość zbliżone, natomiast znajdujące się w nich replikatory - geny nas wszystkich, od bakterii do słonia - są w zasadzie tym samym rodzajem cząsteczki. Wszyscy jesteśmy maszynami przetrwania służącymi temu samemu rodzajowi replikatora - cząsteczkom zwanym DNA - ale w świecie jest tak wiele różnych sposobów na życie, że i replikatory zbudowały niezmierne bogactwo maszyn, by z nich korzystać. Małpa jest maszyną, która ochrania swoje geny, przebywając w gałęziach drzew, ryba - w wodzie; a pewien robaczek - w niemieckich podstawkach pod kufle z piwem. DNA rządzi się tajemniczymi prawami.

Dla uproszczenia milcząco założyłem, że zbudowane z DNA współczesne geny są w znacznym stopniu zbliżone do pierwszych replikatorów pochodzących z bulionu pierwotnego. Dla naszych rozważań jest to bez znaczenia, jednak w rzeczywistości prawda może wyglądać inaczej. Pierwotne replikatory mogły bardzo przypominać DNA, ale równie dobrze mogły być całkowicie odmienne. W tym drugim przypadku należałoby przyjąć, że ich maszyny przetrwania zostały na późniejszym etapie zawłaszczone przez DNA. Jeśli tak, to pierwotne replikatory musiały zostać unicestwione, skoro we współczesnych maszynach przetrwania nie pozostał po nich żaden ślad. Idąc tym tropem, A. G. Cairns-Smith wysunął intrygującą sugestię, że naszymi przodkami, pierwszymi replikatorami, nie były wcale cząsteczki organiczne, ale kryształy nieorganiczne - minerały, drobiny glinki. Czy jest uzurpatorem czy nie, DNA bezsprzecznie jest dzisiaj u steru, chyba że, jak to spróbuję zasugerować w rozdziale 11, szykuje się kolejny zamach stanu.

Molekuła DNA jest długim łańcuchem małych cząsteczek, zwanych nukleotydami. Tak jak cząsteczki białek są łańcuchami aminokwasów, cząsteczki DNA są łańcuchami nukleotydów. Cząsteczka DNA jest zbyt mała, by można ją było dostrzec, ale stosując pomysłowe metody pośrednie, ustalono jej dokładną budowę. Składa się z pary łańcuchów nukleotydowych skręconych razem w eleganckie sploty, tworząc „podwójną helisę”, „nieśmiertelną helisę”. Są tylko cztery rodzaje nukleotydowych elementów składowych, a ich nazwy można w skrócie przedstawić jako A, T, C i G. U wszystkich roślin i zwierząt są one identyczne. To kolejność, w jakiej są ułożone, decyduje o różnicach pomiędzy cząsteczkami DNA. Element G u człowieka jest identyczny z każdym elementem G u ślimaka. Ale sekwencja elementów u człowieka różni się od takiej sekwencji u ślimaka. Mało tego, różni się też - choć w mniejszym stopniu - od sekwencji u dowolnego innego człowieka (z wyjątkiem szczególnego przypadku bliźniąt jednojajowych).

Nasz DNA bytuje we wnętrzu naszych ciał. Nie został zgromadzony w pewnej określonej części ciała, lecz jest rozproszony pomiędzy jego komórki. Ludzkie ciało składa się z tysiąca milionów milionów komórek i z

pewnymi wyjątkami, które możemy pominąć, każda z nich zawiera kompletną kopię DNA tego ciała. Możemy go traktować jako zestaw instrukcji do budowy ciała, zapisany alfabetem nukleotydów A, T, C, G. To tak, jakby w każdym pokoju gigantycznego budynku znajdowała się biblioteczka zawierająca plany architektoniczne całego budynku. „Biblioteczka” komórki jest jądro. U człowieka plany architektoniczne zawierają się w 46 tomach - u różnych gatunków liczba ta może być odmienna. „Tomy” noszą nazwę chromosomów. Są widoczne pod mikroskopem jako długie nici, a geny są wzdłuż nich ułożone w pewnym porządku. Nie jest łatwo ustalić, gdzie kończy się jeden gen, a zaczyna drugi i, prawdę mówiąc, nie jest to może nawet takie ważne. Na szczęście, jak się okaże w tym rozdziale, dla naszych celów nie ma to znaczenia.

Odtąd będę używał metafory planów architektonicznych, swobodnie przeplatając język metafory z językiem dosłowności. „Tomu” będę używał zamiennie z chromosomem. „Kartka” będzie stosowana zamiennie z genem, choć ta metafora jest mniej trafna, ponieważ granice między genami nie są tak wyraźne, jak między kartkami książki. Metafora ta poniesie nas całkiem daleko. Gdy jej potencjał się wyczerpie, będę wprowadzał kolejne metafory. A tak nawiasem mówiąc, nie ma oczywiście żadnego „architekta”. Instrukcje zapisane w DNA zostały ułożone przez dobór naturalny.

Przed cząsteczkami DNA stoją dwa ważne zadania. Po pierwsze replikacja, czyli tworzenie swoich własnych kopii. Proces ten trwał bez przerwy od samych początków życia i cząsteczki DNA są pod tym względem teraz naprawdę dobre. Jako dorosły człowiek składasz się z tysiąca milionów milionów komórek, ale gdy zostałeś poczęty, byłeś zaledwie pojedynczą komórką, wyposażoną w jeden egzemplarz oryginału planów architektonicznych. Komórka ta podzieliła się na dwie i każda z nich otrzymała swoją kopię planów. Następne podziały zwiększały liczbę komórek do 4, 8, 16, 32 i tak dalej, aż liczba ich urosła do miliardów. Przed każdym podziałem plany były wiernie kopiowane z rzadkimi, jeśli w ogóle, pomyłkami.

Duplikacja DNA to jedno. Ale skoro DNA jest rzeczywiście zestawem planów budowy ciała, to jak te plany są realizowane? Jak są tłumaczone na strukturę ciała? Pytania te prowadzą mnie do drugiego ważnego zadania, jakie stoi przed DNA. Pośrednio zarządza on wytwarzaniem innego rodzaju cząsteczek - białek. Spośród olbrzymiej różnorodności białek hemoglobina wspomniana w poprzednim rozdziale jest tylko jednym przykładem. Zakodowana w DNA informacja, zapisana czteroliterowym alfabetem nukleotydów, zostaje w prosty mechaniczny sposób przetłumaczona na inny alfabet. To alfabet aminokwasów, którym zapisana jest budowa cząsteczek białka.

Od wytworzenia białek do uformowania ciała droga wydaje się daleka, ale jest to już pierwszy mały krok w tym kierunku. Białka są nie tylko głównym składnikiem strukturalnym ciała; sprawują również precyzyjną kontrolę nad procesami chemicznymi wewnątrz komórki, wybiórczo je włączając i wyłączając w określonych momentach i określonych miejscach. Dokładne ustalenie przebiegu procesów, dzięki którym może ukształtować się noworodek, zajmie embriologom dziesiątki, a może setki lat. Tym niemniej istnienie tych procesów nie ulega wątpliwości. Geny sterują pośrednio budowaniem ciała i wpływ ten jest ściśle jednokierunkowy: cechy nabyte nie są dziedziczne. Obojętnie jak wiele wiedzy i mądrości zdobędziesz w ciągu swojego życia, żadna jej część nie zostanie przekazana twoim dzieciom drogą genetyczną. Każde nowe pokolenie zaczyna od zera. Ciało istnieje bowiem po to, by geny mogły zachować się w stanie nie zmienionym.

Dla przebiegu ewolucji fakt, iż geny kierują rozwojem zarodkowym, jest bardzo ważny, oznacza bowiem, że są one przynajmniej w pewnym stopniu odpowiedzialne za swoje przetrwanie w przyszłości. Zależy ono przecież

od sprawności tych ciał, w których żyją i w których budowie uczestniczyły. Dawno temu dobór naturalny polegał na zróżnicowanej przeżywalności replikatorów pływających swobodnie w bulionie pierwotnym. Teraz dobór naturalny preferuje replikatory, które potrafią dobrze budować maszyny przetrwania, faworyzuje te geny, które osiągnęły mistrzostwo w sztuce sterowania rozwojem zarodkowym. W dziele tym replikatory nie są ani trochę bardziej świadome czy ukierunkowane, niż były przedtem. Tak jak w odległych czasach, nadal ślepo i nieubłaganie działają te same procesy automatycznej selekcji wśród rywalizujących cząsteczek wedle kryteriów długowieczności, płodności i wierności kopiowania. Geny nie mają zdolności przewidywania. Nie snują planów na przyszłość. Geny po prostu trwają, niektóre robią to lepiej niż inne i to wszystko. Ale własności decydujące o długowieczności i płodności genu nie są już tak trywialne, jak dawniej. Są o wiele bardziej skomplikowane.

W ciągu ostatnich lat - jakichś sześciuset milionów - replikatory odnotowały znaczące sukcesy w technologii maszyn przetrwania; na przykład mięsień, serce i oko (które ewoluowało niezależnie kilka razy) to właśnie takie osiągnięcia. Przedtem jeszcze zmieniły się radykalnie podstawowe cechy ich stylu życia jako replikatorów, co musimy pojąć, jeśli mamy kontynuować nasze rozważania.

Pierwszą, rzucającą się w oczy cechą współczesnego replikatora jest jego skłonność do życia w gromadzie. Maszyna przetrwania nie zawiera pojedynczego genu, tylko wiele tysięcy genów. Wytworzenie ciała jest przedsięwzięciem wspólnym, którego złożoność uniemożliwia w zasadzie rozróżnienie, jaki mają w nim udział poszczególne geny.* Dany gen może wywierać rozmaite, całkiem odmienne efekty na wiele różnych części ciała. Na jedną część może oddziaływać wiele genów, a wpływ każdego genu zależy od współdziałania z wieloma innymi. Niektóre z nich są genami nadrzędnymi - regulują działanie grup innych genów. Posługując się analogią: każda strona planów odnosi się do wielu różnych części budynku, a także: każda strona ma sens tylko w kontekście treści zawartych na wielu innych stronach.

Świadomość tych zawiłych współzależności może rodzić wątpliwości, czy używanie słowa „gen” w ogóle ma sens. Czemu nie wprowadzić jakiegoś zbiorczego określenia, na przykład „kompleks genowy”? Istotnie byłby to, rzecz można, całkiem niezły pomysł, możliwy do zastosowania w wielu sytuacjach. Ale, jeśli spojrzeć z innej strony, rozważanie kompleksu genów jako tworu dającego się podzielić na odrębne replikatory, czyli geny, ma również sens. Takie alternatywne podejście nabiera znaczenia w związku ze zjawiskiem płci. W wyniku rozmnażania płciowego geny podlegają mieszaniu i przestawianiu. Oznacza to, że każdy osobnik jest trwającym tylko krótką chwilę nośnikiem zawierającym tymczasowo dobrany zestaw genów. Jednak, nawet jeśli zestaw genów składający się na danego osobnika jest tymczasowy, to same geny mogą potencjalnie żyć bardzo długo. W wędrówce poprzez pokolenia ich ścieżki wciąż się przeplatają. Pojedynczy gen możemy traktować jako jednostkę, która trwa w wielu kolejno po sobie następujących ciałach. Jest to główna myśl, którą mam zamiar rozwinąć w tym rozdziale. Z myślą tą uparczywie nie chcą się zgodzić niektórzy z moich wielce szanownych kolegów, więc musisz mi wybaczyć, jeśli wyda ci się, iż nadmiernie się nad nią rozwodzę! Najpierw muszę pokrótce objaśnić pewne fakty związane ze zjawiskiem płci.

Wspomniałem wcześniej, że plany budowy ciała ludzkiego są zapisane w 46 tomach. Było to jednak nadmierne uproszczenie. Prawda wygląda dość osobliwie. Na te 46 chromosomów składają się 23 pary chromosomów. Powiedzielibyśmy, że w jądrze każdej komórki zdeponowane są dwa osobne zestawy 23 tomów planów. Nazwijmy je przeto Tomem 1a i Tomem 1b, Tomem 2a i Tomem 2b, i tak dalej aż do Tomu 23a i Tomu

23b. Oczywiście numery identyfikacyjne przypisane wolulinom i stronom są czysto umowne.

Każdy chromosom otrzymujemy w całości od jednego z rodziców. Został on zmontowany w jego jądrze lub jajniku. Tomy 1a, 2a, 3a,... pochodzą, dajmy na to, od ojca. Tomy 1b, 2b, 3b,... pochodzą od matki. Oglądając pod mikroskopem 46 chromosomów w dowolnej ze swoich komórek, mógłbyś teoretycznie odszukać 23 pochodzące od ojca i 23 pochodzące od matki, w praktyce jest to jednak bardzo trudne.

Pary chromosomów nie pozostają ze sobą przez cały czas w fizycznym kontakcie, ani nawet w pobliżu siebie. W jakim więc sensie tworzą one „pary”? Otóż każdy tom pochodzący od ojca jest, stronica-w stronicę, bezpośrednim odpowiednikiem jednego spośród tych tomów, które pochodzą od matki. Na przykład: zarówno na Stronicy 6 Tomu 13a, jak i na Stronicy 6 Tomu 13b, mógłby być „opisany” kolor oczu, z tym, że na jednej byłoby napisane „niebieskie”, a na drugiej „brązowe”.

Czasami dwie alternatywne stronice są identyczne, a kiedy indziej są różne, jak w powyższym przykładzie. Co robi ciało, jeśli „zalecenia” są sprzeczne? Odpowiedź może być różna. Czasami jedna wersja bierze górę nad drugą. W podanym tu przykładzie dotyczącym koloru oczu, osoba miałaby w rezultacie oczy brązowe: instrukcje zalecające utworzenie oczu niebieskich byłyby zignorowane w czasie budowania ciała, choć nie zapobiegłoby to przekazaniu ich następnym pokoleniom. Gen, który zostaje w ten sposób zignorowany, nazywany jest genem recesywnym. Przeciwnościem genu recesywnego jest gen dominujący. Gen na brązowe oczy jest dominujący wobec genu na oczy niebieskie. Osoba ma oczy niebieskie tylko wtedy, gdy obydwie kopie odpowiedniej stronicy jednomyślnie zalecają utworzenie oczu niebieskich. Najczęściej, gdy dwa alternatywne geny nie są identyczne, rezultat jest rodzajem kompromisu - ostateczny projekt jest pewną wypadkową lub czymś zupełnie odmiennym.

Gdy dwa geny konkurują o tę samą przegródkę na chromosomie, tak jak geny na oczy brązowe i oczy niebieskie, wtedy nazywamy je allelami. Dla naszych celów słowo „allel” jest synonimem słowa „rywal”. Wyobraź sobie tomy planów architektonicznych w postaci skoroszytów luźnych kartek, które mogą być wyjmowane i zamieniane. Każdy Tom 13 musi mieć Stronicę 6, ale możliwych jest kilka Stronic szóstych, które można wpiąć do skoroszytu między Stronicę 5 a 7. W jednej wersji napisane jest: „oczy niebieskie”, a w drugiej z dostępnych wersji: „oczy brązowe”. W całej zaś populacji istnieć mogą inne jeszcze wersje, ustalające inne kolory, na przykład zielony. Dałoby się w niej znaleźć może z pół tuzina alternatywnych alleli pretendujących do pozycji Stronicy 6 na trzynastych chromosomach. Dana osoba ma jednak tylko dwa chromosomy Tomu 13. Toteż w przegródce dla Stronicy 6 może mieć co najwyżej dwa allele. Może mieć dwie kopie tego samego allelu jak u osoby o niebieskich oczach lub jakiegokolwiek inne dwa allele wybrane z tego pół tuzina wariantów występujących w całej populacji.

Nie można, oczywiście, tak po prostu pójść i dobrać sobie geny z całej dostępnej puli. Wszystkie geny są przez cały czas uwięzione wewnątrz swoich maszyn przetrwania. Nasze geny są nam przydzielane w momencie poczęcia i nie mamy na to żadnego wpływu. Tym niemniej, w długiej skali czasowej geny całej populacji można w pewnym sensie traktować jako pulę genów. Zwrot ten jest w istocie terminem fachowym używanym przez genetyków. Pula genów jest użyteczną abstrakcją, ponieważ w wyniku rozmnażania płciowego geny podlegają mieszaniu, aczkolwiek w ściśle uporządkowany sposób. Jak się za chwilę dowiemy, zachodzi między innymi zjawisko, które można by przyrównać do wyjmowania i zamieniania miejscami kartek i plików kartek w skoroszytach.

Poprzednio opisałem typowy podział komórki na dwie nowe, z których każda otrzymuje kompletną kopię

wszystkich 46 chromosomów. Ten rodzaj podziału komórki nazywa się mitozą. Ale istnieje też inny typ podziału, który nosi nazwę mejozy. Zachodzi on tylko w czasie wytwarzania komórek płciowych: plemników i jaj. Plemniki i jaja są wśród naszych komórek unikatem, gdyż zamiast 46 chromosomów zawierają ich tylko 23. Liczba ta, jak łatwo zauważyć, stanowi dokładnie połowę 46, w sam raz tyle, by komórki te, po połączeniu w czasie zapłodnienia, dały początek nowemu osobnikowi! Mejoza jest specjalnym rodzajem podziału komórki, zachodzącym tylko w jądrach i jajnikach, w czasie którego komórka z pełnym podwójnym zestawem 46 chromosomów dzieli się, by wytworzyć komórki płciowe o pojedynczym zestawie 23 (pamiętajmy, że cały czas używam liczb charakterystycznych dla człowieka).

Plemnik ze swoimi 23 chromosomami powstaje w wyniku podziału mejotycznego jednej ze zwykłych 46-chromosomowych komórek jądra. Ale które z nich tworzą zestaw 23 chromosomów umieszczony w danej komórce plemnikowej? Ważne jest oczywiście, by plemnikowi nie dostały się byle jakie 23 chromosomy: nie może mieć dwóch egzemplarzy Tomu 13 i żadnego Tomu 17. Teoretycznie może się zdarzyć, że osobnik wyposaży jeden ze swoich plemników w chromosomy, które pochodzą wyłącznie od jego matki, czyli Tom 1b, 2b, 3b, ..., 23b. W tym mało prawdopodobnym przypadku dziecko poczęte z udziałem tego plemnika odziedziczyłoby połowę swoich genów po babce ze strony ojca i żadnego genu po dziadku ze strony ojca. Jednak w rzeczywistości nie dochodzi do rozdzielania chromosomów całymi kompletami. Prawda jest nieco bardziej skomplikowana. Pamiętajmy, że tomy (chromosomy) wyobrażamy sobie jako skoroszyty luźnych kartek. W procesie tworzenia plemnika pojedyncze kartki, a raczej wielostronicowe ich partie są wyjmowane i zamieniane z odpowiednimi partiami pochodzącymi z alternatywnego tomu. Tom 1 danej komórki plemnikowej mógłby więc być zestawiony z pierwszych 65 stron Tomu 1a i ze stron od 66 do końca z Tomu 1b. W podobny sposób byłyby skompletowane pozostałe 22 tomy tej komórki plemnikowej. Choć więc wszystkie plemniki zmontowały swoje 23 chromosomy z fragmentów pochodzących z tego samego zestawu 46 chromosomów, każda komórka plemnikowa wytworzona przez danego osobnika jest unikatowa. W podobny sposób w jajnikach wytwarzane są jaja i każde z nich jest również niepowtarzalne.

Rzeczywiste mechanizmy odpowiedzialne za ten proces są poznane całkiem dobrze. W czasie tworzenia się plemnika (lub jaja) fragmenty każdego chromosomu ojcowskiego fizycznie odłączają się i zamieniają miejscami z dokładnie im odpowiadającymi fragmentami chromosomu matczynego. (Pamiętaj, że mówimy o chromosomach pierwotnie pochodzących od rodziców osobnika, który wytwarza plemnik, czyli od dziadków dziecka, które zostałyby poczęte z udziałem tego plemnika). Proces zamiany fragmentów chromosomu nosi nazwę *crossing-over*. Dla całego toku rozumowania prezentowanego w tej książce proces *crossing-over* jest bardzo ważny. Sprawia on, że gdybyś wziął mikroskop i spojrzął na chromosomy w jednym ze swoich plemników (lub jaj, jeśli jesteś kobietą), to - próbując zidentyfikować chromosomy pochodzące wyjściowo od ojca i chromosomy pochodzące wyjściowo od matki - traciłbyś tylko czas. (Jest to znacząca różnica w stosunku do zwyczajnych komórek ciała - patrz strona 47). Każdy z chromosomów plemnika okazałby się bowiem mozaiką genów matczynych i ojcowskich.

Określenie genu za pomocą metafory strony przestaje w tym miejscu wystarczać. Do skoroszytu można wpiąć, wyjąć lub zamienić całe strony, ale nie ich części. Tymczasem zbiór genów jest po prostu długim ciągiem liter nukleotydów, który w żaden widoczny sposób nie jest podzielony na odrębne strony. Są, rzecz jasna, specjalne symbole sygnalizujące KONIEC INFORMACJI O ŁAŃCUCHU BIAŁKOWYM i POCZĄTEK INFORMACJI O ŁAŃCUCHU BIAŁKOWYM, zapisane tym samym czteroliterowym alfabetem, którym zapisana jest informacja o

sekwencji białka. Między tymi dwoma znakami przestankowymi zakodowana jest instrukcja budowy jednego białka. Możemy, jeśli byśmy chcieli, zdefiniować pojedynczy gen jako sekwencję liter nukleotydów kodującą jeden łańcuch białkowy, zawartą pomiędzy symbolem POCZĄTKU i KOŃCA. Dla zdefiniowanej w ten sposób jednostki stosuje się określenie „cistron” i niektórzy używają zamiennie słowa „cistron” i „gen”. Ale *crossing-over* nie respektuje granic między cistronami. Przecięcia mogą nastąpić zarówno pomiędzy cistronami, jak i w ich obrębie. To tak, jakby plany architektoniczne nie były zapisane na osobnych kartkach, ale na 46 rolkach taśmy telegraficznej. Cistrony mogą mieć różną długość. Jedynym więc sposobem na stwierdzenie, gdzie kończy się jeden cistron, a zaczyna drugi, jest odczytanie z taśmy symboli KONIEC INFORMACJI i POCZĄTEK INFORMACJI. Zaś *crossing-over* można przedstawić jako pobranie odpowiadających sobie taśm ojcowskich i matczyńskich, a następnie przecinanie i wymienianie odpowiadających sobie fragmentów bez zwracania uwagi na to, co jest na nich napisane.

Słowo „gen” w tytule tej książki nie oznacza pojedynczego cistronu, ale coś bardziej finezyjnego. Moja definicja nie każdemu przypadnie do gustu, ale nie istnieje definicja genu, która byłaby powszechnie akceptowana. A gdyby nawet była, to przecież definicje nie są świętościami. Dowolne słowo możemy dla własnych celów zdefiniować jak nam się żywnie podoba, o ile uczynimy to zrozumiale i jednoznacznie. Definicja, jaką chciałbym zastosować, pochodzi od G. C. Williama.* Gen został w niej zdefiniowany jako dowolna część materiału chromosomalnego, która może trwać przez wystarczająco wiele pokoleń po to, by stać się jednostką doboru naturalnego. Mówiąc słowami z poprzedniego rozdziału, gen jest replikatorem o dużej wierności kopiowania. Wierność kopiowania to inny sposób na wyrażenie długowieczności-w-postaci-kopii, co w skrócie będę nazywał długowiecznością. Uzasadnieniu tej definicji muszę poświęcić nieco uwagi.

Niezależnie od definicji gen musi stanowić część chromosomu. Lecz pytanie, jak dużą jego część - jak duży fragment taśmy telegraficznej? Wyobraźmy sobie dowolną sekwencję kolejnych liter kodu na taśmie. Nadajmy jej miano jednostki genetycznej. Może to być najwyżej dziesięcioliterowa sekwencja wewnątrz cistronu; może to być osiem kolejnych cistronów; może się zaczynać i kończyć gdzieś wewnątrz cistronu. Może będzie zachodziła częściowo na inne jednostki genetyczne lub zawierała w sobie mniejsze jednostki, stanowiąc jednocześnie część większych jednostek. Niezależnie od tego, jak długa lub jak krótka, taką właśnie definicję jednostki genetycznej przyjmujemy w obecnych rozważaniach. Będzie to po prostu odcinek chromosomu, w żaden sposób nie wyróżniony fizycznie od jego reszty.

Ważna jest rzecz następująca. Otóż im jednostka genetyczna jest krótsza, tym - w wędrówce przez pokolenia - ma szanse na dłuższe trwanie. Konkretnie zaś, mniejsze są szanse, iż zostanie przecięta przez *crossing-over*. Przypuśćmy, że w czasie podziału mejotycznego, prowadzącego do wytworzenia plemnika czy jaja, pojedynczy chromosom podlega przecięciu jednemu *crossing-over*, który może nastąpić w dowolnym jego rejonie. Jeśli rozważymy bardzo dużą jednostkę genetyczną, powiedzmy o długości połowy chromosomu, to szanse na to, że w czasie każdej mejozy jednostka ta zostanie przecięta, wynoszą 50 procent. Jeśli rozważana przez nas jednostka genetyczna stanowi jedynie 1 procent długości chromosomu, możemy przyjąć, że szansę na jej przecięcie w czasie każdego podziału mejotycznego wynoszą tylko 1 procent. Możemy się więc spodziewać, iż przetrwa ona jeszcze przez wiele następnych pokoleń wywodzących się z tego osobnika. Pojedynczy cistron zajmuje zwykle znacznie mniej niż 1 procent długości chromosomu, można się więc spodziewać, że nawet grupa kilku sąsiadujących cistronów utrzyma się przez wiele pokoleń, nim zostanie rozdzielona przez *crossing-over*.

Przeciętny, spodziewany czas życia jednostki genetycznej można wygodnie wyrazić liczbą generacji, którą z kolei można przełożyć na liczbę lat. Gdybyśmy przyjęli cały chromosom jako ewentualną jednostkę genetyczną, to historia jej życia ograniczałaby się zaledwie do jednej generacji. Przypuśćmy, że jest to twój chromosom 8a, odziedziczony po twoim ojcu. Został stworzony wewnątrz jednego z jąder ojca, na krótko przed twoim poczęciem, w wyniku zachodzącego w czasie mejozy procesu tasowania. Zestawiony z kawałków chromosomów powierzonych ojcu przez twoją babkę i dziadka ze strony ojca, nigdy przedtem, w całej historii świata, nie egzystował. Jedyny i niepowtarzalny, trafił do plemnika będącego jednym spośród wielkiej armady złożonej z milionów małych stateczków, które wpłynęły do wnętrza twojej matki. Tylko ten jeden plemnik (o ile nie jesteś bliźniakiem różnojąowym), jako jedyny z całej flotyli, znalazł przystań w jednym z jaj twojej matki - i dlatego istniejesz. Twój chromosom 8a, rozważana przez nas jednostka genetyczna, przystąpił wraz z całą resztą twojego materiału genetycznego do replikacji samego siebie. Obecnie istnieje w postaci duplikatów w całym twoim ciele. Lecz w momencie gdy na ciebie przyjdzie kolej posiadania dzieci, chromosom ten ulegnie zniszczeniu w procesie wytwarzania jaj (lub plemników). Różne jego fragmenty będą zamieniane z fragmentami twojego maczynego chromosomu oznaczonego numerem 8b. W każdej komórce płciowej zostanie utworzony nowy chromosom numer 8, może „lepszy”, a może „gorszy” niż poprzedni, ale - wyjąwszy raczej nieprawdopodobny zbieg okoliczności - bez wątplenia inny, bez wątplenia unikatowy. Czas życia chromosomu równa się jednej generacji.

A jaki może być czas trwania mniejszej jednostki genetycznej, o długości powiedzmy 1/100 chromosomu 8a? I ta jednostka pochodzi od twojego ojca, jest jednak wielce prawdopodobne, że nie w nim została uformowana. Kontynuując wcześniejsze rozumowanie, z 99-procentowym prawdopodobieństwem otrzymał on ją w całości od jednego ze swoich rodziców. Przypuśćmy, że od matki, czyli twojej babki ze strony ojca. Ona z kolei z 99-procentowym prawdopodobieństwem odziedziczyła ją w całości po jednym ze swoich rodziców. Jeśli cofnęlibyśmy się dostatecznie daleko wstecz, śledząc genealogię małych jednostek genetycznych, dotarlibyśmy w końcu do jej pierwotnego twórcy. Musiała być w którymś momencie stworzona po raz pierwszy, wewnątrz jądra lub jajnika jednego z twoich przodków.

Chciałbym ponownie podkreślić szczególny sens użytego przeze mnie słowa „stworzyć”. Mniejsze podjednostki, wchodzące w skład rozważanej jednostki genetycznej, mogły istnieć na długo przedtem. Jeśli mówimy, że w określonym momencie stworzona została nasza jednostka genetyczna, mamy na myśli jedynie to, że takie, a nie inne, charakterystyczne dla niej zestawienie podjednostek nigdy przedtem nie istniało. Moment stworzenia mógł nastąpić całkiem niedawno, powiedzmy w ciele twojej babki lub dziadka. Ale jeśli rozważymy bardzo małą jednostkę genetyczną, to może się okazać, że została po raz pierwszy zmontowana u znacznie odleglejszego, może u przedludzkiego, małpiego przodka. Co więcej, małe jednostki genetyczne znajdujące się wewnątrz ciebie będą podążać równie daleko w przyszłość, przechodząc nie zmienione poprzez długi łańcuch pokoleń twoich potomków.

Należy także pamiętać, że przodkowie osobnika układają się nie w pojedynczą, ale w rozgałęziającą się linię. Obojętne, który z twoich przodków „stworzył” dany krótki odcinek twojego chromosomu 8a, jest bardzo prawdopodobne, że ma on lub ona oprócz ciebie wielu potomków. Jedna z twoich jednostek genetycznych może być także obecna u twoich dalekich krewnych. Może być obecna we mnie, w premierze, w twoim psie, albowiem - jeśli cofniemy się wstecz dostatecznie daleko - okaże się, że wszyscy mamy wspólnych przodków. Jeśli jednostka

genetyczna ma niewielkie rozmiary, to istnieje pewne prawdopodobieństwo, że przypadkiem zostanie uformowana kilka razy z osobna w taki sam sposób. Ale nawet bliski krewny nie ma szans na posiadanie całego chromosomu identycznego z twoim. Im jednostka genetyczna jest mniejsza, tym większe są szanse, że ma ją również inny osobnik - jej istnienie w wielu kopiach rozrzuconych po całym świecie jest bardziej prawdopodobne.

Przypadkowe łączenie się, na skutek crossing-over, istniejących wcześniej podjednostek jest typową drogą powstawania nowych jednostek genetycznych. Inną drogą - dla przebiegu ewolucji bardzo ważną, choć zdarzającą się rzadko - jest mutacja punktowa. Mutacja punktowa to jak pojedynczy błąd literowy w książce. Występuje rzadko, niemniej jednak im jednostka genetyczna jest dłuższa, tym bardziej prawdopodobne jest, że gdzieś na swojej długości zostanie zmieniona przez mutację.

Innym rzadkim przypadkiem pomyłki czy mutacji, który na dłuższą metę ma istotne konsekwencje, jest inwersja. Od chromosomu odłącza się jakiś jego fragment, odwraca o sto osiemdziesiąt stopni i ponownie przyłącza w odwróconej orientacji. Przywołując zastosowaną wcześniej analogię, zdarzenie to pociągałoby za sobą konieczność dokonania zmian w numeracji stron. Czasami takie fragmenty mogą się przyłączyć w zupełnie innym miejscu tego samego chromosomu, lub nawet do zupełnie innego chromosomu. Odpowiadałoby to przeniesieniu pliku kartek z jednego tomu do drugiego. Istota pomyłki tego typu polega na tym, że choć z reguły katastrofalna, od czasu do czasu prowadzi do bliskiego sprzężenia fragmentów materiału genetycznego, co może sprzyjać ich lepszemu współdziałaniu. Może na skutek inwersji ulegną zbliżeniu do siebie dwa cistrony, których wpływ jest korzystny tylko wtedy, gdy występują równocześnie - uzupełniają się nawzajem lub w pewien sposób wzmacniają swoje działanie. Powstająca w ten sposób nowa „jednostka genetyczna” będzie więc faworyzowana przez dobór naturalny i rozprzestrzeni się w przyszłej populacji. Możliwe jest, że w miarę upływu czasu kompleksy genetyczne ulegały w ten sposób daleko idącemu przeformowaniu czy „przeredagowaniu”.

Najtrafniejszą tego ilustracją jest zjawisko znane jako mimikra. Niektóre motyle są ohydne w smaku. Są one zwykle jaskrawo i charakterystycznie ubarwione, a ptaki uczą się ich unikać dzięki widocznym znakom „ostrzegawczym”. Korzystają z tego inne gatunki motyli, które nie mają przykrego smaku. Podszycają się pod te niesmaczne, upodabiając się do nich pod względem koloru i kształtu (ale nie smaku). Często udaje im się oszukać przyrodników i oczywiście oszukane zostają także ptaki. Ptak, który raz spróbował prawdziwego niesmacznego motyla, stara się unikać wszelkich motyli o takim samym wyglądzie, w tym również naśladowców. Geny na mimikrę są więc faworyzowane przez dobór naturalny, co sprzyja ewolucji tego zjawiska.

Istnieje wiele rozmaitych gatunków niesmacznych motyli i nie są one nawzajem do siebie podobne. Naśladowca nie może być podobny do każdego niesmacznego motyla: musi się trzymać jednego określonego gatunku. Toteż na ogół dany gatunek naśladowcy jest specjalistą od udawania tylko tego i żadnego innego niesmacznego motyla. Są jednak wśród naśladowców takie gatunki, które czynią coś bardzo dziwnego. Otóż nie wszystkie należące do nich osobniki naśladują ten sam gatunek, niektóre wybierają coś zupełnie innego. Osobniki pośrednie, czyli takie, które usiłowałyby udawać obydwa gatunki równocześnie, wkrótce zostałyby zjedzone, ale takie osobniki się nie pojawiają. Tak jak osobnik może być albo zdecydowanie samcem, albo zdecydowanie samicą, tak motyl udaje albo jeden niesmaczny gatunek, albo drugi. Zdarzyć się może jednak, że dany motyl będzie upodobniony do gatunku A, podczas gdy jego brat do gatunku B.

Sugerowałyby to, że upodobnienie osobnika do gatunku A czy do gatunku B określa pojedynczy gen. Ale

jak pojedynczy gen może decydować o wszystkich tak wielorakich aspektach mimikry - kolorze, kształcie, wzorze plam, sposobie lotu? Otóż, jeśli pod pojęciem genu rozumiemy pojedynczy cistron, to zapewne nie może. Ale na skutek „redagowania”, nieświadomego i automatycznego, gdyż będącego wynikiem inwersji i innych przypadkowych przemieszczeń („rearanzacji”) materiału genetycznego, na chromosomie uformowała się blisko sprzężona grupa, złożona z licznych genów, które przedtem były rozmieszczone osobno. Cała ta grupa zachowuje się jak pojedynczy gen - w myśl naszej definicji rzeczywiście jest teraz pojedynczym genem - i istnieje dla niej „allel”, który jest po prostu inną grupą genów. Jedno skupisko zawiera cistrony odpowiedzialne za naśladowanie gatunku A, drugie zaś - za naśladowanie gatunku B. Każde ze skupisk tak rzadko bywa przecinane przez crossing-over, że w naturze nie spotyka się motyli o wyglądzie pośrednim, jeśli jednak hoduje się w laboratorium bardzo dużo motyli, to formy pośrednie pojawiają się, choć bardzo rzadko.

Słowa gen używam zatem na określenie jednostki genetycznej na tyle małej, by mogła trwać przez dużą liczbę pokoleń i by mogła się rozprzestrzenić w postaci wielu kopii. Definicja ta nie jest jednoznaczna - typu „wszystko albo nic”, lecz jest czymś względnym, płynnym i rozmytym, jak definicja „dużego” czy „starego”. Im bardziej prawdopodobne jest, że odcinek chromosomu zostanie przecięty przez crossing-over lub zmieniony mutacjami różnych typów, w tym mniejszym stopniu zasługuje on na miano genu w znaczeniu, w jakim używam tego terminu. Cistron zapewne zasługuje na to miano, jak również i większe jednostki. Kilkanaście cistronów może znajdować się na chromosomie tak blisko jeden drugiego, że dla naszych celów stanowią one pojedynczą długowieczną jednostkę genetyczną. Dobrym przykładem jest właśnie skupisko genów mimikry u motyli. Przenosząc się z jednego ciała do drugiego, zabierając się z plemnikiem lub jajem w podróż, której celem jest następne pokolenie, cistrony bardzo często spotykają w tym małym stateczku swoich bliskich sąsiadów z poprzedniej podróży, dawnych towarzyszy rejsu, z którymi przeszły długą odyseję z ciał odległych przodków. Sąsiednie cistrony z jednego chromosomu tworzą zgraną paczkę towarzyszy podróży i tylko wyjątkowo nie udaje im się dostać na pokład tego samego statku, gdy nadchodzi czas mejozy.

Gdybym chciał się wyrazić precyzyjnie, nie powinienem zatytułować tej książki Samolubny cistron ani też Samolubny chromosom, ale z lekka samolubny duży fragment chromosomu i bardziej samolubny mały fragment chromosomu. Poza wszystkim innym, byłby to tytuł niezbyt zachęcający, więc zdefiniowałem gen jako mały fragment chromosomu, który może przetrwać wiele generacji, zatytułowałem książkę Samolubny gen.

Powróciliśmy więc w ten sposób do kwestii, którą porzuciliśmy przy końcu rozdziału I. Stwierdziliśmy wtedy, że po każdej jednostce, która zasługuje na miano podstawowej jednostki doboru naturalnego, należy spodziewać się egoizmu. Zauważyliśmy, że niektórzy za taką jednostkę uważają gatunek, inni populację czy grupę w obrębie gatunku, a jeszcze inni osobnika. Wyraziłem też wtedy pogląd, który osobiście preferuję, że podstawową jednostką doboru naturalnego, a tym samym jednostką dbającą o własne korzyści, jest gen. A teraz oto zdefiniowałem pojęcie genu w taki sposób, że po prostu nie mogę nie mieć racji! Dobór naturalny w swojej najogólniejszej postaci polega na zróżnicowanej przeżywalności jednostek. Pewne jednostki przeżywają, a inne giną, ale by wybiórcze umieranie miało jakkolwiek wpływ na rzeczywistość, musi być spełniony dodatkowy warunek. Każda jednostka musi istnieć w postaci licznych kopii i przynajmniej niektóre z jednostek muszą być potencjalnie zdolne do przetrwania - w formie swoich kopii - przez dostatecznie długi odcinek czasu ewolucyjnego. Małe jednostki genetyczne mają takie własności, zaś osobniki, grupy i gatunki - nie. Wykazanie, że jednostki

dziedziczenia mogą być w praktyce traktowane jako niezależne i niepodzielne części było wielkim osiągnięciem Grzegorza Mendla. Dziś wiemy, że jest to nadmierne uproszczenie. Nawet cistron jest podzielny, choć dzieje się to rzadko, a z drugiej strony dowolne dwa geny znajdujące się na jednym chromosomie nie są całkowicie niezależne. W definicji, którą ja przyjąłem, gen jest jednostką, która w znacznym stopniu bliska jest ideałowi niepodzielnej części. Gen nie jest niepodzielny, ale podziałowi ulega rzadko. Albo z całą pewnością jest obecny w ciele danego osobnika, albo nie ma go tam wcale. Gen wędruje od dziadków ku wnukom w postaci nie zmienionej i przechodząc przez pośrednie generacje, nie łączy się z innymi genami. Gdyby następowało ciągle stapianie się genów ze sobą, niemożliwy byłby dobór naturalny taki, jakim go obecnie rozumiemy. Nawiasem mówiąc, zostało to wykazane za życia Darwina i było przyczyną jego wielkich obaw, gdyż w tamtych czasach przyjmowano, że dziedziczenie polega na procesie łączenia. Odkrycia Mendla były już wtedy opublikowane i mogłyby przyjść Darwinowi z odsieczą, ale, niestety, nigdy się o nich nie dowiedział - przeczytano je dopiero wiele lat po śmierci zarówno Darwina, jak i Mendla. Mendel przypuszczalnie nie zdawał sobie sprawy z doniosłości swoich odkryć, w przeciwnym wypadku napisałby zapewne do Darwina.

Innym aspektem niepodzielności genu jest to, że się nie starzeje. Prawdopodobieństwo jego śmierci nie zależy od tego, czy jego wiek liczy się w milionach, czy tylko w setkach lat. Przeskakuje z ciała do ciała w łańcuchu pokoleń, zręcznie kierując kolejnymi ciałami, stosując właściwe sobie metody i osiągając własne korzyści, porzucając schedę śmiertelnych ciał, nim te pogrążą się w starości i śmierci.

Geny są nieśmiertelne, a przynajmniej - można rzec - zasługują na to miano. Każdy z nas - jako maszyna przetrwania - może się spodziewać jeszcze kilku dziesiątków lat życia. Ale spodziewany czas życia genów na tym świecie trzeba mierzyć nie dziesiątkami, a tysiącami i milionami lat.

Wśród gatunków rozmnażających się płciowo pojedynczy osobnik jest zbyt dużą i zbyt krótkotrwałą jednostką genetyczną, by uznać ją za liczący się obiekt działania doboru naturalnego.* A grupa osobników jest jednostką jeszcze większą. Osobniki i grupy są jak chmury na niebie lub tumany pyłu na pustyni.* Są tymczasowymi skupiskami lub zgromadzeniami. W skali ewolucyjnej nie są obiektami stabilnymi. Populacje mogą trwać przez pewien czas, ale wciąż mieszają się z innymi populacjami, a więc tracą swoją tożsamość. Również w ich obrębie następują ciągłe zmiany ewolucyjne. Populacja nie jest obiektem na tyle odrębnym, by być jednostką doboru naturalnego, nie jest dość stabilna i jednolita, by mogła być „wybierana” preferencyjnie względem innej populacji.

Pojedyncze ciało jest przez całe swoje życie bytem zadowolająco odrębnym, ale cóż, czy trwa to długo? A przecież każdy osobnik jest niepowtarzalny. Jeśli dobór będzie się dokonywał między bytami, z których każdy występuje tylko w jednej kopii, to nie ma mowy o ewolucji! Rozmnażanie płciowe nie jest replikacją. Tak jak populacja ulega skażeniu domieszkami innych populacji, tak i potomstwo osobnika skażone jest wpływem jego partnera seksualnego. Twoje dzieci są z tobą identyczne tylko w połowie, twoje wnuki tylko w jednej czwartej. Po paru pokoleniach możesz liczyć co najwyżej na wielką liczbę potomków, z których każdy nosi w sobie zaledwie drobną część ciebie - może kilka genów - nawet jeśli niektórzy z nich noszą również twoje nazwisko.

Osobniki nie są bytami stabilnymi, są przemijające. W niepamięć odchodzą również wciąż tasowane chromosomy, przelotne jak układ kart w rozdaniu. Lecz same karty przeżywają proces tasowania. Karty to geny. Geny nie są unicestwiane przez crossing-over, zmieniają jedynie partnerów i idą dalej. Jakżeby inaczej. Przecież tylko to jest dla nich ważne. Są replikatorami, a my jesteśmy ich maszynami przetrwania. Gdy spełnimy swoją misję,

jesteśmy odtrąceni. Lecz życie genów mierzy się czasem geologicznym: geny są wieczne.

Geny są niezniszczalne jak diamenty, ale ich trwałość polega na czym innym. Pojedynczy kryształ diamentu trwa w postaci niezmiennego układu atomów. Cząsteczki DNA nie mają trwałości tego rodzaju. Pojedyncza cząsteczka DNA ma dość krótki żywot - jego długość liczy się w miesiącach, a już na pewno nie trwa dłużej niż życie osobnika. Jednak teoretycznie cząsteczka DNA mogłaby żyć pod postacią własnych kopii przez sto milionów lat. Co więcej, kopie określonego genu mogą być rozpraszane po świecie, tak jak pradawne replikatory w bulionie pierwotnym. Różnica polega na tym, że współczesne ich wersje są bezpiecznie schowane wewnątrz maszyn przetrwania.

Proszę zwrócić uwagę, że potencjalna niemalże nieśmiertelność genu w formie zbioru swoich kopii jest własnością, która go definiuje. Dla pewnych celów dogodna jest definicja genu jako pojedynczego cistronu, ale dla teorii ewolucji musi być ona rozbudowana, ponieważ wymaga tego przeznaczenie naszej definicji, które decyduje również o stopniu jej rozbudowania. Chcemy znaleźć taką jednostkę doboru naturalnego, która byłaby wygodna do zastosowania w praktyce. W tym celu zaczynamy od ustalenia tych własności jednostki doboru naturalnego, które konieczne są do odniesienia przez nią sukcesu. Jak ustaliliśmy w poprzednim rozdziale, są nimi długowieczność, płodność i wierność kopiowania. Następnie definiujemy „gen” po prostu jako możliwie największą jednostkę, która - przynajmniej potencjalnie - może odznaczać się tymi własnościami. Gen jest więc w takim razie długowiecznym replikatorem istniejącym pod postacią wielu jednakowych kopii. Jego życie nie trwa nieskończenie długo. Dosłownie rzecz biorąc, nawet diament nie jest wieczny, a i cistron może być przecięty na pół przez crossing-over. Gen w myśl naszej definicji jest więc na tyle krótkim fragmentem chromosomu, by potencjalnie mógł dostatecznie długo trwać w nie zmienionej postaci - na tyle długo, by móc skutecznie pełnić funkcję jednostki doboru naturalnego.

„Dostatecznie długo” - ile to jest dokładnie? Nie ma na to jednoznacznej odpowiedzi. Będzie ona zależała od intensywności „presji” selekcyjnej doboru naturalnego. Czyli od tego, o ile bardziej prawdopodobna jest śmierć „złej” jednostki genetycznej niż śmierć jej „dobrego” allelu. To zaś zależy od czynników działających w danej sytuacji, które będą się różnić od przypadku do przypadku. Gen - największa praktyczna jednostka doboru naturalnego - najczęściej będzie czymś większym od cistronu, ale mniejszym od chromosomu.

Owa potencjalna nieśmiertelność czyni z genu dobrego kandydata na podstawową jednostkę doboru naturalnego. Dlatego nadszedł czas, by przedyskutować słowo „potencjalny”. Gen może żyć milion lat, lecz wiele nowych genów nie może przetrwać dłużej niż przez jedno pokolenie. Nielicznym nowicjuszom udaje się to częściowo dzięki szczęściu, ale głównie dlatego, że są w stanie sprostać pewnym wymaganiom, które sprowadzają się do umiejętności konstruowania dobrych maszyn przetrwania. Wpływ, jaki wywierają na rozwój zarodkowy każdego kolejnego ciała, w którym się znajdują, sprawia, że ciało to ma nieco większe szanse na przeżycie i rozmnażanie się, niż miałyby pod wpływem konkurencyjnego genu czy allelu. „Dobry” gen może na przykład zapewniać swoje przetrwanie, współdziałając w wyposażaniu kolejnych osobników, do których trafi, w długie nogi pomagające im w ucieczce przed drapieżnikami. Jest - to oczywiście przykład konkretny, a nie uogólnienie. Bywa, że długie nogi nie zawsze są cennym nabytkiem. Kretowi byłyby zawadą. Czy możemy więc, nie grzęznąc w szczegółach, ustalić uniwersalne własności, którymi powinny się odznaczać wszystkie dobre (czyli długowieczne) geny? I odwrotnie, czy istnieją takie własności, które od razu określają gen jako „zły”, nietrwały? Istnieje zapewne

kilka tego rodzaju ogólnych własności, ale jest jedna, która w tej książce zajmuje szczególne miejsce. Otóż, bez wątplenia, na poziomie genowym altruizm jest złem, a egoizm dobrem. Wynika to nieuchronnie z naszych definicji altruizmu i egoizmu. Geny stają przeciw swoim allelom do bezpośredniego współzawodnictwa o przetrwanie, ponieważ ich allele w puli genów są rywalami do przegródek na chromosomach przyszłych pokoleń. Każdy gen, który swoim działaniem zwiększa własne szanse przetrwania w puli genów kosztem przetrwania swoich alleli, będzie z definicji, tautologicznie, tym, który przetrwa. Gen jest tym samym podstawową jednostką egoizmu.

Sformułowane zostało w tym momencie główne przesłanie tego rozdziału. Przeszedłem w nim jednak do porządku nad pewnymi komplikacjami i ukrytymi założeniami. O pierwszej z komplikacji już pokrótce wspomniałem. Bez względu na to, jak wolne i niezależne byłyby geny w swojej podróży poprzez generacje, z całą pewnością nie są wolne jako czynniki kierujące rozwojem zarodkowym. Współpracują i współoddziałują zarówno między sobą, jak i ze środowiskiem zewnętrznym w niewiarygodnie złożony sposób. Wyrażenia takie jak „gen na długie nogi” czy „gen na zachowanie altruistyczne” są wygodnymi skrótami myślowymi, ważne jest jednak, by rozumieć ich rzeczywiste znaczenie. Żaden gen samodzielnie nie zbuduje nogi ani długiej, ani krótkiej. Ukształtowanie się nogi jest przedsięwzięciem, w którym współdziała wiele genów. Nie sposób też pominąć wpływów ze strony środowiska zewnętrznego: przecież nogi są w istocie zbudowane z pokarmu! A jednak można sobie wyobrazić pojedynczy gen, który przy założeniu identyczności pozostałych czynników sprawia, że nogi będą dłuższe, niż byłyby pod wpływem konkurencyjnego allelu tego genu.

Jako analogię rozważmy wpływ nawozu sztucznego, na przykład saletry, na wzrost pszenicy. Każdy wie, że w obecności saletry pszenica rośnie lepiej niż bez niej. Lecz nikt nie byłby tak niemądry, by twierdzić, że sama saletra wystarczy, aby urosła pszenica. Niezbędne są oczywiście również nasiona, gleba, słońce, woda i rozmaite minerały. Ale jeśli wszystkie te czynniki pozostaną niezmiennie, a nawet jeśli będą się wahać w pewnych granicach, dodanie saletry sprawi, że pszenica da większy plon. Tak samo jest z pojedynczymi genami w rozwoju zarodka. Rozwój zarodkowy sterowany jest przez tak spletaną sieć skomplikowanych zależności, że najlepiej zrobimy nie wnikając w nie. Nie ma takiego czynnika, genetycznego czy środowiskowego, który jako jedyny byłby „odpowiedzialny” za którąkolwiek część ciała nowo narodzonego osobnika. Wszystkie części jego ciała są rezultatem niemal nieskończonej liczby wcześniejszych zdarzeń. Jednak przyczynę różnicy między jednym noworodkiem a drugim, na przykład co do długości ich nóg, można bez trudu przypisać jednej lub kilku prostym, zaistniałym wcześniej odmiennościom - bądź to warunków środowiska, w jakim się znajdowały, bądź to ich genów. W zaciętej konkurencji o przetrwanie liczą się te właśnie różnice, dla ewolucji zaś mają znaczenie te, które są uwarunkowane genetycznie.

Allele danego genu są dla niego śmiertelnymi rywalami, natomiast inne geny są po prostu częścią jego środowiska, tak jak temperatura, pożywienie, drapieżniki czy towarzysze. I właśnie od tego całego otoczenia genu, do którego zaliczają się też inne geny, zależą skutki jego działania. Czasami gen wywiera pewien określony efekt w obecności jakiegoś genu, natomiast w obecności innego zestawu genów towarzyszących jego efekt jest zupełnie odmienny. Wszystkie geny tworzą coś w rodzaju genetycznego klimatu czy też tła, modyfikującego i oddziałującego na skutki wywierane przez każdy z nich z osobna.

Lecz w takim razie mamy chyba do czynienia z paradoksem. Jeśli zbudowanie noworodka jest takim zawiłym zespołowym przedsięwzięciem i skoro każdy gen potrzebuje kilku tysięcy towarzyszy, by wypełnić swoje

zadanie, to jak to pogodzić z nakreślonym przeze mnie wcześniej obrazem niepodzielnych genów, skaczących przez wieki z ciała do ciała jak nieśmiertelne kozice: wolnych i nieujarzmionych nośników życia, dbających wyłącznie o własne korzyści? Czy wszystko to było nonsensem? Absolutnie nie. Trochę porwały mnie wzniosłe frazy, ale nie mówiłem nonsensów, i nie mamy tu w gruncie rzeczy do czynienia z paradoksem. Możemy to sobie wyjaśnić, posługując się jeszcze jedną analogią.

Żaden wioślarz nie może samodzielnie wygrać zawodów wioślarskich między Oxfordem a Cambridge. Potrzebuje ośmiu kolegów. Każdy z nich - dziobowy, szlakowy, sternik itd. - jest specjalistą zajmującym w łodzi zawsze to samo miejsce. Wiosłowanie jest przedsięwzięciem zespołowym, a mimo to niektórzy są w tym sporcie lepsi niż inni. Przypuśćmy, że trener musi dobrać sobie idealną załogę, mając do dyspozycji pulę kandydatów, wśród których jedni są wyspecjalizowani jako dziobowi, inni jako sternicy i tak dalej. Przypuśćmy, że selekcji dokonuje w następujący sposób: każdego dnia wyznacza trzy nowe próbne osady, przypadkowo wybierając kandydatów do każdego miejsca w łodzi, po czym urządza ich wyścigi. Po kilku tygodniach może już dokonać pewnych ustaleń - stwierdzi, że niektórzy zawodnicy na ogół znajdują się w tej łodzi, która wygrywa. Ci zostają oznaczeni jako dobrzy wioślarze. Inni regularnie pojawiają się w wolniejszych załogach i ci są w konsekwencji odrzucani. Ale nawet wybitnie dobry wioślarz może czasem być członkiem powolnej załogi, czy to z powodu mierności innych członków, czy z powodu pecha - powiedzmy silnego przeciwnego wiatru. W wygrywającej łodzi tylko statystycznie znajdują się najlepsi zawodnicy.

Wioślarze to geny. Rywale do każdego miejsca w łodzi są allelami, potencjalnymi kandydatami do tej samej przegródki na odcinku chromosomu. Umiejętność szybkiego wiosłowania odpowiada zdolności do budowania ciała osobnika, który z powodzeniem utrzymuje się przy życiu. Wiatr to środowisko zewnętrzne. Pula kandydatów do wyboru to pula genów. Jeśli rozważamy przetrwanie dowolnego osobnika, istotne jest to, że wszystkie jego geny znajdują się w jednej i tej samej łodzi. Niejednemu genowi zdarzy się popaść w złe towarzystwo, znaleźć się w ciele wraz z genem letalnym, który zabija to ciało w dzieciństwie. Dobry gen zostaje wtedy unicestwiony wraz ze wszystkimi pozostałymi. Ale unicestwieniu ulega tylko jedna, znajdująca się w tym ciele, kopia. Repliki tego samego genu wciąż żyją w innych osobnikach, które nie mają letalnego genu. Wiele kopii dobrych genów spotyka marny los, bo przypadkiem znalazły się w jednym ciele ze złymi genami lub mogą przepaść na skutek innego nieszczęścia, gdy - dajmy na to - w ciało uderzy piorun. Szczęście lub pech z definicji przydarza się przypadkowo, lecz gen, który regularnie przegrywa, nie jest pechowy - jest po prostu zły.

Jedną z cech dobrego wioślarza jest umiejętność pracy zespołowej, zdolność do dopasowania się i współpracy z resztą załogi. Zalety te mogą być równie ważne, jak silne mięśnie. Jak się dowiedzieliśmy przy okazji omawiania motyli, dobór naturalny może, drogą inwersji i innych większych przemieszczeń kawałków chromosomu, w niezamierzony sposób tak „przerezagować” kompleks genów, że geny, które dobrze razem współpracują, skupiają się w blisko sprzężone grupy. Ale również geny w żaden sposób nie sprzężone fizycznie mogą w pewnym sensie podlegać doborowi ze względu na ich wzajemne dopasowanie. Dobra współpraca genu z większością innych genów, z którymi, spotka się w kolejnych ciałach, czyli genów całej pozostałej puli genowej, będzie jego zaletą.

Ciało sprawnego mięsożercy na przykład powinno charakteryzować się pewnymi cechami, takimi jak ostre zęby, typ przewodu pokarmowego odpowiedni do trawienia mięsa i wiele innych. Sprawny roślinożerca potrzebuje natomiast płaskich rozcierających zębów trzonowych i znacznie dłuższego jelita o innej chemii procesów

trawiennych. Gdyby w puli genów roślinożercy pojawił się nowy gen obdarzający właściciela ostrymi zębami, przydatnymi w jedzeniu mięsa, nie odniósłby wielkiego sukcesu. Nie dlatego, że jedzenie mięsa jest ogólnie złym pomysłem, ale dlatego, że nie można efektywnie żywić się mięsem, jeśli nie ma się również odpowiedniego przewodu pokarmowego i innych atrybutów mięsożernego trybu życia. Geny na ostre zęby mięsożercy nie są bezwzględnie złe. One są złe tylko w puli genów zdominowanej przez geny usposabiające do roślinożerstwa.

Jest to kwestia subtelna i zawiła. Jej złożoność bierze się stąd, że „środowiskiem” genu są przede wszystkim inne geny, a każdy z nich również podlega doborowi ze względu na jego zdolności do współpracy ze swoim środowiskiem skomponowanym z innych genów. Istnieje analogia umożliwiająca przebrnięcie przez ten zawiły problem, ale nie występuje ona w sferze codziennych doświadczeń. Analogię tę można znaleźć w teorii gier, którą przedstawię przy okazji omawiania turniejów pomiędzy zwierzętami w rozdziale 5. Dalszą dyskusję na ten temat odłożę więc na jego koniec, teraz zaś powrócę do głównej myśli rozdziału bieżącego. Tej mianowicie, że za podstawową jednostkę doboru naturalnego najtrafniej jest uznać nie gatunek, nie populację, nawet nie osobnika, ale pewną niewielką jednostkę materiału genetycznego, którą dla wygody można nazwać genem. Jak wspomniano wcześniej, fundament naszych rozważań jest założenie, że geny są potencjalnie nieśmiertelne, podczas gdy osobniki i jednostki wyższego rzędu są przemijające. Założenie to opiera się na dwóch faktach: istnieniu rozmnażania płciowego i crossing-over oraz na osobniczej śmiertelności. Fakty te są niezaprzeczalnie prawdziwe, co jednak nie powinno nas powstrzymywać od pytania, dlaczego są prawdziwe. Dlaczego my, tak jak większość maszyn przetrwania, stosujemy rozmnażanie płciowe? Czemu nasze chromosomy podlegają crossing-over? I dlaczego nie żyjemy wiecznie?

Problem naszego umierania ze starości jest złożony, a jego szczegóły wykraczają poza ramy tej książki. Proponuje się różne konkretne przyczyny, wysuwa się również pewne uogólnienia. Jedna z teorii głosi na przykład, że starość jest skutkiem akumulacji szkodliwych błędów kopiowania i innych uszkodzeń genów, które zachodzą w trakcie życia osobnika. Inna teoria, którą zawdzięczamy Sir Peterowi Medawarowi, jest dobrym przykładem myślenia ewolucyjnego kategoriami doboru genowego.* Medawar zaczyna od rozprawienia się z argumentami tradycyjnymi w rodzaju: „Umieranie starych osobników jest aktem altruizmu wobec reszty gatunku, ponieważ - gdyby pozostali wśród żyjących będąc zbyt niedołęźni, by się rozmnażać - doszłoby do przeludnienia świata, z czego nie byłoby żadnego pożytku”. Jest to, jak wskazuje Medawar, ten typ argumentacji, w którym przyjmuje się za pewnik to, co dopiero ma być dowiedzione, w tym przypadku - że stare zwierzęta są zbyt niedołęźne, by się rozmnażać. Tłumaczenie to odwołuje się również w naiwny sposób do pojęć doboru grupowego lub doboru gatunkowego, choć tę jego część może dałoby się jeszcze sformułować w sposób bardziej racjonalny. Własna teoria Medawara odznacza się przejrzystą logiką, a ogólne jej założenia przedstawiają się następująco.

W wyniku naszych wcześniejszych rozważań ustaliliśmy, że jednym z najogólniejszych atrybutów „dobrego” genu jest jego „egoizm”. Inną jeszcze, ogólną własnością dobrze prosperujących genów powinna być ich tendencja do odraczania śmierci swoich maszyn przetrwania, przynajmniej do czasu zakończenia okresu rozrodczego. Niektórzy z twoich kuzynów albo stryjecznych dziadków mogli umrzeć w dzieciństwie, nie zdarzyło się to natomiast żadnemu z twoich przodków. Przodkowie po prostu nie mogą umrzeć jako dzieci!

Gen, który niesie śmierć swojemu właścicielowi, nosi nazwę genu letalnego. Gen semiletalny wywiera pewien osłabiający wpływ na organizm, co sprawia, że jego śmierć z innych przyczyn jest bardziej prawdopodobna.

Dla każdego z genów można ustalić pewien etap życia, w którym wywiera on najsilniejszy wpływ na organizmy, i geny letalne oraz semiletalne nie są pod tym względem wyjątkiem. Znaczna część genów zaznacza swój wpływ w czasie rozwoju płodowego, inne w dzieciństwie, inne we wczesnej dorosłości, inne w średnim wieku, a jeszcze inne na starość. (Zwróć uwagę, że dokładnie ten sam zestaw genów ma zarówno gąsienica, jak i motyl, w którego się przeobraża). Oczywiście geny letalne będą usuwane z puli genów. Ale jest równie oczywiste, że geny letalne działające na późnych etapach życia będą stabilniejsze niż te, które działają wcześniej. Będąc letalnym dla starego osobnika, gen może w dalszym ciągu dobrze prosperować w puli genów pod warunkiem, że jego fatalne skutki ujawniają się dopiero jakiś czas po rozpoczęciu okresu rozrodczego. Na przykład gen sprzyjający zapadaniu starych osobników na chorobę nowotworową mógłby zostać przekazany licznemu potomstwu, ponieważ osobniki zdążyłyby się rozmnożyć, nim zachorowałyby na raka. Natomiast gen powodujący powstanie raka we wczesnej dorosłości nie zostałby przekazany zbyt licznym potomkom, gen zaś, którego przyczyną jest śmierć z powodu nowotworu w dzieciństwie, w ogóle nie zostałby przekazany potomstwu. Zatem w myśl tej teorii umieranie ze starości jest po prostu ubocznym skutkiem nagromadzenia się w puli genowej genów letalnych i semiletalnych o późnym działaniu, którym udało się precyzyjnie przez oka sieci doboru naturalnego tylko dlatego, że działają w późnym wieku.

Sam Medawar zwraca przy tym uwagę na to, że dobór naturalny będzie preferował geny o własnościach opóźniających działanie innych - letalnych - genów. Będzie również preferował geny przyspieszające działanie genów dobrych. Być może takie właśnie, uwarunkowane genetycznie modyfikacje momentu uruchamiania aktywności genów mają znaczący udział w ewolucji.

Godne uwagi jest to, że powyższa teoria nie wymaga żadnych wcześniejszych założeń co do momentu rozpoczęcia i zakończenia okresu rozrodczego. Jeśli przyjąć wyjściowe założenie, że wszystkie osobniki mają jednakowe szanse na potomstwo niezależnie od swojego wieku, teoria Medawara od razu przewidywałaby gromadzenie się w puli genowej genów szkodliwych późno działających, czego wtórną konsekwencją byłaby tendencja do malejącej rozrodczości w wieku starszym.

Atrakcyjność tej teorii polega między innymi na tym, że prowadzi do pewnych, dość interesujących, spekulacji. Wynika z niej na przykład, że gdybyśmy chcieli przedłużyć czas trwania ludzkiego życia, moglibyśmy tego dokonać na dwa sposoby. Po pierwsze moglibyśmy zabronić posiadania dzieci przed osiągnięciem pewnego wieku, powiedzmy czterdziestki. Po kilku stuleciach minimalny dopuszczalny wiek rozrodczy moglibyśmy podnieść do pięćdziesięciu lat, a potem jeszcze wyżej. Niewykluczone, że czas trwania życia ludzkiego dałoby się w ten sposób przedłużyć do kilkuset lat, jednak trudno mi sobie wyobrazić, by ktoś mógł na serio chcieć zaprowadzić takie porządki.

Po drugie, moglibyśmy spróbować „oszukać” geny tak, by „myślały”, że ciało, w którym się znajdują, jest młodsze niż w rzeczywistości. Tłumacząc na język praktyczny, oznaczałoby to wykrycie zmian, jakie w trakcie starzenia zachodzą w chemicznym środowisku wewnętrznym ciała. Takie zmiany mogłyby być „czujnikami”, które „włączają” późno działające geny letalne. Symulując pewne drugorzędne własności chemiczne charakterystyczne dla młodego osobnika, można by zapobiec włączeniu późno działających szkodliwych genów. Godne uwagi jest to, że same sygnały chemiczne późnego wieku wcale nie muszą być szkodliwe. Przypuśćmy na przykład, że substancja S jest bardziej stężona w ciele osobników starych niż młodych. S jako taka może być całkiem niegroźna, może to być jakaś substancja pochodząca z pożywienia, akumulująca się w ciele z upływem czasu. Ale każdy gen, który wywiera

szkodliwy wpływ jedynie w obecności S, a bez niej wywiera na organizm wpływ dodatni, będzie tym samym podlegać pozytywnemu doborowi w puli genowej i w efekcie stanie się genem „na” umieranie w późnym wieku. Leczenie polegałoby wtedy po prostu na usunięciu substancji S z ciała.

Rewolucyjność powyższej teorii tkwi w tym, że S jest tylko znacznikiem starości. Zauważywszy, że wysokie stężenie S prowadzi do śmierci, każdy lekarz uważałby ją pewnie za coś w rodzaju trucizny i łamałby sobie głowę, chcąc znaleźć bezpośrednie związki przyczynowe między S a złym stanem zdrowia pacjenta. W naszym hipotetycznym przykładzie marnowałby tylko swój czas!

Mogłaby również istnieć substancja M, znacznik młodości, której stężenie byłoby w młodych ciałach wyższe niż w starych. Analogicznie, mogłoby dojść do doboru genów mających dobroczynny wpływ w obecności M, a szkodliwy, gdy jej brak. Nie mając żadnego pojęcia, czym są S i M - takich substancji mogłoby być wiele - możemy mimo to wyciągnąć ogólne wnioski, że im bardziej potrafilibyśmy pozorować w ciele starym własności, nawet powierzchowne, ciała młodego, tym dłużej to stare ciało powinno utrzymać się przy życiu.

Muszę podkreślić, że są to jedynie spekulacje wysnute z teorii Medawara. Choć w jakimś sensie jego teoria musi prawem logiki zawierać trochę prawdy, to jeszcze nie oznacza, że jest właściwym wyjaśnieniem dla każdego konkretnego przypadku starzenia się. Dla naszych celów znaczenie ma to, że ujmując ewolucję z perspektywy doboru genowego, nie napotykamy przy wyjaśnianiu zjawiska wymierania starych osobników żadnych trudności. Założenie osobniczej śmiertelności, leżące u podstaw zawartych w tym rozdziale rozważań, daje się w ramach tej teorii uzasadnić.

Drugie z założeń, które przyjąłem milcząco jako oczywistość - o istnieniu rozmnażania płciowego i crossing-over - jest trudniejsze do uzasadnienia. Crossing-over czasem nie zachodzi. Nie występuje u samców muszki owocowej. Istnieje gen, który również u samic działa tłumiąco na crossing-over. Gdybyśmy hodowali populację muszek, w której gen ten byłby powszechny, wtedy chromosom w puli chromosomów stałby się podstawową niepodzielną jednostką doboru naturalnego. W istocie, podążając tropem naszej definicji aż do jej logicznej konkluzji, za pojedynczy „gen” powinniśmy wtedy uznać cały chromosom.

Jeśli zaś chodzi o rozmnażanie płciowe, to i tu istnieją rozwiązania alternatywne. Samice mszyc mogą na drodze dzieworódtwa wydać na świat żeńskie potomstwo, mające wyłącznie geny matki. (Nawiasem mówiąc, zarodek, znajdujący się w „łonie” matki, może już mieć w swoim łonie jeszcze mniejszy embrion. Toteż samica mszycy może równocześnie urodzić córkę i wnuczkę, z których każda jest z nią identyczna jak jednojajowe bliźnięta). Wiele roślin rozrasta się wegetatywnie, wypuszczając rozłogi. W tym przypadku powinniśmy raczej mówić o wzroście niż o rozmnażaniu i jeśli się nad tym dalej zastanawiać, między wzrostem a rozmnażaniem bezpłciowym w ogóle nie ma wielkiej różnicy, ponieważ oba zachodzą na drodze podziałów mitotycznych. Rośliny wytworzone drogą rozmnażania wegetatywnego czasami odłączają się od „rodzica”. W innych zaś przypadkach, tak jak u wiązu, łączące je rozłogi zostają zachowane. W istocie cały wiązowy zagajnik można uważać za jednego osobnika.

Powstaje więc pytanie: czemu my wszyscy zadajemy sobie tyle trudu, by przed wydaniem na świat potomka zmieszać swoje geny z genami kogoś innego, skoro mszyce i wiązy mogą się bez tego obejść? Dziwną zaiste wydaje się ta droga postępowania. Przede wszystkim można zadać pytanie: Czemu rozmnażanie płciowe, to dziwaczne wynaturzenie zwykłej replikacji, w ogóle się pojawiło? Cóż jest w nim takiego dobrego?*

Na pytanie to ewolucjoniście niezwykle trudno jest odpowiedzieć. W najrzetelniejszych próbach odpowiedzi sięga się do rozumowania z zakresu wyższej matematyki. Mam szczerzy zamiar ich uniknąć, powiedzieć chcę tylko jedno. To mianowicie, że trudności, na jakie natrafiają teoretycy, tłumacząc powstanie płci, po części przynajmniej pochodzą stąd, że nie mogą uwolnić się od patrzenia na ten problem z punktu widzenia jednostki, która stara się, by przetrwała jak największa liczba jej genów. W tym świetle istnienie seksu wydaje się paradoksalne, gdyż jest to mało skuteczna metoda rozpowszechniania swoich genów. Każde z dzieci danego osobnika ma przecież tylko 50 procent jego genów - drugie 50 procent dostarcza jego partner seksualny. Gdyby, jak mszyca, „odpączkowywał” dzieci będące jego doskonałymi replikami, w ciałach swoich dzieci przekazałby następnemu pokoleniu 100 procent swoich genów. Ten pozorny paradoks popchnął niektórych teoretyków ku teorii doboru grupowego, ponieważ na poziomie grupy względnie łatwo znaleźć korzyści płynące z płci. Zwięźle podsumował je W. F. Bodmer twierdząc, że rozmnażanie płciowe „ułatwia nagromadzenie w pojedynczym osobniku korzystnych mutacji, które powstały niezależnie w różnych osobnikach”.

Ale paradoks ten wydaje się mniej paradoksalny, jeśli - przyjąwszy punkt widzenia prezentowany w tej książce - potraktujemy osobnika jako maszynę przetrwania, zbudowaną przez chwilową konfederację długowiecznych genów. Skuteczność jako atrybut osobnika jest wówczas nieistotna. Wybór typu rozmnażania może być wtedy potraktowany jako cecha kontrolowana przez pojedynczy gen, tak jak to, czy oczy mają być niebieskie czy brązowe. Gen „na” płciowość, dla osiągnięcia swoich egoistycznych celów, manipuluje wszystkimi innymi genami. Tak samo gen na crossing-over. Są nawet geny - zwane mutatorami - które modyfikują częstość błędów kopiowania innych genów. Błąd kopiowania jest z definicji niekorzystny dla błędnie skopiowanego genu. Ale jeśli jest korzystny dla samolubnego genu mutatorowego, będzie się on rozprzestrzeniał w puli genowej. Podobnie dla uzasadnienia istnienia zjawiska crossing-over wystarczy, by było ono pożyteczne dla genu na crossing-over. Jeśli zaś dla genu na rozmnażanie płciowe ten rodzaj rozmnażania jest korzystniejszy od rozmnażania bezpłciowego, jest to wystarczający powód istnienia rozmnażania płciowego. Ewentualne korzyści lub ich brak dla wszystkich pozostałych genów osobnika są stosunkowo mało istotne. Z punktu widzenia egoistycznego genu istnienie płci okazuje się więc wcale nie tak dziwne.

Wywód ten zaczyna niepokojąco przypominać rozumowanie, w którym na początku przyjmujemy to, co trzeba dopiero udowodnić. Przecież istnienie płci jest punktem wyjścia dla całego ciągu rozważań, które prowadzą do uznania genu za podstawową jednostkę doboru. Jestem przekonany, że istnieją sposoby, by wyostać się z tego zapętlenia, ale niniejsza książka nie zajmuje się roztrząsaniem tych kwestii. Płeć istnieje. To pewne. I to dzięki niej oraz dzięki crossing-over niewielki element genetyczny, jakim jest gen, może być uważany za coś najbliższego pojęciu podstawowej, niezależnej jednostki ewolucji.

Nie tylko płeć jest takim pozornym paradoksem, który staje się mniej zagadkowy, od kiedy umiemy już rozumować kategoriami samolubnego genu. Okazuje się na przykład, że organizmy mają więcej DNA niż to niezbędnie konieczne do ich budowy: znaczna część DNA nie jest nigdy tłumaczona na białko. Z punktu widzenia pojedynczego organizmu wydaje się to paradoksalne. Jeśli „przeznaczeniem” DNA jest nadzór nad budowaniem ciała, zaskakujące jest odkrycie, że znaczna jego część nie uczestniczy w tym dziele. Biologowie łamią sobie głowy, próbując dojść, jakiemu pożytecznemu celowi służy ten nadmiar DNA. Lecz z punktu widzenia samych egoistycznych genów nie istnieje tu żaden paradoks. Rzeczywistym „celem” DNA jest przetrwanie - tyle i nic

ponadto. Najprościej można uzasadnić obecność nadmiaru DNA, przyjmując, że jest on pasożytem lub jedynie pasażerem na gapę - nieszkodliwym, ale bezużytecznym, który zabrał się maszyną przetrwania stworzoną przez inny DNA.*

Niektórzy przeciwni są temu, nadmiernie według nich genocentrycznemu, pogładowi na ewolucję. Bo przecież tak naprawdę tymi, które żyją lub umierają, są całe osobniki wraz ze wszystkimi swoimi genami. Mam jednak nadzieję, że poświęciłem w tym rozdziale dostatecznie wiele słów, by wykazać, iż nie ma tu istotnych sprzeczności. Tak jak całe załogi wygrywają lub przegrywają wyścigi, tak osobniki są w istocie tymi, które żyją lub umierają, a bezpośredni przejaw doboru naturalnego niemal zawsze zaznacza się na poziomie osobniczym. Jednak jeśli śmierć lub sukces rozrodczy osobników podlega wpływom jakichkolwiek nieprzypadkowych czynników, to długofalowym tego skutkiem będzie zmiana częstości występowania genów w puli genowej. Pula genów, oczywiście z pewnymi zastrzeżeniami, jest tym dla współczesnych replikatorów, czym był bulion pierwotny dla ich praprzodków. Rozmnażanie płciowe i crossing-over chromosomów zapewnia utrzymanie płynności tego współczesnego odpowiednika bulionu. Dzięki nim pula genowa jest przez cały czas dobrze wymieszana, a geny dokładnie przetasowane. Ewolucja jest procesem, w którego wyniku pewne geny stają się w puli genów bardziej liczne, a inne mniej. Dobrym nawykiem przy wszelkich próbach wyjaśnienia przyczyn powstania jakiejś cechy, takiej na przykład, jak zachowanie altruistyczne, jest zadawanie sobie pytania: „Jaki wpływ ma ta cecha na częstość występowania genów w puli genowej?” Niekiedy język genowy staje się może nieco rozwlekły i dla przydania opisowi zwięzłości i barwy odbiegamy w stronę metafory. Zawsze jednak powinniśmy czujnie obserwować nasze metafory, by mieć pewność, że są one wciąż przetłumaczalne na język genowy, jeśli zajdzie taka potrzeba.

Pula genowa jest dla genu po prostu rodzajem pierwotnego bulionu, w którym spędza swoje życie. Zmieniło się jedynie to, że dziś współpracuje z kolejnymi, wybranymi z puli genów zespołami towarzyszy, budując z nimi pospołu kolejne przemijające maszyny przetrwania. W następnym rozdziale zajmiemy się właśnie nimi - samymi maszynami przetrwania, oraz tym, jak należy rozumieć twierdzenie, że geny sterują ich zachowaniem.

ROZDZIAŁ 4

MASZYNA GENOWA

Z początku maszyny przetrwania były zaledwie pojemnikami na geny, zapewniając im niewiele więcej niż osłonę przed atakiem chemicznym ze strony rywali i przed siejącym spustoszenie, przypadkowym bombardowaniem molekularnym. W dawnych czasach „żywiły się” one łatwo dostępnymi w bulionie cząsteczkami organicznymi. Łatwe życie skończyło się, gdy pokarm organiczny, gromadzący się powoli w bulionie pod wpływem energii świecących od wieków promieni słonecznych, całkowicie się wyczerpał. Pewien rodzaj maszyn przetrwania, obecnie zwanych roślinami, sam zaczął wykorzystywać światło słoneczne do budowy złożonych cząsteczek z prostych składników, naśladując, tyle że z większą prędkością, procesy syntezy, które zachodziły przedtem w bulionie pierwotnym. Inny rodzaj, znany obecnie jako zwierzęta, „odkrył”, że można eksploatować rezultaty chemicznego trudu roślin, zjadając je lub zjadając inne zwierzęta. Oba główne rodzaje maszyn przetrwania opanowały coraz bardziej pomysłowe sztuczki, by na najrozmaitsze sposoby poprawić swoją sprawność życiową: nieustannie otwierały się w tej dziedzinie nowe możliwości. Odgałęziały się wciąż nowe podrodzaje i podrodzaje podrodzajów, każdy z nich celujący w wyspecjalizowanym sposobie życia: w morzu, na lądzie, w powietrzu, pod ziemią, na drzewach czy wewnątrz innych żyjących stworzeń. To rozgałęzianie się poskutkowało niezmierną i zdumiewającą różnorodnością zwierząt i roślin, z którą mamy dziś do czynienia.

Zarówno rośliny, jak i zwierzęta stały się z czasem organizmami wielokomórkowymi, zawierającymi w każdej komórce kopię kompletu wszystkich swoich genów. Nie wiemy kiedy to się stało, ani dlaczego, ani ilekroć. Niektórzy stosują metaforę kolonii i opisują organizm jako kolonię komórek. Ja wolę traktować organizm jako kolonię genów, komórkę zaś jako dogodną jednostkę roboczą genowego przemysłu chemicznego.

Nawet będąc koloniami genów, pod względem swoich zachowań organizmy bezsprzecznie zyskały własną odrębną indywidualność. Zwierzę porusza się jak skoordynowana całość, jak jednostka. Subiektywnie odbieram samego siebie jako jednostkę, a nie kolonię. Należało się tego spodziewać. Geny, które współpracują z innymi, były przez dobór naturalny faworyzowane. W zawziętym współzawodnictwie o trudne do zdobycia zasoby, w bezlitosnych zmaganiach, by pożreć inne maszyny przetrwania, a jednocześnie samemu nie zostać pożartym, musiała istnieć zachęta raczej do centralnej koordynacji, a nie do anarchii wewnątrz wspólnego organizmu. Koewolucja genów powiązanych zawiłymi wzajemnymi zależnościami doszła obecnie do takiego stanu, że wspólnotowa natura pojedynczej maszyny przetrwania jest już prawie nie do rozpoznania. W istocie wielu biologów jej nie rozpoznaje i nie zgodzi się z moim poglądem.

Szczęśliwie dla, jak to określają dziennikarze, „wiarygodności” reszty tej książki, odmowa przyznania mi racji ma głównie akademickie podłoże. Tak jak przy omawianiu działania samochodu niezręcznie jest mówić o kwantach i cząstkach elementarnych, tak przy omawianiu zachowania maszyn przetrwania bezustanne angażowanie pojęcia genów bywa nużące i zbędne. W praktyce, dla lepszego zrozumienia, wygodniej jest przyjąć, że to indywidualny organizm jest tym tworem, który „stara się” zwiększyć liczbę swoich genów w przyszłych pokoleniach. Język, którym zamierzam się posługiwać, będzie językiem praktycznym. Toteż jeśli nie zostanie powiedziane inaczej, zwroty „zachowanie altruistyczne” i „zachowanie egoistyczne” będą oznaczać zachowanie się jednego zwierzęcia wobec drugiego.

Rozdział ten traktuje o zachowaniu - sprawności w wykonywaniu szybkich ruchów, wykorzystywanej głównie przez zwierzęcą gałąź maszyn przetrwania. Zwierzęta stały się aktywnymi, ofensywnymi nośnikami genów: maszynami genowymi. Charakterystyczną cechą zachowania w tym sensie, w jakim tego terminu używają biologowie, jest jego szybkość. Rośliny poruszają się również, ale bardzo powoli. Oglądane na przyspieszonym filmie rośliny pnące przypominają aktywnie poruszające się zwierzęta. Lecz w rzeczywistości większość ruchów roślin związana jest z nie dającym się odwrócić procesem wzrostu. Zwierzęta natomiast wykształciły szybsze o setki i tysiące razy sposoby poruszania się. Co więcej, wykonywane ruchy są odwracalne i mogą być powtarzane nieskończoną ilość razy.

Urządzeniem, które powstało u zwierząt i pozwalało im wykonywać szybkie ruchy, był mięsień. Mięśnie to silniki, które - jak silnik parowy czy spalinowy - używają energii chemicznej zgromadzonej w paliwie chemicznym dla spowodowania mechanicznego ruchu. Różnica polega na tym, że w mięśniu bezpośrednia siła mechaniczna pojawia się w postaci napięcia mięśniowego, a nie ciśnienia gazu, jak dzieje się to w silniku parowym czy spalinowym. Lecz podobnie jak silniki, mięśnie przykładają siłę do cięgieł i dźwigni osadzonych przegubowo. Naszymi dźwigniami są kości, cięgnami ścięgna, a przegubami stawy. O mechanizmie działania mięśni na poziomie molekularnym wiadomo już całkiem sporo, mnie jednak bardziej interesuje kwestia przebiegu skurczów mięśniowych w czasie.

Czy zdarzyło ci się kiedyś obserwować maszynę o pewnym stopniu złożoności, maszynę dziewiarską, maszynę do szycia, warsztat tkacki, automat do butelkowania czy snopowiązałkę? Siły napędowej dostarcza jej silnik elektryczny lub ciągnik. Najbardziej zdumiewająca jest jednak złożona synchronizacja w czasie poszczególnych, wykonywanych przez nią operacji. Zawory otwierają się i zamykają we właściwej kolejności, stalowe palce zręcznie zawiązują pętlę wokół wiązki słomy i wtedy, akurat we właściwym momencie, wysuwa się nóż i przecina sznurek. W wielu urządzeniach właściwa kolejność operacji realizowana jest dzięki genialnemu wynalazkowi krzywki. Dzięki zastosowaniu elementu o kształcie mimośrodzie lub jakimś innym, specjalnie wyprofilowanym, prosty ruch obrotowy przetwarzany jest na skomplikowaną, rytmicznie powtarzaną sekwencję operacji. Podobna jest zasada działania pozytywki. W jeszcze innych mechanizmach, na przykład w organach parowych czy pianoli, zastosowane są rolki papieru lub karty z otworami ułożonymi w określony wzór. Obserwuje się ostatnio tendencję, by proste mechaniczne metody koordynacji czasowej zastąpić elektronicznymi. Przykładem dużych i wszechstronnych urządzeń elektronicznych, które można zastosować do sterowania operacjami wymagającymi skomplikowanej synchronizacji czasowej, są komputery. Podstawowym elementem składowym współczesnego urządzenia elektronicznego takiego jak komputer jest półprzewodnik, którego najbardziej znanym zastosowaniem jest tranzystor.

Maszyny przetrwania ominęły etap krzywek i dziurkowanych kart. Urządzenie, którego używają do koordynacji swoich działań w czasie, choć różni się zdecydowanie w podstawach działania, ma raczej więcej wspólnego z komputerem. Podstawowa jednostka komputerów biologicznych, komórka nerwowa, czyli neuron, zachodzącymi w niej procesami w ogóle nie przypomina tranzystora. Bez wątpienia kod, jakim porozumiewają się ze sobą neurony, może przypominać nieco kod komputerów, jednak pojedynczy neuron jest jednostką przetwarzania danych o znacznie większym stopniu złożoności niż tranzystor. Miast trzech zaledwie połączeń z innymi elementami, pojedynczy neuron może ich mieć dziesiątki tysięcy. Neuron pracuje wolniej od tranzystora, ale pod

względem miniaturyzacji - trendu, który zdominował w ostatnim dwudziestolecu przemysł elektroniczny - zaszedł znacznie dalej. Przecież ludzki mózg składa się z około dziesięciu tysięcy milionów neuronów, tymczasem tranzystorów udałoby się w ludzkiej czaszce upakować zaledwie kilkaset. [Obecny poziom miniaturyzacji pozwoliłby w objętości ludzkiego mózgu upakować nawet kilkaset milionów tranzystorów - pojedyncze mikroprocesory, takie jak Pentium, zawierają ich po kilka milionów (przyj. red.).]

Rośliny nie potrzebują neuronów, ponieważ ich życie upływa w bezruchu, ale olbrzymia większość zwierząt je ma. Neuron był zapewne „wynaleziony” na wczesnym etapie ewolucji zwierząt, a następnie odziedziczony przez wszystkie później powstałe grupy, choć możliwe jest też, że wynajdywany był niezależnie kilka razy.

Neurony są w zasadzie zwykłymi komórkami, mającymi jądro i chromosomy, tak jak wszystkie inne. Jednak ich błona komórkowa rozciągnięta jest na kształt cienkich, długich wypustek przypominających druty. Neuron często ma jeden szczególnie długi „druć”, zwany aksonem. Średnica aksonu jest mikroskopijna, jego długość natomiast może sięgać metrów - wzdłuż szyi żyrafy przebiegają pojedyncze aksony. Aksony są zwykle zebrane w grube, wielożyłowe wiązki, zwane nerwami. Biegąc z jednej części ciała do drugiej, przesyłają informacje podobnie jak międzymiastowe kable telefoniczne. Inne neurony mają krótkie aksony, które nie wybiegają poza obręb gęstych skupień tkanki nerwowej, zwanych zwojami nerwowymi, lub - gdy są bardzo duże - mózgami. Można przyjąć, że mózgi są pod względem funkcji analogiczne do komputerów.* Oba bowiem typy maszyn, w rezultacie analizy złożonych sekwencji sygnałów wejściowych i ich porównania z zapisanymi wcześniej danymi, generują złożone sekwencje sygnałów-wyjściowych.

Podstawowa funkcja mózgow, która w rzeczywistości przyczynia się do sukcesu maszyn przetrwania, polega na sterowaniu i koordynowaniu skurczów mięśniowych. Potrzebują do tego kabli prowadzących do mięśni, a kable te noszą nazwę nerwów ruchowych. Lecz zapewnia to genom skuteczną ochronę tylko wówczas, gdy kolejność skurczów mięśniowych w czasie jest w jakimś stopniu skoordynowana z przebiegiem w czasie zdarzeń zachodzących w świecie zewnętrznym. Mięśnie szczęk powinny się kurczyć tylko wtedy, gdy znalazło się w nich coś wartego ugryzienia, a skurcze mięśni nóg powinny układać się w rytm biegu tylko wtedy, gdy jest coś, do czego warto biec lub od czego należy uciekać. Z tego powodu dobór naturalny faworyzował te zwierzęta, które zostały wyposażone w narządy zmysłów, urządzenia tłumaczące przebieg zdarzeń fizycznych świata zewnętrznego na kod impulsowy neuronów. Z narządami zmysłów - oczami, uszami, kubkami smakowymi itp. - mózg połączony jest za pomocą kabli, zwanych nerwami czuciowymi. Budowa narządów zmysłów jest czymś, co szczególnie nas zdumiewa, ponieważ ich możliwości w dziedzinie rozpoznawania wzorców znacznie przewyższają najlepsze i najdroższe z urządzeń zbudowanych przez człowieka. Gdyby nie to, niepotrzebne byłyby maszynistki - zastąpiono by je maszynami rozpoznającymi mowę lub odczytującymi pismo odręczne. Bez wątplenia jednak zawód ten będzie potrzebny jeszcze przez wiele dziesięcioleci.

Być może, narządy zmysłów dawniej komunikowały się z mięśniami mniej lub bardziej bezpośrednio. Po prawdzie ukwiały morskie także i dzisiaj nie są odległe od tego stanu, ponieważ przy ich trybie życia jest to sposób skuteczny. By jednak rytm zdarzeń w świecie zewnętrznym dało się powiązać z rytmem skurczów mięśni w sposób bardziej złożony i elastyczny, potrzebny był mózg jako pośrednik. Znaczącym postępem było „wynalezienie” pamięci. Dzięki niej synchronizacja w czasie skurczów mięśni pozostawała nie tylko pod wpływem zdarzeń z

bezpośredniej przeszłości, ale również zdarzeń odległych w czasie. Pamięć, czyli magazyn, jest także istotną częścią komputera. Pamięci komputerowe są bardziej niezawodne niż ludzkie, ich pojemność jest jednak mniejsza i są daleko mniej zaawansowane w technikach wyszukiwania informacji.

Jedną z najbardziej uderzających cech zachowania maszyn przetrwania jest ich pozorna celowość działania. Mam na myśli nie tylko to, że ich zachowanie wydaje się odpowiednio przemyślane, by sprzyjało przetrwaniu genów zwierzęcia, choć oczywiście tak jest. Chodzi mi o bliższą analogię - do celowego zachowania człowieka. Gdy obserwujemy zwierzę „poszukujące” pokarmu, partnera lub zagubionego dziecka, nie możemy się powstrzymać od przypisywania mu części tych uczuć, których sami subiektywnie doznajemy prowadząc poszukiwania. Jest wśród nich „pragnienie posiadania” jakiegoś obiektu, „obraz myślowy” pożądanego obiektu oraz „cel”, czyli „spodziewany wynik poszukiwań”. Na podstawie introspekcji każdy z nas wie, że przynajmniej u jednej ze współcześnie istniejących maszyn przetrwania ta celowość przekształciła się we własność, zwaną „świadomością”. Nie jestem aż tak filozoficznie nastawiony, by dyskutować, czym jest świadomość, ale na szczęście jest to teraz dla naszych celów bez znaczenia. Możemy bowiem rozważać maszyny, które zachowują się tak, jakby były motywowane celem, natomiast kwestię, czy w rzeczywistości są obdarzone świadomością, czy nie, pozostawimy otwartą. Maszyny tego rodzaju są w gruncie rzeczy bardzo proste, a zasady nieświadomego zachowania celowego są oczywistością w naukach inżynierskich. Klasycznym ich przykładem jest regulator odśrodkowy Watta.

Podstawowa zasada rządząca jego działaniem nosi nazwę ujemnego sprzężenia zwrotnego, które może występować w wielu rozmaitych formach. Na ogół odbywa się to w następujący sposób. „Maszyna celowa” - urządzenie lub inny twór, który zachowuje się tak, jakby świadomie dążył do celu, wyposażony jest w rodzaj przyrządu pomiarowego mierzącego rozbieżność między stanem aktualnym a stanem „pożądanym”. Maszyna zbudowana jest w taki sposób, że im ta rozbieżność jest większa, tym intensywniej musi ona pracować. Dzięki temu będzie automatycznie dążyła do zmniejszenia tej rozbieżności. Z tego względu układ taki nazywa się ujemnym sprzężeniem zwrotnym i jeśli wspomniany wyżej stan „pożądany” zostanie osiągnięty, jego działanie może ewentualnie ustać. Regulator odśrodkowy Watta składa się z pary kul obracających się wokół siebie, napędzanych energią pochodzącą z silnika parowego. Każda z kul znajduje się na końcu ramienia dźwigni. Im szybszy jest ruch obracających się kul, tym bardziej dźwignie odchylają się do pozycji poziomej, dzięki sile odśrodkowej równoważonej przez grawitację. Ramiona są sprzężone z zaworem dostarczającym parę do silnika w taki sposób, że w miarę jak ramiona zbliżają się do pozycji poziomej, para jest stopniowo odcinana. Gdy więc silnik pracuje zbyt szybko, część strumienia pary zostanie odcięta, co powoduje spowolnienie jego pracy. Jeśli nadmiernie zwolni, zawór automatycznie dostarczy mu więcej pary i silnik znów przyspieszy. Reakcje maszyn celowych tego typu są zawsze spóźnione, co prowadzi do oscylacji w wyniku następujących po sobie kolejnych cykli nadmiernego rozpędzania się i hamowania. Jedną z gałęzi sztuki inżynierskiej stało się więc budowanie dodatkowych urządzeń służących redukowaniu tych oscylacji.

Stanem „pożądanym” regulatora odśrodkowego Watta jest określona prędkość obrotów. Oczywiście nie pożąda tego świadomie. Jako „cel” maszyny definiuje się po prostu ten jej stan, ku któremu powraca. We współczesnych maszynach celowych te same podstawowe zależności w rodzaju ujemnego sprzężenia zwrotnego, tyle że w rozbudowanej postaci, stosowane są dla osiągnięcia znacznie bardziej złożonych, „imitujących życie” zachowań. Jako przykład mogą posłużyć pociski samonaprowadzające, które najwyraźniej aktywnie poszukują celu,

a gdy go namierzą, zdają się podążać jego tropem, uwzględniając jego uniki i zwroty, a czasem nawet je „przewidując” i „uprzedzając”. W szczególności realizacji tych zadań nie warto wnikać. Uwzględniają one wszelkiego rodzaju ujemne sprzężenia zwrotne, sprzężenia do przodu oraz inne zasady dobrze znane inżynierom, a jak wiemy już dziś, występujące również w organizmach żywych. Chociaż laikowi obserwującemu pozornie przemyślane i celowe zachowanie rakiety trudno uwierzyć, że nie znajduje się ona pod bezpośrednią kontrolą pilotującego ją człowieka, nie ma żadnego powodu doszukiwania się tu czegokolwiek podobnego do świadomości.

Częstym błędem jest rozumowanie, że skoro pocisk samonaprowadzający został pierwotnie zaprojektowany i zbudowany przez świadomego człowieka, to z pewnością musi być również pod jego świadomą kontrolą. Innym wariantem tego fałszywego rozumowania jest pogląd, że „to nie komputery w rzeczywistości grają w szachy, mogą bowiem robić tylko to, co nakaze im człowiek”. Uświadomienie sobie, na czym polega ten błąd, jest ważne, jeśli chcemy zrozumieć, w jakim sensie geny mogą „sterować” zachowaniem. Szachy komputerowe są bardzo dobrym przykładem dla zilustrowania tej kwestii, rozważę go więc pokrótce.

Komputery nie grają jeszcze w szachy tak dobrze, jak arcymistrzowie, ale osiągnęły już poziom dobrego amatora. Mówiąc ściślej, należałoby powiedzieć, że to programy osiągnęły już poziom dobrego amatora, jako że programy szachowe nie wymagają dla zademonstrowania swoich umiejętności komputera określonego typu. Na czym zatem polega rola programisty? Przede wszystkim z pewnością nie steruje on działaniem komputera krok po kroku, jak lalkarz pociągający za sznurki. To byłoby zwykłym oszustwem. Jego zadaniem jest napisanie programu i umieszczenie go w komputerze. Od tej chwili komputer jest zdany na siebie: poza wpisywaniem posunięć przeciwnika, człowiek się do jego pracy nie miesza. A może programista przewidział wszystkie możliwe układy figur i dostarczył komputerowi długą listę najwłaściwszych dla każdego układu posunięć? Z pewnością nie, ponieważ liczba możliwych układów w szachach jest tak wielka, że świat by się skończył, nim taką listę udało by się skompletować. Z tych samych powodów nie można zaprogramować komputera tak, by wypróbował „w swojej głowie” wszystkie możliwe ruchy własne i kontrposunięcia przeciwnika, zanim znajdzie zwycięską strategię. Liczba możliwych rozgrywek szachowych jest większa od liczby atomów w galaktyce. Możemy tu już zaniechać prostych, lecz nie rozwiązujących problemu, prób wyjaśnienia sposobu zaprogramowania komputera do gry w szachy. Zadanie to istotnie jest niezwykle trudne, nic więc dziwnego, że najlepsze programy nie osiągnęły jeszcze arcymistrzowskiego poziomu. [Już osiągnęły. 12 lutego 1996 roku podano informację, że wyprodukowany przez IBM komputer Deep Blue pokonał samego Kasparowa (przyp. red.).]

Rzeczywista rola programisty przypomina raczej rolę ojca, uczącego syna grać w szachy. Przekazuje on komputerowi podstawowe, stosowane w grze posunięcia, ale nie z osobna dla każdego z możliwych układów początkowych, lecz w postaci znacznie oszczędniejszej - ogólnych prawideł. Nie wyraża ich słowami, na przykład: „Goniec porusza się po przekątnej”, ale czymś, co w języku matematycznym znaczy to samo. Mówi na przykład tak (choć zapewne bardziej skrótowo): „Nowe współrzędne pozycji gońca otrzymuje się na podstawie starych współrzędnych przez dodanie do starej współrzędnej x i starej współrzędnej y stałej o tej samej wartości, choć niekoniecznie o tym samym znaku”. Może też wpisać w program pewne „rady” wyrażone tym samym matematycznym, czy raczej logicznym językiem, a równoznaczne ze wskazówkami w rodzaju „Nie zostawiaj swojego króla bez osłony”, lub użytecznymi trikami jak „widelki”, czyli zagrożenie dwóch figur jednym pionem. Szczegóły tego zagadnienia są bardzo ciekawe, ale wdawanie się w nie odwiódłoby nas zbyt daleko od tematu.

Ważne jest to, że komputer w czasie gry zdany jest na siebie i nie może oczekiwać od swojego mistrza żadnej pomocy. Programista może jedynie z góry przygotować komputer najlepiej jak potrafi, wyważając należycie równowagę między zestawem koniecznych wiadomości a wskazówkami na temat strategii i technik.

Geny również nie sterują zachowaniem swoich maszyn przetrwania bezpośrednio, jak lalkarz pociągający sznurki marionetek, ale pośrednio - jak programista komputera. Mogą jedynie wcześniej je zaprogramować; potem maszyna przetrwania zdana jest na siebie, a geny mogą tylko biernie siedzieć w jej wnętrzu. Czemu są tak bierne? Czemu nie chwycą za wodze i nie kierują nią na bieżąco? Otóż nie mogą, a to z powodu niemożności dostatecznie szybkiego reagowania na bodźce. Najlepiej to przedstawimy, posługując się kolejną analogią, wziętą tym razem z fantastyki naukowej. *A for Andromeda* Freda Hoyle'a i Johna Elliota jest powieścią ekscytującą i, jak w każdej dobrej science fiction, w książce tej przewijają się pewne ciekawe zagadnienia naukowe. O dziwo, nie wyeksponowano w niej najważniejszego z tych zagadnień. Pozostawiono to wyobraźni czytelnika. Mam nadzieję, że autorzy nie wezmą mi za złe, jeśli sformułuję je w tym miejscu.

200 lat świetlnych od nas, w konstelacji Andromedy, istnieje cywilizacja.* Zapragnęła ona rozpropagować swoją kulturę na odległe światy. Jaki jest na to najlepszy sposób? Bezpośrednia podróż nie wchodzi w grę. Prędkość światła nakłada teoretyczny górny limit na prędkość, z jaką można się przemieszczać we wszechświecie z jednego miejsca do drugiego, a względy techniczne nakładają w praktyce limity o wiele niższe. Ponadto, światów wartych odwiedzin może w końcu nie być tak wiele. Skąd wiadomo, w którym kierunku należy się udać? Lepszym sposobem na komunikowanie się z wszechświatem jest radio, jeśli bowiem dysponuje się na tyle dużą energią, by wysłać sygnały nie tylko w jednym kierunku, ale we wszystkich, można dotrzeć do bardzo wielu światów (ich liczba rośnie z kwadratem odległości, na jaką dociera sygnał). Fale radiowe biegną z prędkością światła, co oznacza, że potrzebują 200 lat, by dotrzeć z Andromedy na Ziemię. Przy takich odległościach problemem staje się brak możliwości prowadzenia konwersacji. Nawet jeśli pominąć fakt, że każda kolejna wysyłana z Ziemi wypowiedź byłaby formułowana przez ludzi odległych o dwanaście pokoleń, próba rozmowy na taką odległość byłaby czystym marnotrawstwem.

Wkrótce i my zetkniemy się ze zwiastunem tego problemu: fale radiowe potrzebują czterech minut na pokonanie odległości między Ziemią a Marsem. Nie ma żadnych wątpliwości, że astronauta będą musieli odzwyczaić się od konwersacji polegającej na szybkiej wymianie zdań, zostaną zmuszeni do wygłaszania monologów, bardziej przypominających pisanie listów niż rozmowy. Weźmy inny przykład: oto Roger Payne zwrócił uwagę, że akustyka oceanów ma pewne specyficzne własności, które sprawiają, że nadzwyczaj głośna „pieśń” niektórych wielorybów może być teoretycznie słyszana w każdym punkcie na kuli ziemskiej, o ile zwierzęta te byłyby zanurzone na określonej głębokości. Nie wiadomo, czy w rzeczywistości komunikują się ze sobą na bardzo duże dystanse, ale jeśli tak, to z pewnością są w takim samym kłopotcie, w jakim znalazłby się astronauta na Marsie. Ze względu na prędkość rozchodzenia się dźwięku w wodzie, wędrowka pieśni w poprzek Oceanu Atlantyckiego i powrót odpowiedzi trwałyby prawie dwie godziny. To mogłoby tłumaczyć fakt, iż niektóre wieloryby prowadzą nieprzerwane monologi trwające pełne osiem minut. Potem wracają do początku pieśni i powtarzają ją wiele razy, a każdy cykl trwa osiem minut.

Andromedanie z powieści robili to samo. Świadomi, że czekanie na odpowiedź nie ma sensu, wszystko, co mieli do powiedzenia, ułożyli w jeden długi, nieprzerwany przekaz, a potem nadawali go w przestrzeń raz po raz, w

cyklu kilkumiesięcznym. Jednakże ich przekaz był zupełnie inny niż przekaz wielorybów. Zawierał on zakodowane instrukcje do budowy i zaprogramowania gigantycznego komputera. Oczywiście instrukcje te nie były zapisane w żadnym ludzkim języku, ale prawie każdy kod może być złamany przez fachowego kryptologa, szczególnie jeśli twórcy kodu chcieli, by był łatwy do złamania. Przekaz ten został przechwycony przez radioteleskop w Jodrell Bank, następnie rozszyfrowano go, zbudowano komputer i uruchomiono program. Rezultaty okazały się dla ludzkości niemalże katastrofalne, ponieważ intencje Andromedan były dalekie od kosmicznego altruizmu i komputer był już na dobrej drodze do przejęcia władzy na Ziemi. Na szczęście jeden z bohaterów uporał się z nim za pomocą siekiery.

Z naszego punktu widzenia interesujące jest to, w jakim sensie można by mówić o sterowaniu zdarzeniami na Ziemi przez Andromedan. Nie mieli bezpośredniej kontroli nad kolejnymi posunięciami komputera. Po prawdzie, nie mieli nawet możliwości dowiedzenia się, że komputer został zbudowany, ponieważ informacja ta potrzebowałaby 200 lat, by do nich wrócić. Wszelkie decyzje i działania komputera były wyłącznie jego autorstwa. Do swoich twórców nie mógłby się odwołać nawet po zalecenia co do ogólnych zasad postępowania. Z powodu nieprzekraczalnej bariery 200 lat wszystkie potrzebne mu instrukcje należało zawczasu wbudować w jego program. Musiał być więc zaprogramowany bardzo podobnie do komputera szachowego, ale z większą elastycznością i zdolnością do wykorzystywania danych zebranych na miejscu. Zaprojektowany był bowiem do pracy nie tylko na Ziemi, ale w dowolnym świecie dysponującym zaawansowaną technologią, każdym spośród wielu możliwych, których warunki nie mogły być w żaden sposób Andromedanom znane.

Tak jak Andromedanie musieli mieć na Ziemi komputer, by podejmował w ich imieniu decyzje, tak nasze geny musiały zbudować mózg. Ale geny to nie tylko Andromedanie, którzy wysłali zakodowane instrukcje - one same są instrukcjami.

Tym niemniej powód, dla którego nie mogą bezpośrednio pociągać za sznurki, jest ten sam: zbyt długi czas reakcji. Działanie genów polega na kierowaniu syntezą białek. Jest to potężny środek manipulowania światem, tyle że powolny. By zbudować zarodek, potrzeba miesięcy mozolnego splatania nici białkowych. Zachowanie natomiast jest szybkie i w tym cała rzecz. Przebiega w czasie mierzonym sekundami i ułamkami sekund, a nie miesiącami. Coś zdarza się w pobliżu, sowa mignie nad głową, szelest w wysokiej trawie zdradzi łup i w ciągu milisekund układ nerwowy włącza się do akcji - jeden skurcz mięśni i ktoś uchodzi z życiem - lub je traci. Geny nie potrafią reagować tak szybko. Tak jak Andromedanie, mogą co najwyżej zbudować sobie zawczasu szybki komputer wykonawczy, a następnie zaprogramować go tyłoma regułami i „zaleceniami”, jak ma sobie radzić we wszelkich sytuacjach, ile tylko zdołają „przewidzieć”. Ale życie, jak partia szachów, oferuje zbyt wiele różnych możliwości, by dało się przewidzieć wszystkie. Geny muszą więc, jak programista szachowy, „poinstruować” swoje maszyny przetrwania co do ogólnych strategii i sztuczek rzemiosła życia, ale bez wdawania się w szczegóły.*

Jak zauważył J. Z. Young, przed genami stoi zadanie przypominające prognozowanie. Gdy budowany jest zarodek maszyny przetrwania, niebezpieczeństwa i problemy życia czekają ją dopiero w przyszłości. Któż jest w stanie powiedzieć, jacy napastnicy, za jakimi krzakami będą się na nią czaić lub jaka rączonoga zdobycz przemknie w poprzek jej drogi? Ani żaden prorok, ani żaden gen. O pewne ogólne prognozy można się jednak pokusić. Geny niedźwiedzia polarnego mogą z powodzeniem przewidywać, że przyszłość ich nie narodzonych maszyn przetrwania będzie upływać w chłodzie. Nie myślą o tym jak o przepowiedni, ponieważ w ogóle nie myślą: po prostu budują grube futrzane okrycie, gdyż to właśnie zawsze przedtem robiły w poprzednich ciałach, i tylko dzięki temu wciąż

obecne są w puli genowej. Przewidują też, że grunt będzie pokryty śniegiem, a ich przewidywanie wyraża się poprzez tworzenie futra w kolorze białym, zapewniającym kamuflaż. Gdyby klimat Arktyki zmienił się tak gwałtownie, że ni z tego, ni z owego mały niedźwiadek znalazłby się w środku pustyni tropikalnej, przewidywania genów okazałyby się błędne i poniosłyby one za to karę. Młody niedźwiędź zginąłby, a one wraz z nim.

Prognozowanie w skomplikowanym świecie jest zajęciem ryzykownym. Każda decyzja podjęta przez maszynę przetrwania jest wyzwaniem losu i w interesie genów leży takie uprzednie zaprogramowanie mózgow, by te, statystycznie rzecz biorąc, podejmowały opłacalne decyzje. Stawką w kasynie ewolucji jest przetrwanie, mówiąc ściślej - przetrwanie genu, choć w wielu przypadkach z dobrym przybliżeniem znaczy to tyle samo, co przetrwanie osobnika. Jeśli schodzisz do wodopoju, by się napić, powiększasz ryzyko, że zje cię drapieżnik, który bytuje w okolicach wodopojów, czyhając na zdobycz. Jeśli nie zejdziesz do wodopoju, umrzesz w końcu z pragnienia. Każda z wybranych dróg obciążona jest ryzykiem i musisz powziąć taką decyzję, która na dłuższą metę daje największe szanse przetrwania twoich genów. Najlepszą strategią jest, być może, powstrzymywanie się od picia i schodzenie do wodopoju wówczas, gdy jest się już bardzo spragnionym. Wtedy można napić się porządnie, tak by starczyło na długo. W ten sposób odwiedza się wodopój rzadziej, ale gdy już się pije, trzeba spędzić z pochyloną głową wiele czasu. A może najlepiej byłoby postawić na coś przeciwnego - częste picie małymi porcjami, łykanymi w przelocie szybkimi haustami wody. Wyższość jednej ze strategii gry nad innymi jest wypadkową wielu najrozmaitszych i zależnych od siebie czynników, wśród nich nie najmniejszy udział ma sposób polowania drapieżników, który też przecież wyewoluował w kierunku jak największej skuteczności. Dokonać się musi pewne wyważenie wad i zalet każdej ze strategii. Nie trzeba oczywiście zakładać, że zwierzęta dokonują obliczeń świadomie. Musimy jedynie przyjąć, że bezpośrednim skutkiem prawidłowej gry prowadzonej przez mózgi są większe szanse przetrwania osobników, których geny te mózgi zbudowały, a tym samym większe szanse rozpowszechnienia tychże genów.

Metaforę gry hazardowej możemy poprowadzić jeszcze trochę dalej. Gracz musi mieć na uwadze trzy główne czynniki: wielkość stawki, szansę i wysokość wygranej. Jeśli wygrana jest duża, gracz gotów jest ryzykować wysoką stawkę. Gracz, który ryzykuje na raz wszystko, co posiada, ma szansę wiele wygrać. Może też wiele stracić, ale statystycznie rzecz biorąc gracze o dużą stawkę nie są ani w lepszej, ani w gorszej sytuacji, niż gracze stawiający na małe wygrane i operujący małymi stawkami. Podobnie wypada porównanie między spekulacyjnymi a ostrożnymi inwestorami na giełdzie. Do pewnego stopnia rynek giełdowy byłby dla nas lepszą analogią niż kasyno, ponieważ w kasynie rozmyślnie zwiększone są szanse banku (co oznacza dokładnie tyle, że gracze o dużą stawkę statystycznie kończą jako biedniejsi niż gracze o małe stawki, a gracze o małe stawki jako biedniejsi niż ci, którzy nie grają wcale. Ale powody tego pozostają bez związku z naszą dyskusją). Jeśli pominiemy ten fakt, to zarówno gra o małą stawkę, jak i o dużą wydaje się jednakowo rozsądna. Czy wśród zwierząt są gracze grający o dużą stawkę oraz tacy, którzy grają o stawki niewielkie? W rozdziale 9 dowiemy się, że szczególnie u gatunków poligamicznych, u których samce współzawodniczą o samice, ryzykownymi graczami o dużą stawkę są do pewnego stopnia samce, natomiast samice można określić jako ostrożnych inwestorów. Przyrodniczy czytający tę książkę potrafiliby zapewne wymienić gatunki, którym należy się miano graczy grających ryzykownie o dużą stawkę, i inne gatunki, które grają ostrożniej. Powróć teraz do ogólniejszego tematu: w jaki sposób geny mogą „przewidywać” przyszłość.

Jednym z przyjętych przez geny sposobów rozwiązania problemu prognozowania dotyczącego nieprzewidywalnych środowisk jest wbudowanie zdolności do uczenia się. Program mógłby wtedy przybrać postać

takich oto instrukcji dla maszyny przetrwania: „Rzeczy zdefiniowane jako godne pożądaniami to: słodki smak, orgazm, umiarkowana temperatura, uśmiechnięte dziecko. Rzeczy nieprzyjemne to: różne rodzaje bólu, mdłości, pusty żołądek, płaczące dziecko. Jeśli zdarzy ci się zrobić coś, czego następstwem będzie jedna spośród rzeczy nieprzyjemnych, nie rób tego więcej, powtarzaj natomiast te działania, których następstwem są rzeczy pożądane”. Przewagą tego rodzaju programowania jest radykalne zmniejszenie liczby szczegółowych zasad, które należy zapisać w programie, ponadto umiejętność radzenia sobie ze zmianami w środowisku, których nie sposób dokładnie przewidzieć. Pewne jednak prognozy nie mogą podlegać modyfikacjom. W naszym przykładzie geny przewidują, że słodki smak i orgazm mają być „dobre”, ponieważ jedzenie cukru i kopulacja mogą być korzystne dla przetrwania genu. I nie jest brana pod uwagę możliwość użycia sacharyny czy masturbacji, jak również niebezpieczeństwa wynikającego z nadmiernego spożywania przez nas cukru, który obecny jest w naszym otoczeniu w nienaturalnej obfitości.

Strategie uczenia się zastosowano w niektórych programach do gry w szachy. Programy te stają się w istocie tym lepsze, im więcej rozegrają partii przeciw człowiekowi czy komputerowi. Choć i one wyposażone są w pewien repertuar reguł i taktyk, jednak w ich procedurę decyzyjną została również wbudowana słaba tendencja do odchyżeń losowych. Programy te rejestrują swoje poprzednie decyzje i po każdej wygranej partii zwiększają nieco wagę przypisywaną taktyce, która zaowocowała zwycięstwem, toteż następnym razem szanse na ponowne wybranie tej samej taktyki stają się nieco większe.

Jedną z najbardziej interesujących metod przewidywania przyszłości jest symulacja. Jeśli generał pragnie dowiedzieć się, czy określony plan działań wojskowych jest lepszy niż alternatywne plany, ma do czynienia z problemem prognostycznym. Do jego niewiadomych zaliczyć należy pogodę, morale własnych żołnierzy i możliwe przeciwdziałania nieprzyjaciela. Jeden ze sposobów sprawdzenia, czy dany plan jest dobry polega na wypróbowaniu go, ale testowanie w ten sposób wszelkich ewentualnych planów, jakie tylko uroją się w głowie, nie jest wskazane, choćby tylko z tego powodu, że liczba młodych ludzi gotowych umrzeć „za ojczyznę” jest ograniczona, a liczba możliwych planów bardzo duża. Miast w śmiertelnym boju, lepiej jest wypróbować te plany w boju pozorowanym. Na przykład w formie ćwiczeń poligonowych „Północnych” walczących z „Południowymi” ślepą amunicją, choć i to pochłania czas i wiąże się z dużymi kosztami. Gry wojenne można rozgrywać w sposób jeszcze mniej rozrzućny: ołowianymi żołnierzami i małymi czołgami na dużej mapie. Znaczną część funkcji symulacyjnych przejęły ostatnio komputery, nie tylko w strategii wojskowej, ale w tych wszystkich dziedzinach, gdzie konieczne jest prognozowanie przyszłości - w ekonomii, ekologii, socjologii i wielu innych. Technika symulacji przedstawia się w ogólnych zarysach następująco. W komputerze buduje się model pewnego aspektu rzeczywistości. Nie znaczy to, że gdy odkręcimy mu pokrywę, to zobaczymy w środku małą miniaturową makietę w kształcie symulowanego obiektu. W obszarach pamięciowych komputera szachowego nie ma „obrazu myślowego” szachownicy z rozstawionymi figurami i pionkami. Szachownica i aktualny układ pionków reprezentowana jest przez ciąg elektronicznie zakodowanych liczb. Mapa jest dla nas modelem części świata, w miniaturowej skali i spłaszczonym do dwóch wymiarów. Natomiast w komputerze mapa mogłaby być reprezentowana jako spis miast i innych obiektów, którym towarzyszą dwie liczby - ich długość i szerokość geograficzna. Forma, w jakiej komputer przechowuje w swojej głowie model rzeczywistości, nie ma jednak znaczenia pod warunkiem, że umożliwia ona operowanie, manipulowanie, dokonywanie eksperymentów i przesyłanie ich wyników ludziom w sposób dla nich zrozumiały.

Techniką symulacji można wygrywać lub przegrywać modelowe bitwy, symulowane samoloty mogą latać lub rozbijać się, gospodarki mogą rozkwitać lub popadać w ruinę. Za każdym razem cały proces odbywa się w komputerze w ułamku tego czasu, w jakim trwałby w rzeczywistości. Oczywiście są dobre i złe modele świata i nawet te dobre są tylko jego przybliżeniem, żadna symulacja nie pozwoli przewidzieć dokładnie, co się w rzeczywistości wydarzy, ale dobra symulacja jest o całe niebo lepsza od błędzenia po omacku metodą prób i błędów. Symulację można by nazwać metodą zastępczych prób i błędów, gdyby nie to, że termin ten został już dawno zastosowany przez psychologów badających szczury.

Skoro symulacja jest takim dobrym pomysłem, moglibyśmy oczekiwać, że maszyny przetrwania odkryły ją pierwsze. W końcu, na długo przedtem, nim pojawiliśmy się na scenie, wymyśliły wiele innych technik z dziedziny ludzkiej inżynierii: soczewkę skupiającą, zwierciadło paraboliczne, analizę częstotliwości fal dźwiękowych, serwomechanizm, echosondę, buforowanie napływającej informacji i niezliczoną masę innych, o długich nazwach, których nie ma potrzeby wymieniać. A co z symulacją? Przed podjęciem trudnej decyzji w sprawie, w której odgrywają rolę nieznane przyszłe parametry, przystępujesz przecież do swego rodzaju symulacji. Wyobrażasz sobie, co by się stało, gdybyś wybrał każdą z dostępnych możliwości. Budujesz w głowie model, nie całej rzeczywistości, ale ograniczonego zestawu obiektów, które według ciebie mogą mieć znaczenie. Możesz je wyraźnie zobaczyć oczami swojej duszy, możesz też widzieć i operować ich umownymi abstrakcjami. Oczywiście niemożliwe jest umieszczenie gdzieś w twoim mózgu rzeczywistego przestrzennego modelu zdarzeń, które sobie wyobrażasz. Jednak szczegóły reprezentacji w twoim mózgu modelu świata są, tak jak i w przypadku komputera, mniej istotne od samego faktu, że dzięki temu jesteś zdolny do przewidywania na jego podstawie ewentualnych zdarzeń. Maszyny przetrwania, które potrafią symulować przyszłość, są o jeden krok do przodu od maszyn przetrwania, które potrafią się uczyć tylko metodą rzeczywistych prób i błędów. Rzeczywista próba zabiera bowiem czas i energię, a rzeczywisty błąd bywa na ogół fatalny w skutkach. Symulacja jest przeto i bezpieczniejsza, i szybsza.

Szczyt, do jakiego dotarła ewolucja zdolności do symulacji, to, jak się wydaje, pojawienie się samoświadomości. Fakt ten jest dla mnie najgłębszą tajemnicą, z jaką styka się współczesna biologia. Nie ma powodu zakładać, że komputery elektroniczne są świadome, kiedy dokonują symulacji, choć musimy przyznać, że w przyszłości mogą osiągnąć ten stan. Być może, świadomość pojawia się wtedy, gdy symulacja rzeczywistości przeprowadzana przez mózg staje się tak pełna, że zawiera w sobie również model samego mózgu.* Naturalnie ciało maszyny przetrwania wraz ze wszystkimi jego członkami musi stanowić istotną część symulowanego świata; zapewne z tych samych powodów częścią tego świata powinna być także sama symulacja. Można by to inaczej nazwać „świadomością własnego istnienia”, nie uważam jednak powyższego wyjaśnienia ewolucji świadomości za w pełni satysfakcjonujące, między innymi dlatego, że zastosowano w niej regresję *ad infinitum* - jeśli istnieje model modelu, to czemu nie stworzyć modelu modelu modelu...?

Jakiegokolwiek by były problemy natury filozoficznej wiążące się ze świadomością, w naszej opowieści będziemy ją uważać za kulminację trendu ewolucyjnego, który zmierza ku wyzwoleniu się maszyn przetrwania w podejmowanych decyzjach spod przemożnej władzy swoich panów - genów. Mózgi są nie tylko odpowiedzialne za codzienne prowadzenie interesów maszyn przetrwania, nabyły również umiejętności przewidywania przyszłości i podejmowania działań podyktowanych jego wynikami. Mają nawet dość siły, by zbuntować się przeciw tyranii genów, odmawiając na przykład posiadania tyłu dzieci, ile tylko są w stanie spłodzić. Pod tym jednak względem

człowiek, jak się przekonamy, jest przypadkiem wyjątkowym.

Co to wszystko ma wspólnego z altruizmem i egoizmem? Próbuję przedstawić pewną myśl, głoszącą, że zachowanie się zwierząt, obojętne - altruistyczne czy egoistyczne, jest pod kontrolą genów, wprawdzie pośrednią, ale wciąż bardzo skuteczną. Narzucając sposób budowy maszyn przetrwania wraz z ich układem nerwowym, geny niepodzielnie władają zachowaniem. Podejmowanie bieżących decyzji jest natomiast zadaniem układu nerwowego. Geny wytyczają główne kierunki polityki, mózgi wcielają ją w życie. Ale w miarę rozwoju mózgi brały na siebie coraz więcej faktycznych decyzji politycznych, stosując do tego celu takie sztuczki, jak uczenie się i symulacja. Logicznym punktem docelowym tego trendu, nie osiągniętym jeszcze przez żaden z gatunków, byłoby obdarzenie maszyn przetrwania przez geny jedną generalną wytyczną: róbcie wszystko, co jest według was najlepsze dla utrzymania nas przy życiu.

Analogie do komputerów i do decyzji podejmowanych przez człowieka są bardzo sugestywne. Ale pora zejść na ziemię i nie zapominać, że ewolucja w rzeczywistości postępuje krok za krokiem, dzięki zróżnicowanej przeżywalności genów w puli genowej. By więc mógł wyewoluować pewien wzorec zachowania - czy to altruistyczny, czy egoistyczny - gen „na” ten właśnie rodzaj zachowania powinien z większym powodzeniem utrzymywać się w puli genów niż jego rywal - allel „na” zachowanie innego typu. Pojęciem „genu na zachowanie altruistyczne” określam każdy gen, który w taki sposób wpływa na kształtowanie się układów nerwowych, by te skłonne były do zachowań altruistycznych.* Czy są jakieś dowody eksperymentalne na dziedziczenie zachowań altruistycznych? Nie ma, lecz nic w tym dziwnego, gdyż w dziedzinie genetycznych uwarunkowań zachowania działośo dotychczas bardzo niewiele. Pozwólcie, że opowiem miast tego o studiach nad pewnym wzorcem zachowania, który akurat nie jest ewidentnie altruistyczny, jest za to dość interesujący poprzez swoją złożoność. Posłuży nam jako model dla przedstawienia sposobu, w jaki mogłyby być dziedziczone zachowania altruistyczne.

Pszczoły chorują na chorobę zakaźną, zwaną zgnilcem. Atakuje ona larwy w komórkach plastra. Wśród udomowionych ras pszczelich ryzyko zapadnięcia na tę chorobę jest u niektórych ras większe niż u innych i, jak się okazuje, różnica między szczepami - przynajmniej w niektórych przypadkach - przejawia się na poziomie behawioralnym. Istnieją szczepy zwane higienicznymi, które szybko opanowują epidemię, lokalizując zakażone larwy, a następnie wydobywając je z komórek i wyrzucając z ula. Inne szczepy nie praktykują tej dzieciobójczej higieny i te podatne są na chorobę. Zachowanie zaangażowane bezpośrednio w zabiegi higieniczne jest dość złożone. Robotnice muszą zlokalizować komórkę z zakażoną larwą, usunąć z komórki woskową pokrywę, wyciągnąć larwę, przeciągnąć ją przez wejście do ula i zrzucić na stertę śmieci.

Prowadzenie eksperymentów genetycznych na pszczołach jest z wielu powodów sprawą skomplikowaną. Robotnice z reguły się nie rozmnażają, krzyżuje się więc królową jednego szczepu z trutniem (czyli samcem) wywodzącym się z innego, a następnie obserwuje się zachowanie potomnych robotnic.

Tym właśnie zajmował się W. C. Rothenbuhler. Stwierdził on, że w pierwszym pokoleniu mieszańców wszystkie roje były niehigieniczne: ta cecha ich higienicznego rodzica wydawała się być tracona, choć, jak się później wyjaśniło, geny na higieniczność wciąż były obecne, ale okazały się być recesywne, tak jak geny na niebieskie oczy u człowieka. Gdy Rothenbuhler skrzyżował wstecznie mieszańce pierwszego pokolenia z czystym szczepem higienicznym (znów oczywiście biorąc królowe i trutnie), otrzymał przepiękny rezultat. Wśród potomnych rojów dało się wyróżnić trzy grupy. Jedna z grup demonstrowała pełny zestaw zachowań higienicznych, druga nie

wykazywała ich w ogóle, trzecia natomiast zatrzymywała się w pół drogi. W grupie tej robotnice otwierały woskowe komórki z chorymi larwami, ale nie wyrzucały larw z ula. Rothenbuhler podejrzewał, że mogą istnieć dwa osobne geny, jeden na otwieranie komórek, a drugi na wyrzucanie larw. W pełni higieniczne szczepy miały zarówno jeden, jak i drugi gen, natomiast szczepy podatne miały konkurujące allele ich obu. Mieszance, które zatrzymywały się w pół drogi, przypuszczalnie miały (w podwójnej dawce) gen na otwieranie komórek, ale żadnego genu na wyrzucanie. Rothenbuhler domyślał się, że grupa pozornie całkowicie niehigienicznych pszczoł mogła ukrywać podgrupę mającą gen na wyrzucanie, którego efekt nie mógł się przejawiać z powodu braku genu na otwieranie. Potwierdził to bardzo eleganckim eksperymentem, w którym usunął pokrywy komórek osobiście. Rzeczywiście, połowa spośród pozornie niehigienicznych pszczoł zaczęła w efekcie przejawiać całkowicie normalny behavior wyrzucania.*

Historia ta ilustruje wiele istotnych kwestii, które pojawiły się w poprzednim rozdziale. Pokazuje, że nawet jeśli nie mamy najbłedszego pojęcia na temat procesów chemicznych, które zachodzą w okresie zarodkowym, a których łańcuch wiąże gen z odpowiadającym mu zachowaniem, mówienie o „genie na takie-to-a-takie-zachowanie” jest jak najbardziej na miejscu. Mogłoby się okazać, że w tym łańcuchu przyczynowo-skutkowym obecny jest również proces uczenia się. Gen na otwieranie mógłby na przykład wywierać swój wpływ poprzez wywoływanie w pszczołach pociągu do zainfekowanego wosku. Zjadanie pokryw woskowych na zakażonych komórkach odbiorą wtedy jako nagrodę i będą skłonne powtarzać tę czynność. Nawet gdyby mechanizm działania genu był właśnie taki, to wciąż pozostanie on genem „na otwieranie”, o ile pszczoły mające ten gen będą otwierać komórki, a pszczoły, którym go brak, lecz poza tym identyczne, otwierać komórek nie będą.

Historia ta dodatkowo ilustruje zjawisko „współpracy” genów w wywieranych przez nie oddziaływaniach na zachowania wspólnej maszyny przetrwania. Gen na wyrzucanie jest bezużyteczny, jeśli nie towarzyszy mu gen na otwieranie i odwrotnie. Eksperymenty genetyczne pokazują jednak równie jasno, że w swojej podróży poprzez pokolenia geny te są w zasadzie całkowicie odrębne. Będąc jednym zespołem współpracującym przy wypełnianiu użytecznej funkcji, jako replikujące się geny są dwoma wolnymi i niezależnymi elementami.

W naszych rozważaniach nieraz zmuszeni będziemy do spekulacji na temat genów „na” wszelkie rodzaje najbardziej nieprawdopodobnych cech. Jeśli uznasz, że odbiegam zbyt od rzeczywistości, mówiąc na przykład o hipotetycznym genie „na ratowanie tonących towarzyszy”, wspomnij historię higienicznych pszczoł. Miej na uwadze, że nie mamy na myśli genu jako jedynego pierwotnego sprawcy wszystkich tych złożonych skurczów mięśni, przetwarzania danych od narządów zmysłów, czy wręcz świadomych decyzji, które biorą udział w ratowaniu tonącego. Nie wypowiadamy się w kwestii: czy uczenie się, doświadczenie czy wpływy środowiskowe uczestniczą w rozwoju tego zachowania. Trzeba jedynie przystać na to, że pod wpływem jakiegoś jednego genu osobnik jest bardziej skłonny do ratowania tonącego niż pod wpływem jego konkurencyjnego allelu, przy założeniu identyczności pozostałych czynników i w obecności innych istotnych genów i czynników środowiskowych. Różnica między tymi genami może się w gruncie rzeczy sprowadzać do drobnej różnicy pod względem jakiejś prostej zmiennej ilościowej. Jednak szczegóły procesu rozwoju zarodkowego, które niewątpliwie mogą być interesujące, dla rozważań ewolucyjnych są nieistotne. Stanowisko Konrada Lorenza nie pozostawia w tej kwestii żadnych niejasności.

Geny są mistrzami programowania, gdyż programują, aby przeżyć. Ich programy osądzane są według sukcesów w radzeniu sobie we wszelkich niebezpieczeństwach, na jakie życie naraża, ich maszyny przetrwania, a

rezultatem jest surowy wyrok sądu przetrwania. W dalszej części książki zajmiemy się zagadnieniem, w jaki sposób zachowanie, które wydaje się być altruistyczne, może sprzyjać przetrwaniu genu. Jednak oczywistym celem nadrzędnym maszyny przetrwania i jej mózgu podejmującego decyzje jest przetrwanie osobnika i rozmnażanie. Wszystkie geny „kolonii” byłyby zgodne w wyborze tych priorytetów. Toteż zwierzęta starają się wszelkimi sposobami znaleźć i schwytać pożywienie; nie dać się samemu schwytać i pożyć; unikać chorób i wypadków; chronić się przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi; znaleźć przedstawiciela płci przeciwnej, nakłonić go do kopulacji i przekazać potomstwu swoje korzystne cechy. Przykłady są tutaj zbędne, lecz jeśli jakiś jest ci potrzebny, wystarczy, że przyjrzesz się uważnie pierwszemu napotkanemu dziemu zwierzęciu. Chcę jednak wspomnieć o jednym szczególnym typie zachowań, ponieważ znów będziemy się musieli do niego odnieść, gdy przyjdzie kolej na omawianie altruizmu i egoizmu. Zachowania te można określić szeroko rozumianym pojęciem „komunikacji”.*

O tym, że jedna maszyna przetrwania skomunikowała się z inną, możemy powiedzieć wtedy, gdy wywrze wpływ na jej zachowanie lub stan jej układu nerwowego. Nie upierałbym się zbyt przy tak sformułowanej definicji, jednak w danej chwili jest ona wystarczająco dobra. Przez wpływ rozumiem tutaj bezpośrednio oddziaływanie sprawcze. Przykłady komunikacji są bardzo liczne: śpiew ptaków, rechot żab, ćwierkanie świerszczy, merdanie ogonem i jeżenie sierści na karku u psa, „szczyrzenie zębów” u szympansów, gestykulacja i język u człowieka. Wiele działań maszyn przetrwania służy dobru ich genów w sposób pośredni - poprzez wpływ na zachowanie innych maszyn przetrwania. Zwierzęta dokładają wielkich starań, by komunikowanie się uczynić jak najskuteczniejszym. Śpiew ptaków zachwycał i uwodził kolejne pokolenia ludzi. Wspominałem już o pieśni wieloryba humbaka, czyli długopłetwca, jeszcze bardziej niezwyklej i tajemniczej, o kolosalnym zasięgu, której częstotliwości wykraczają poza zasięg słyszenia ludzkiego ucha - od infradźwiękowych dudnień do ultradźwiękowych pisków. Turkucie podjadki wzmacniają donośność swojej pieśni, śpiewając z głębi starannie wykopanej norki ukształtowanej tak jak wyprofilowana wykładniczo tuba lub megafon. Pszczoły tańczą w ciemności, by dostarczyć innym pszczołom dokładnych informacji na temat kierunku i odległości, w jakiej znajduje się pożywienie - osiągnięcie komunikacyjne, które przewyższył jedynie ludzki język.

Etologowie tradycyjnie uważali, że ewolucja sygnałów komunikacyjnych służyła wzajemnemu dobru, zarówno nadawcy, jak i odbiorcy. Na przykład kurczęta wpływają na zachowanie swojej matki przeraźliwie piszcząc, gdy się zgubią lub gdy jest im zimno. Skutkiem tego jest zwykle natychmiastowe zjawienie się kwoki, która przyprowadza pisklę z powrotem do stadka. Mówiąc o obopólnych korzyściach wynikających z pojawienia się tego zachowania, mamy na myśli to, że dobór naturalny preferował kurczęta piszczące, gdy się zgubią, jak również kwoki, które odpowiednio na pisk reagowały.

Jeśli chcemy (choć nie jest to tak naprawdę konieczne), możemy przyjąć, że tego typu sygnały są w jakiś sposób znaczące, czyli że niosą informację - w tym przypadku: „Zgubiłem się”. Wydawany zaś przez małe ptaki okrzyk ostrzegawczy, o którym wspominałem w rozdziale 1, niósłby informację: „Uwaga, jastrząb”. Zwierzęta, do których dotrze ta informacja i które odpowiednio na nią zareagują, korzystają na tym. Toteż informacja ta może zostać uznana za prawdziwą. Lecz czy zwierzęta przekazują kiedykolwiek informacje fałszywe, czy kiedykolwiek kłamią?

Twierdzenie, że zwierzę zdolne jest do kłamstwa, mogłoby być błędnie zrozumiane, muszę więc temu

zapobiec. Przypomina mi się wykład wygłoszony przez Beatrice i Allena Gardnerów na temat ich sławnej „mówiącej” szympanscy Washoe (używa amerykańskiego języka migowego - Ameslan, a jej osiągnięcia mogą być bardzo interesujące dla językoznawców). Wśród słuchaczy było kilku filozofów i w czasie dyskusji po wykładzie zaabsorbował ich głównie problem, czy Washoe mogłaby kłamać. Gardnerowie pomyśleli sobie, jak podejrzewam, że istnieją bardziej interesujące problemy do poruszenia w dyskusji, sam zresztą uważałem tak samo. W tej książce słów „oszukiwać” i „kłamać” używam w znacznie prostszym rozumieniu, niż czynili to wspomniani filozofowie. Ich interesowała świadoma intencja, by oszukać, ja zaś mówię o osiągnięciu skutku pod względem funkcjonalnym równoważnego oszustwu. Gdyby ptak użył sygnału: „Uwaga jastrząb”, choć w pobliżu żadnego jastrzębia nie było, po to tylko, by odstraszyć towarzyszy i zjeść porzucone przez nich jedzenie, mielibyśmy prawo twierdzić, że skłamał. Nie znaczyłyby to, że rozmyślnie i świadomie chciał oszukać, a jedynie, że zdobył pożywienie kosztem innych ptaków, one zaś odleciały, reagując na okrzyk kłamcy, co w sytuacji pojawienia się jastrzębia byłoby zachowaniem jak najbardziej prawidłowym.

Wiele jadalnych owadów, takich jak wzmiankowane w poprzednim rozdziale motyle, znajduje ochronę, naśladowując wyglądem zewnętrznym inne owady - niesmaczne lub żądłące. Sami często błędnie bierzemy ubarwione w czarno-żółte prążki bzygi za osy. Niektóre muchy udające pszczoły są w swoim oszustwie jeszcze doskonalsze. Drapieżniki też kłamią. Żabnica, czyli *nawęd*, czeka cierpliwie na dnie morza, starając się nie różnić od tła. Jediną widoczną częścią jej ciała jest wijący się jak robak mięsisty wyrostek na końcu długiej „wędki” wystającej ze szczytu głowy. Kiedy podpływa zdobycz w postaci małej rybki, żabnica kusi ją wabikiem w pobliże swojej zamaskowanej paszczy. W pewnym momencie gwałtownie otwiera szczęki, skutkiem czego mała rybka zostaje wessana i zjedzona. Żabnica kłamie, wykorzystując przy tym skłonność małych rybek do podpływania do wijących się robakowatych obiektów. Mówi: „Tu jest robak” i każda rybka, która „uwierzy” w to kłamstwo, rychło kończy w jej paszczy.

Istnieją również maszyny przetrwania, które wykorzystują popęd płciowy innych maszyn. Wiele gatunków storczyków ma kwiaty, których kształt ładnie przypomina samice pszczoły, co prowokuje pszczelego samca do kopulacji. W wyniku tego oszustwa orchidea zostaje zapylona, ponieważ pszczoła - omamiona przez dwie orchidee - mimochodem przeniesie pyłek z jednej na drugą. Świetliki (należące do chrząszczy) przyciągają partnerów błyskając do nich światłem. Każdy gatunek ma charakterystyczny dla siebie kod rozpoznawczy, który zapobiega omyłkowemu kojarzeniu międzygatunkowemu i jego szkodliwym następstwom, jakimi byłyby mieszańce. Robaczki świętojańskie, jak marynarze wypatrujący znanych sobie sekwencji błysków określonych latarni morskich, podążają w stronę światła migającego we właściwy dla własnego gatunku sposób. Samice świetlika rodzaju *Photuris* „odkryły”, że imitowanie kodu rozpoznawczego samicy *Photinus* przywabia samca rodzaju *Photinus*. Zwabiają go więc, a gdy zwiedziony kłamstwem samiec *Photinus* się zbliży, zostaje bez dalszych ceregieli pożarty przez samicę *Photuris*. Na myśl przychodzi analogia do chóru Syren i do Lorelei, ale Kornwalijszczyki pomyśleliby raczej o dawnych wrakarzach, którzy, posługując się latarniami, zwodzili statki z kursu na skały, po czym plądrowali wysypujący się z wraków ładunek.

Gdy tylko powstanie jakiś system komunikacyjny, zawsze istnieje niebezpieczeństwo, że ktoś wykorzysta go do swoich celów. Wykształceni w duchu ewolucji widzianej z perspektywy „dobra gatunku”, w pierwszej chwili szukamy kłamców i oszustów w przedstawicielach innych gatunków: drapieżników, ofiar, pasożytów itd. Musimy

być jednak przygotowani na to, że kłamstwa, oszustwa i samolubna eksploatacja zachowań związanych z komunikowaniem się będą się pojawiać zawsze wtedy, gdy mamy do czynienia z rozbieżnością interesów genów różnych osobników. Dotyczy to również osobników tego samego gatunku. Jak się przekonamy, musimy być nawet przygotowani na to, że dzieci będą oszukiwać swoich rodziców, mąż swoją żonę, a brat będzie kłamał bratu.

Nawet przekonanie, że sygnały porozumiewawcze zwierząt powstały początkowo ku obopólnemu pożytkowi, a dopiero potem zaczęły być wykorzystywane przez wrogie sobie strony, wydaje się zbyt prostoduszne. Równie możliwe jest, iż wszelkie porozumiewanie się zwierząt zawierało w sobie element oszustwa od samego początku, ponieważ interakcje między zwierzętami zawsze wiążą się, choćby w niewielkim stopniu, z konfliktem interesów. Następny rozdział zapoznaje nas z bardzo przekonującym, ewolucyjnym ujęciem kwestii konfliktu interesów.

ROZDZIAŁ 5

AGRESJA: STABILNOŚĆ A SAMOLUBNA MASZYNA

Rozdział ten poświęcony będzie głównie agresji - tematowi, który jest źródłem wielu nieporozumień. W dalszym ciągu rozpatrywać będziemy osobnika jako samolubną maszynę, zaprogramowaną, by działała możliwie jak najlepiej dla dobra wszystkich swoich genów. Język ten jest bowiem wygodniejszy. Do języka pojedynczych genów powrócimy przy końcu rozdziału.

Dla danej maszyny przetrwania inna maszyna (o ile nie jest jej dzieckiem lub innym bliskim krewnym) stanowi część środowiska, podobnie jak skała, rzeka czy kęs pożywienia. Jest czymś, co staje na drodze, lub czymś, z czego można czerpać korzyści. Od skały czy rzeki różni się wszakże pod jednym istotnym względem: jest zdolna do odwetu. Jest przecież również maszyną, która przechowuje dla przyszłych pokoleń swoje nieśmiertelne geny i ona także dla ich ochrony nie cofnie się przed niczym. Dobór naturalny preferuje te geny, które sprawiają, że ich maszyny przetrwania wykorzystują w jak najlepszym stopniu otaczające środowisko. Wykorzystują też – robiąc z nich najlepszy możliwy użytek - inne maszyny przetrwania, zarówno należące do tego samego, jak i do innych gatunków.

W niektórych przypadkach maszyny przetrwania zdają się zbytnio nie ingerować nawzajem w swoje życie. Kreta i, powiedzmy, kosa ani się nawzajem nie zjadają, ani nie kojarzą między sobą w pary, ani nie współzawodniczą o przestrzeń życiową. Lecz nawet w takim przypadku nie powinniśmy ich traktować jak gatunków całkiem od siebie odizolowanych. Mogą przecież jednak o coś konkurować, chociażby o dżdżownice. Nie znaczy to, że możemy kiedykolwiek ujrzeć kreta i kosa, jak ciągną z dwóch stron tego samego robaka. W rzeczywistości kosa może w swoim życiu nie spotkać kreta ani razu. Gdyby jednak doszczętnie zlikwidować populację kretów, wpływ tej operacji na populację kosów mógłby być bardzo poważny, choć nie zaryzykowałbym domysłów, na czym konkretnie miałby polegać ani za pośrednictwem jakich zawiłych współzależności miałby się przejawiać.

Maszyny przetrwania należące do różnych gatunków wpływają na siebie na rozmaite sposoby. Mogą być łowcami lub ofiarami, pasożytami lub gospodarzami; mogą też konkurować o te same, trudne do zdobycia zasoby. Mogą być wykorzystywane w najrozmaitszy sposób, jak na przykład pszczoły będące dla kwiatów transporterem pyłku.

Maszyny przetrwania należące do tego samego gatunku mogą ingerować nawzajem w swoje życie w sposób bardziej bezpośredni. Składają się na to różne przyczyny. Po pierwsze, połowa populacji własnego gatunku to potencjalni partnerzy seksualni, a potem potencjalni rodzice, których ciężką pracę przy wychowywaniu wspólnych dzieci można będzie wykorzystać. Ponadto, z racji bliskiego wzajemnego podobieństwa, członkowie tego samego gatunku, będąc maszynami dbającymi o zachowanie swoich genów w tych samych środowiskach i prowadząc ten sam tryb życia, szczególnie silnie rywalizują o wszelkie niezbędne im do życia dobra. Kret może być dla kosa rywalem, nie tak jednak ważnym, jak inny kos. Kreta mogą rywalizować z kosami o dżdżownice, ale kosa konkuruje z innymi kosami zarówno o pokarm, jak i o wszelkie inne dobra. Jeśli są tej samej płci, mogą konkurować także o partnerów seksualnych. Dla przyczyn, które niebawem poznamy, na ogół to samce współzawodniczą ze sobą o samice. Oznacza to, że samiec, który działa na szkodę innego samca - swojego konkurenta - działa tym samym dla dobra swoich własnych genów.

Sensowną regułą postępowania maszyny przetrwania wydawałoby się więc wymordowanie rywali, a potem - najlepiej – ich zjedzenie. Jednakże, choć morderstwa i kanibalizm występują w przyrodzie, nie są jednak tak częste, jak to przewiduje naiwna interpretacja teorii samolubnego genu. Konrad Lorenz w książce *Tak zwane zło* zwraca uwagę na powściągliwość i dżentelmeńską naturę walk zwierzęcych. Ich cechą wartą odnotowania było dla niego to, że podobnie jak w boksie czy szermierce, walki te przyjmują postać turniejów, odbywanych według pewnych zasad. Zwierzęta walczą w rękawicach i stępienymi floretami. Miejsce śmiertelnego boju zajmują pogrózki i gra pozorów. Gesty poddania ze strony pokonanych rozpoznawane są przez zwycięzców i powstrzymują ich przed zadaniem śmiertelnego ciosu czy ukąszenia - całkiem inaczej, niż przewiduje nasza naiwna interpretacja.

Pogląd, że agresja zwierzęca jest utemperowana i sformalizowana, może być kwestionowany. Z pewnością błędne jest zwłaszcza uznawanie naszego biednego *Homo sapiens* za jedyny gatunek zabijający swoich pobratymców, za jedynego dziedzica piętka Kaina, i wysuwanie podobnych, melodramatycznie brzmiących oskarżeń. To, czy przyrodnik zwraca uwagę na gwałtowność, czy raczej umiarkowanie agresji zwierząt, zależy między innymi od tego, z jakimi zwierzętami miał najczęściej do czynienia, a w pewnym stopniu także od jego ewolucyjnego nastawienia - tak się składa, że Lorenz jest akurat zwolennikiem idei „dobra gatunku”. Niemniej pewne utemperowanie walk zwierzęcych wydaje się przynajmniej częściowo faktem, nawet jeśli doszukiwanie się w nich cech zrytualizowanych turniejów uznamy za przesadę. W pierwszej chwili może nam się ono jawić jako pewna odmiana altruizmu. Przed teorią samolubnego genu stoi więc trudne zadanie wytłumaczenia tego faktu. Czemuż to zwierzęta nie starają się ze wszystkich sił i przy każdej nadarzającej się okazji zabić rywali należących do własnego gatunku?

Otóż, mówiąc najogólniej, niepohamowana agresja przynosi korzyści, ale również kosztuje, a w grę wchodzi nie tylko te najbardziej oczywiste koszty w postaci straconego czasu i energii. Przypuśćmy na przykład, że zarówno B, jak i C są moimi rywalami, a ja spotkałem akurat B. Z mojego - samolubnej jednostki - punktu widzenia rozsądne wydać by się mogło podjęcie próby zabicia go. Czyżby? Przecież C jest również moim rywalem i jest on także rywalem B. Zabicie przeze mnie B byłoby dla C korzystnym obrotem sprawy, gdyż usunąłbym jednego z jego rywali. Chyba lepiej zrobię, zostawiając B przy życiu: wtedy będzie on mógł konkurować i walczyć z C, tym samym pośrednio przysparzając mi korzyści. A zatem nie ma oczywistego pożytku z prób zabijania rywali przy każdej nadarzającej się okazji - oto morał z tego prostego, hipotetycznego przykładu. W dużym i skomplikowanym systemie rywalizacji usunięcie jednego konkurenta ze sceny niekoniecznie musi przynieść jakąkolwiek korzyść. To raczej inni rywale, a nie sam zabójca, mogą na tym skorzystać. Taką właśnie przykrą lekcję otrzymali specjaliści od tępienia szkodników upraw. Gdy ma się do czynienia z groźnym szkodnikiem upraw i znajduje się dobry sposób na jego zlikwidowanie, radośnie przystępuje się do dzieła po to tylko, by wkrótce przekonać się, że na likwidacji danego szkodnika bardziej niż nasza plantacja skorzystał inny szkodnik i sytuacja tylko się pogorszyła.

Mimo to sensowne mogłoby się wydawać zabijanie lub przynajmniej podejmowanie walk w sposób wybiórczy, tylko z niektórymi rywalami. Jeśli B jest słoniem morskim, posiadaczem wielkiego haremu samic, i jeśli ja - będąc innym słoniem morskim - mógłbym zabijając go przejąć jego harem, czyn ten wydawałby się z mojej strony roztropny. Ale nawet wybiórcza agresja niesie z sobą koszty i ryzyko. Dla B korzystne będzie stawienie czoła i obrona swojej cennej własności. Jeśli rozpocznę walkę, moje szanse śmierci w jej wyniku są równe jego szansom, a może nawet większe. Jest on w posiadaniu wartościowego dobra, o które właśnie chcę z nim walczyć. Lecz przecież

nie bez powodu jest jego posiadaczem. Zapewne zdobył je w walce. Przypuszczalnie odnosił już zwycięstwa z innymi, którzy wcześniej niż ja stawali z nim do walki. Z pewnością umie się bić. A jeśli wygram walkę i zdobędę harem, ale z boju wyjdę tak bardzo poturbowany, że nie będę mógł cieszyć się jego rezultatem? Ponadto w walce traci się czas i energię, które na razie może lepiej byłoby oszczędzić. Jeśli skupię się teraz na zdobywaniu pokarmu i będę się trzymał z dala od kłopotów, stanę się większy i silniejszy. Prędzej czy później podejmę z nim walkę o harem, ale jeśli odłożę to na później, będę miał większe szanse na ewentualną wygraną, niż gdybym zaatakował od razu.

Przedstawiłem ten monolog wewnętrzny po to jedynie, by wykazać, że decyzja o ewentualnym podjęciu walki teoretycznie powinna być poprzedzona złożoną, choć nieświadomą, analizą „zysków i strat”. Bez wątplenia pewne potencjalne korzyści przemawiają za podjęciem walki, niemniej jednak z pewnością nie wszystkie. Także i w czasie walki każda decyzja taktyczna o jej zaostrzeniu czy złagodzeniu niesie ze sobą zarówno zyski, jak i straty, które mogą być poddane analizie. Etologowie od dawna zdawali sobie z tego sprawę, ale potrzeba było J. Maynarda Smitha, powszechnie nie zaliczanego do grona etologów, by myśl ta wypowiedziana została dobitnie i jasno. Nawiązawszy współpracę z G. R. Pricem i G. A. Parkerem, posłużył się w tym celu gałęzią matematyki, zwaną teorią gier. Ich klarowne wywody da się wyrazić bez uciekania się do symboli matematycznych, choć tracą wówczas nieco na ścisłości.

Kluczowym pojęciem wprowadzonym przez Maynarda Smitha jest pojęcie „strategii ewolucyjnie stabilnej”, które sięga korzeniami idei W. D. Hamiltona i R. H. MacArthura. „Strategia” jest zaprogramowanym uprzednio zbiorem zachowań. Strategią jest na przykład: „Zaatakuj przeciwnika; jeśli zacznie uciekać - ścigaj go; jeśli i on zaatakuje w odwecie - uciekaj”. Ważne jest przy tym, byśmy mieli na uwadze, że strategii nie należy traktować jako świadomie wypracowanej przez danego osobnika. Pamiętajmy, że stworzyliśmy obraz zwierzęcia podobnego do robota przetrwania, sterowanego komputerem zaprogramowanym uprzednio do kierowania ruchami mięśni. Opisanie strategii zestawem kilku prostych poleceń sformułowanych w języku polskim ułatwia nam jedynie uzmysłowienie jej sobie. Zwierzę zachowuje się tak, jakby stosowało się do tych instrukcji, choć mechanizm, dzięki któremu tak się dzieje, pozostaje nie sprecyzowany.

Strategię ewolucyjnie stabilną definiuje się jako taką strategię, której od momentu gdy zostanie przyjęta przez większość członków populacji, nie jest w stanie wyprzeć żadna inna strategia alternatywna.* Jest to myśl bardzo finezyjna i ważka. Innymi słowy to, jaka strategia jest najlepsza dla pojedynczego osobnika, zależy od tego, co robi większość populacji. Skoro całość populacji składa się z osobników, z których każdy stara się zmaksymalizować swój własny sukces, jedyną strategią, jaka się utrzyma, będzie ta, której od momentu jej ukształtowania się nie będzie mógł prześcignąć żaden odbiegający od normy osobnik. W następstwie zmian środowiskowych na dużą skalę może się pojawić krótki okres ewolucyjnej niestabilności, być może, nawet oscylacje w populacji. Lecz gdy ustali się w niej strategia ewolucyjnie stabilna, populacja będzie przy niej trwać, gdyż dobór będzie eliminował wszelkie od niej odstępstwa.

By posłużyć się tą koncepcją w rozważaniach na temat agresji, zanalizujmy jeden z najprostszych hipotetycznych przypadków przedstawionych przez Maynarda Smitha. Przypuśćmy, że w populacji pewnego gatunku istnieją tylko dwa typy strategii walki, strategia jastrzębia i gołębia. (Nazwy te pochodzą z ludzkiej symboliki i nie określają rzeczywistych zwyczajów tych ptaków - gołębie są w rzeczywistości ptakami dość

agresywnymi). Każdy osobnik w naszej hipotetycznej populacji zaklasyfikowany jest jako jastrząb albo gołąb. Jastrzębie walczą tak srogo i bezpardonowo, jak tylko potrafią, wycofując się jedynie wtedy, gdy są ciężko ranne. Gołębie zaś ograniczają się do grózb wyrażanych z umiarem i w stereotypowy sposób, nigdy nikogo nie raniąc. Gdy jastrząb staje do walki z gołębiem, ten od razu ucieka, a więc nie zostaje zraniony. Gdy jastrząb walczy z jastrzębiem, walka trwa tak długo, aż jeden z nich zostanie ciężko ranny lub zginie. Gdy gołąb spotka gołębia, żaden z nich nie zostaje ranny. Będą przybierać wobec siebie groźne pozy tak długo, dopóki jeden z nich się nie wycofa na skutek zmęczenia lub uznawszy, że nie warto sobie tym dłużej zawracać głowy. Przyjmijmy przez chwilę, że osobnik nie ma możliwości wcześniejszego ustalenia, czy dany rywal jest jastrzębiem, czy gołębiem. Dowiaduje się o tym w czasie walki, a poprzednich starć z danymi osobnikami, które mogłyby być dla niego wskazówką, nie pamięta.

Posługując się czysto umownymi kryteriami, współzawodnikom przyznawać będziemy punkty. Powiedzmy 50 punktów za wygraną, 0 za przegraną, -100 za ciężkie zranienie i -10 za marnowanie czasu w długim starciu. Punkty te są wprost wymienialne na walutę przetrwania genu. Osobnik, który uzbiera dużo punktów i osiąga wysoki przeciętny „zysk”, pozostawia po sobie wiele genów w puli genowej. Rzeczywiste wartości liczbowe, o ile mieszczą się w rozsądnych granicach, nie są w naszej analizie istotne, pomagają nam jedynie w rozważaniu problemu.

Ważne jest to, że nie interesuje nas, czy jastrzębie będą wygrywać w starciach z gołębiami. Odpowiedź na to pytanie już znamy: jastrzębie wygrywają zawsze. Chcemy natomiast wiedzieć, która ze strategii, jastrzębia czy gołębia, jest ewolucyjnie stabilna. Jeśli jedna z nich jest stabilna, a druga nie, należy oczekiwać wyewoluowania tej pierwszej. Jest teoretycznie możliwe istnienie dwóch strategii ewolucyjnie stabilnych. Doszłoby do tego, gdyby najlepszą dla danego osobnika strategią było upodobnienie się do reszty populacji, niezależnie od tego, jaka strategia - jastrzębia czy gołębia - akurat w danej populacji przeważa. W tym przypadku populacja miałaby tendencję do pozostawiania w jednym z dwóch stanów stabilnych - tym, który osiągnęła wcześniej. Jednak, jak się za chwilę przekonamy, żadna z tych dwóch strategii z osobna, ani jastrzębia, ani gołębia, nie byłaby w rzeczywistości stabilna ewolucyjnie, nie ma więc co liczyć na to, że którakolwiek z nich wyewoluuje. By to wykazać, musimy dokonać bilansu przeciętnych zysków.

Przypuśćmy, że mamy populację złożoną wyłącznie z gołębi. W walkach między nimi żaden nigdy nie ulega zranieniu. Rywalizacja polega na długotrwałych turniejach rytualnych, prezentowaniu póz imponujących i mierzeniu się wzrokiem. Turniej taki kończy się dopiero wtedy, gdy jeden z rywali zrezygnuje z dalszego boju. Zwycięzca uzyskuje 50 punktów za wywalczenie w starciu pewnego spornego dobra, ale płaci karę w wysokości -10 punktów za marnowanie czasu w długim pojedynku pozorów, wynik sumaryczny wynosi więc 40. Karę -10 punktów za marnowanie czasu otrzymuje również pokonany. Statystycznie, każdy gołąb może spodziewać się połowy wygranych starć i połowy przegranych. Przeciętny zysk w walce równa się średniej z +40 i -10, czyli +15. Tak więc w populacji gołębi każdemu z nich wiedzie się całkiem nieźle.

Ale oto założmy, że w populacji pojawia się mutant - jastrząb. Jako jedyny, jastrząb za przeciwnika będzie miał zawsze gołębia. Jastrzębie zawsze wygrywają z gołębiami, a zatem uzyskuje on +50 punktów za każdą walkę i tyle wynosi jego przeciętny zarobek. Osiąga więc olbrzymią przewagę nad gołębiami, których zarobek netto wynosi tylko +15. W rezultacie geny jastrzębia błyskawicznie rozprzestrzenia się w populacji. Wtedy jednak jastrzębie nie mogą już liczyć na to, że każdy z napotkanych rywali będzie gołębiem. Jeśli ma miejsce przypadek skrajny -

rozprzestrzenienie się genu jastrzębia z takim sukcesem, że cała populacja stała się populacją jastrzębi, wtedy wszystkie walki są typu jastrzębiego. Teraz wszystko wygląda zupełnie inaczej. Gdy jastrząb spotyka jastrzębia, jeden z nich zostaje poważnie ranny uzyskując -100 punktów, natomiast zwycięzca +50 punktów. Każdy z osobników w populacji jastrzębi może liczyć na to, że połowa jego walk będzie wygrana, a połowa przegrana. Przeciętny spodziewany zysk, jaki osiągnie w walce, będzie średnią z +50 i -100, czyli -25 punktów. A teraz rozważmy sytuację pojedynczego gołębia w populacji jastrzębi. Przegra wszystkie swoje walki, to pewne, z drugiej jednak strony nigdy nie ulegnie zranieniu. Toteż jego przeciętny wynik w populacji jastrzębi wynosi 0, gdy tymczasem one uzyskują przeciętnie -25. Geny gołębi zaczną się więc rozprzestrzeniać w populacji.

Przedstawiony wywód sugeruje, że populacja podlega ciągłym oscylacjom. Geny jastrzębi rozszerzą swoje wpływy, po czym w wyniku ich liczebnej przewagi lepiej zaczyna się powodzić genom gołębi. Wtedy z kolei rośnie liczba gołębi, co trwa dopóty, dopóki geny jastrzębi nie zaczną prosperować lepiej, i tak w nieskończoność. Oscylacje tego typu nie muszą jednak się zdarzać. Istnieje stabilna proporcja jastrzębi do gołębi. Dla powyższego, przyjętego przez nas arbitralnie systemu punktacji wyliczony stabilny układ składa się z 5/12 gołębi i 7/12 jastrzębi. Po osiągnięciu tej stabilnej proporcji przeciętny bilans zysków i strat jastrzębi równy jest przeciętnemu bilansowi zysków i strat gołębi. Dobór nie faworyzuje więc żadnej ze strategii. Gdyby proporcja jastrzębi w populacji zaczęła rosnąć odbiegając od wartości 7/12, tym samym gołębiom zaczęłoby się wiesć lepiej i proporcje wróciłyby do poprzedniego stanu. Tak jak stabilna proporcja między płciami wynosi 50:50, o czym będziemy mieli okazję przekonać się w dalszej części książki, tak stabilna proporcja jastrzębi do gołębi w naszym hipotetycznym przykładzie wynosi 7:5. Nawet jeśli pojawią się oscylacje wokół punktu równowagi, będą one raczej niewielkie.

Choć w rzeczywistości rozumowanie to nie ma nic wspólnego z ideą doboru grupowego, w pierwszej chwili odnajdujemy w nim echa tej teorii. Zezwala nam ono bowiem na postrzeganie populacji jako obiektu odznaczającego się stabilną równowagą, do której powraca, jeśli równowaga ta ulegnie zaburzeniu. Strategia ewolucyjnie stabilna jest jednak koncepcją bardziej wyrafinowaną niż dobór grupowy. I wcale nie chodzi w niej o osiąganie przez jedne grupy przewagi nad innymi. Można to znakomicie zilustrować, posługując się umownym systemem punktacji z naszego hipotetycznego przykładu. Po przeliczeniu okaże się, że przeciętny zysk pojedynczego osobnika w stabilnej populacji - składającej się w 7/12 z jastrzębi i w 5/12 z gołębi - wynosi 6 i 1/4 punktu. Wartość ta jest prawdziwa niezależnie od tego, czy osobnik jest jastrzębiem czy gołębiem. 6 i 1/4 to znacznie mniej niż przeciętny zysk gołębia w populacji gołębi (który wynosi 15 punktów). Gdyby tylko wszystkie zgodziły się być gołębiami, każdy z nich z osobna skorzystałby na tym. Rozumując zgodnie z prostymi zasadami doboru grupowego, każda grupa, której wszyscy członkowie zgodziliby się być wobec siebie gołębiami, osiągnęłaby daleko większe sukcesy niż konkurencyjna grupa o proporcjach strategii ewolucyjnie stabilnej. (Prawdę mówiąc, grupą o najwyższym z możliwych do osiągnięcia rezultacie wcale nie jest pakt złożony z samych gołębi. W grupie składającej się w 1/6 z jastrzębi i w 5/6 z gołębi przeciętna wygrana w walce wynosi 16 i 2/3 punktu. Taki układ osiąga najlepsze z możliwych rezultaty, ale dla obecnych celów możemy ten fakt pominąć. Prostszy pakt złożony z samych gołębi, z przeciętną wygraną w walce równą 15 punktom, i tak byłby daleko lepszy dla każdego z osobników niż strategia ewolucyjnie stabilna). W myśl teorii doboru grupowego należałoby więc raczej przewidywać tendencję w kierunku zawiązywania się paktów złożonych z samych gołębi, jako że grupa, w której składzie 7/12 stanowią jastrzębie, odnosziłaby mniejsze sukcesy. Ale kłopot z paktami, nawet takimi, które na dłuższą

metę działają ku pożytkowi wszystkich jej członków, polega na tym, że są one podatne na nadużycia. To prawda, że w grupie samych gołębi każdemu wiedzie się lepiej, niż wiodłoby im się w grupie o proporcjach strategii ewolucyjnie stabilnej. Lecz niestety, w paktach gołębi pojedynczemu jastrzębiowi wiedzie się tak znakomicie, że nie jest w stanie zapobiec pojawianiu się jastrzębi. Pakt jest więc skazany na rozbicie od środka na skutek zdrady. Strategia ewolucyjnie stabilna jest stabilna nie dlatego, że jest jakoś szczególnie korzystna dla uczestniczących w niej osobników, ale dlatego, że jest odporna na zdradę od wewnątrz.

Między ludźmi możliwe są paktory czy układy przynoszące korzyść każdej jednostce, które mogą trwać, choć nie są stabilne w taki sposób, jak strategia ewolucyjnie stabilna. Dzieje się tak jednak tylko dlatego, że każda z jednostek ma zdolność świadomego przewidywania i potrafi dostrzec, że na dłuższą metę przestrzeganie reguł układu leży w jej własnym interesie. Mimo to, nawet wtedy pokusa, by złamać umowę i uzyskać tym samym szansę wielkich korzyści na krótką metę, bywa nie do odparcia, toteż zawierane przez człowieka paktory są stale narażone na to niebezpieczeństwo. Najlepszym przykładem może być polityka zamrażania cen. Na dłuższą metę w interesie każdego z właścicieli stacji benzynowych jest ujednoczenie cen paliwa na tym samym, sztucznie wysokim poziomie. Umowa oparta na świadomej ocenie najlepszych zysków, jakie można osiągnąć na dłuższą metę, może utrzymać się nawet całkiem długo. Niekiedy jednak jedna osoba ulega pokusie, by zbić szybko fortunę obniżając swoje ceny. Sąsiedzi idą natychmiast w jej ślady i fala obniżek cen rozszerza się po kraju. Na nieszczęście dla nas właścicielom stacji benzynowych wraca po jakimś czasie zdolność do przewidywania skutków swoich decyzji i zawierają oni następny układ zamrażający ceny. Tak więc nawet u człowieka, gatunku obdarzonego zdolnością świadomego przewidywania, paktory czy umowy zawarte dla jak najlepszych długoterminowych korzyści są bezustannie zagrożone załamaniem się na skutek wewnętrznej zdrady. Tym trudniej jest znaleźć sposób, w jaki korzyść grupowa lub strategia paktu mogłaby wyewoluować w świecie dzikich zwierząt, sterowanych przez bezwzględne geny. Oczekiwać raczej należy powszechnej obecności strategii ewolucyjnie stabilnych.

W naszym hipotetycznym przykładzie przyjęliśmy upraszczające założenie, że każdy z osobników był albo jastrzębiem, albo gołębiem. Otrzymaliśmy w wyniku stabilną ewolucyjnie proporcję tych strategii. W praktyce oznacza to, że w puli genów została osiągnięta stabilna równowaga genów jastrzębich i genów gołębich. Stan ten określa się fachowo mianem stabilnego polimorfizmu. Dopóki obracamy się w sferze matematyki, dokładny odpowiednik strategii ewolucyjnie stabilnej może zostać osiągnięty i bez tego polimorfizmu. Jeśli każdy z osobników w danym konkretnym starciu jest zdolny do wybrania zachowania zarówno jastrzębia, jak i gołębia, może ustalić się taka strategia ewolucyjnie stabilna, w której wszystkie osobniki z tym samym prawdopodobieństwem - w naszym przykładzie 7/12 - będą się zachowywać jak jastrzęb. W praktyce każdy osobnik przystępowałby do starcia, powziąwszy przypadkową decyzję, czy w danym przypadku będzie się zachowywał jak jastrzęb, czy też jak gołąb - przypadkową, ale z proporcją 7:5 na korzyść jastrzębia. Jest bardzo ważne, by mimo większej skłonności do roli jastrzębia decyzje te były o tyle przypadkowe, że przeciwnik nie ma sposobu odgadnąć, jak jego konkurent ma zamiar się zachować w danej walce. Nie miałyby na przykład sensu odgrywanie siedem razy z rzędu jastrzębia, a potem pięć razy z rzędu gołębia. Gdyby którykolwiek z osobników postępował według takiego prostego schematu, jego rywale wkrótce połapaliby się w czym rzecz i uzyskaliby nad nim przewagę. Sposobem na osiągnięcie przewagi nad strategiem działającym według prostego schematu byłoby odgrywanie przed nim roli jastrzębia wtedy, gdy wie się, że będzie występował jako gołąb.

Cała ta opowieść o jastrzębiach i gołębiach jest oczywiście naiwnie prosta. Jest modelem, czymś co w rzeczywistości nie występuje w przyrodzie, ale ma nam pomóc w zrozumieniu zjawisk, które naprawdę w naturze istnieją. Modele mogą być nawet tak proste, jak ten, a mimo to wciąż będą użyteczne dla zrozumienia istoty rzeczy lub dokonania uogólnienia. Proste modele można dopracowywać i komplikować. Jeśli robi się to umiejętnie, to - w miarę jak zyskują na komplikacji - coraz wierniej odpowiadają rzeczywistości. Rozbudowywanie modelu jastrzębia i gołębia można zacząć od wprowadzenia większej liczby strategii. Jastrząb i gołąb to przecież nie jedyna możliwość. Bardziej złożona strategia wprowadzona przez Maynarda Smitha i Price'a występuje pod nazwą odwetowca.

Na początku każdej walki odwetowiec gra rolę gołębia. Nie przystępuje do właściwego jastrzębiowi, bezpardonowego wściekłego ataku, lecz do umownej gry na zastraszenie. Jednak gdy przeciwnik zaatakuje, odpłaca mu pięknym za nadobne. Innymi słowy, odwetowiec zaatakowany przez jastrzębia zachowuje się jak jastrząb, zaatakowany zaś przez gołębia - jak gołąb. Spotkawszy innego odwetowca, postępuje jak gołąb. Odwetowiec jest więc strategiem warunkowym, gdyż jego zachowanie zależy od zachowania przeciwnika.

Innego rodzaju strategią warunkową jest pozer. Pozer zachowuje się jak jastrząb, dopóki ktoś nie stawi mu czoła. Wtedy natychmiast ucieka. Jeszcze inna strategia warunkowa to odwetowiec sondujący. Przypomina on w zasadzie odwetowca, z tym, że od czasu do czasu próbuje na zasadzie eksperymentu na krótko zaostrzyć walkę. Jeśli przeciwnik mu nie odpłaci, zachowuje się w dalszym ciągu jak jastrząb. Jeśli jednak przeciwnik odpowiada atakiem, powraca do konwencjonalnej gołębiej gry pozorów. Zaatakowany, dokonuje odwetu jak typowy odwetowiec.

Gdy wystawić przeciwko sobie w symulacji komputerowej wszystkie wymienione pięć strategii, tylko jedna z nich - odwetowiec - okazuje się być ewolucyjnie stabilna.* Odwetowiec sondujący jest prawie stabilny. Gołąb nie jest stabilny, ponieważ populacja gołębi jest podatna na inwazję ze strony jastrzębi i pozerów. Jastrząb nie jest stabilny, gdyż do jego populacji wtargną gołębie i pozerzy. Pozer nie jest stabilny, gdyż populacja pozerów podatna byłaby na najazd jastrzębi. Do populacji odwetowców nie wtargnie żadna inna strategia, gdyż żadna z nich nie radzi sobie w niej lepiej niż sam odwetowiec. W populacji odwetowców gołąb radzi sobie jednak równie dobrze. Znaczy to, że gdyby te dwie kategorie osobników były pod innymi względami identyczne, liczba gołębi stopniowo by się zwiększała. Jeśli zaś wzrosłaby w znaczący sposób liczba gołębi, odwetowcy sondujący (i notabene również jastrzębie i pozerzy) zaczęliby zyskiwać przewagę, gdyż radzą sobie z gołębiami lepiej niż odwetowcy. Odwetowiec sondujący, w przeciwieństwie do jastrzębia i pozera, to strategia prawie stabilna ewolucyjnie, gdyż w populacji odwetowców sondujących tylko jednej strategii - odwetowcom - powodzi się nieco lepiej. Można więc oczekiwać, że mieszanina odwetowców i odwetowców sondujących będzie zdążała do dominacji, być może nawet z niewielkimi oscylacjami pomiędzy nimi, wynikającymi z wahań rozmiaru nielicznej mniejszości gołębi. Tak jak poprzednio, nie ma konieczności zakładania istnienia w populacji polimorfizmu polegającego na tym, że osobniki trzymają się zawsze tych samych strategii. Zachowanie każdego z osobników mogłoby być złożoną kompozycją zachowań odwetowca, odwetowca sondującego i gołębia.

Ta teoretycznie wywiedziona kalkulacja nie odbiega zbyt od tego, z czym mamy do czynienia u większości dzikich zwierząt. Poniekąd uzasadniliśmy za jej pomocą kwestię utemperowania zwierzęcej agresji. Szczegóły zależą, rzecz jasna, od konkretnej liczby „punktów” przyznawanych za wygraną, za odniesione rany, zmarnowany czas i tak dalej. U słoni morskich nagrodą za zwycięstwo może być posiadanie niemal

monopolistycznych praw do wielkiego haremu samic. Wygrana musi być więc punktowana bardzo wysoko. Ciekawe, że walki są bardzo zajadłe i wysokie jest również prawdopodobieństwo ciężkiego zranienia. Koszt zmarnowanego czasu zapewne uznalibyśmy za niewielki w porównaniu do kosztów związanych ze zranieniem, jak też do korzyści z odniesionego zwycięstwa. Tymczasem, dla niewielkiego ptaka żyjącego w chłodnym klimacie, koszt w postaci straconego czasu może mieć znaczenie fundamentalne. Sikora bogatka karmiąca pisklęta musi złowić przeciętnie jedną zdobycz co trzydzieści sekund. Cenna jest każda sekunda dziennego światła. Nawet stosunkowo krótki czas, jaki traci się w typowej walce między jastrzębiami, może być dla niej większym zagrożeniem niż ryzyko zranienia. Niestety, wiemy jeszcze zbyt mało, by móc różnym występującym w przyrodzie bilansom zysków i strat przypisać realistycznie brzmiące liczby.* Musimy uważać, by nie wyciągać wniosków z wyników, które są jedynie rezultatem arbitralnego doboru liczb. Na podstawie powyższych rozważań można sformułować kilka ważnych wniosków ogólnych, a mianowicie, że istnieje tendencja do ewoluowania strategii ewolucyjnie stabilnych, że dalekie są one od optimum, które mogłyby być osiągnięte dzięki paktowi grupowemu, a ponadto, że zdrowy rozsądek może nas sprowadzić na manowce.

Innym rozważanym przez Maynarda Smitha rodzajem gry wojennej jest „walka na wyczerpanie”. Jej występowania można by oczekiwać u gatunków nigdy nie angażujących się w niebezpieczne starcia, chociażby z powodu dobrego opancerzenia, które bardzo zmniejsza prawdopodobieństwo zranienia. U tych gatunków wszelkie spory rozstrzygane są na drodze konfrontacji umownych gestów i postaw, prezentowanych przez przeciwników. Turniej kończy zawsze wycofanie się jednego albo drugiego rywała. By odnieść zwycięstwo, wystarczy stać na swoim terytorium i mierzyć wściekłym wzrokiem oponenta, póki ten w końcu nie poda tyłów. Oczywiście żadnego zwierzęcia nie stać na przeciąganie gróźb w nieskończoność - musi wykonywać inne ważne zadania. Dobro, o które toczy się spór, może być wartościowe, ale nie jest bezcenne. Warto jest tylko daną ilość czasu i, tak jak w czasie aukcji, każdy z osobników gotów jest zapłacić za nie tylko tyle. W tej aukcji, w której uczestniczą dwaj licytujący, walutą jest czas.

Przypuśćmy, że wszystkie osobniki ustaliły uprzednio, ile dokładnie czasu wart jest dla nich pewien określony rodzaj dobra, powiedzmy samica. Wtedy zmutowany osobnik, który gotów jest wytrwać w pojedynku choćby minimalnie dłużej, zawsze by wygrał. Strategia określania stałego górnego limitu licytacji nie byłaby więc stabilna. Strategia jest niestabilna nawet wtedy, gdy wartość danego dobra może być określona bardzo precyzyjnie i wszystkie osobniki wylicytują dokładnie tę wartość. Dwa osobniki licytujące zgodnie ze strategią górnego limitu wycofałyby się dokładnie w tej samej chwili i żaden z nich nie stałby się właścicielem pożądanego dobra! Oplacałoby się wtedy, zamiast tracić czas w rywalizacji, raczej zrezygnować już na samym początku. Albowiem od prawdziwej aukcji walka na wyczerpanie różni się tym ważnym szczegółem, że tutaj, choć tylko jeden konkurent dostaje towar, obaj płacą jego cenę. W populacji licytujących do stałego górnego limitu strategia rezygnacji na samym początku mogłaby więc odnieść sukces i rozprzestrzenić się. Następstwem zaś tego byłyby korzyści dla tych osobników, którzy nie rezygnują od razu, ale po odczekaniu kilku sekund. Strategia ta stałaby się opłacalna w momencie, w którym przewagę w populacji uzyskają osobniki wycofujące się natychmiast. Stopniowe wydłużanie się czasu poprzedzającego rezygnację byłoby więc faworyzowane przez dobór tak długo, aż czas ten ponownie osiągnąłby maksimum określone przez czysto ekonomiczną wartość dobra, o które toczy się walka.

Jak zwykle opisując rzecz słowami, otrzymaliśmy obraz populacji oscylującej. I tak jak poprzednio analiza

matematyczna pokazuje, że naprawdę jest inaczej. Istnieje mianowicie strategia ewolucyjnie stabilna, którą można przedstawić w postaci równania matematycznego, wyrażona zaś werbalnie brzmi następująco: nie da się przewidzieć czasu, przez jaki w danym konkretnym przypadku gotów jest wytrwać każdy z osobników. Statystycznie jednak czas ten odpowiada rzeczywistej wartości dobra. Przypuśćmy, że dane dobro warte jest pięciu minut popisów. Dla dowolnie wybranego osobnika z grupy, w której ustaliła się strategia ewolucyjnie stabilna, mogą one trwać nieco krócej, nieco dłużej, lub nawet dokładnie pięć minut. Ważne jest to, że o tym, jak długo wybrany osobnik gotów jest wytrwać w danej sytuacji, jego przeciwnik żadnym sposobem nie może się dowiedzieć.

Oczywiście w walce na wyczerpanie niezwykle ważne jest, by nie dać po sobie poznać, że ma się zamiar dać za wygraną. Każdy, kto by się zdradził choćby drgnieniem wąsa, że zaczyna myśleć o rzuceniu ręcznika, od razu znalazłby się w gorszym położeniu. Gdyby, dajmy na to, drzenie wąsów było pewnym sygnałem o zamiarze wycofania się w ciągu najbliższej minuty, istniałaby bardzo prosta zwycięska strategia: „Jeśli twojemu przeciwnikowi drżą wąsy, poczekaj jeszcze jedną minutę niezależnie od twoich poprzednich planów co do poddania się. Jeśli wąsy twojego oponenta jeszcze nie drżą, a za minutę upłynie czas, po którym i tak planowałeś się poddać, zrób to od razu i nie marnuj więcej czasu. I nie pozwól, by drżały twoje własne wąsy”. Tak więc drzenie wąsów i podobne oznaki zdradzające przyszłe zachowanie byłyby wkrótce wyeliminowane przez dobór naturalny. Ewolucyonalaby zaś nieprzenikniona twarz pokerzysty.

Lecz czemu twarz pokerzysty, a nie perfekcyjne kłamstwa? Z tego samego powodu. Kłamstwa także nie są bowiem stabilne. Załóżmy, że wcześniej większość osobników straszyla sierść na grzbiecie przeważnie wtedy, gdy w walce na wyczerpanie naprawdę miała zamiar wytrwać jeszcze bardzo długo. Naturalną reakcją, jaka by w wyniku tego wyewoluowała, byłoby natychmiastowe poddanie się w momencie, gdy przeciwnik zjeżył sierść na karku. Lecz tuż potem mogliby zacząć pojawiać się kłamcy. Korzyści z łatwych i szybkich zwycięstw zbierałyby osobniki, które jeżą grzbiet przy lada okazji, lecz w istocie nie mają zamiaru dotrzymać pola zbyt długo. Zaczęłyby się więc rozprzestrzeniać geny kłamców. Gdy kłamcy staliby się większością, dobór faworyzowałby z kolei te osobniki, które potrafiłyby zdemaskować ich kłamstwa. Liczba kłamców spadłaby więc ponownie. W walce na wyczerpanie mówienie kłamstw nie jest ani trochę bardziej stabilne ewolucyjnie niż mówienie prawdy. Twarz pokerzysty jest stabilna ewolucyjnie. Poddanie się, gdy w końcu do niego dojdzie, będzie nagłe i niespodziewane. Jak dotąd rozważaliśmy tylko takie rodzaje turniejów, które Maynard Smith nazywa „symetrycznymi”. Innymi słowy, zakładaliśmy, że rywale różnią się tylko przyjętą strategią walki, ale że poza tym są identyczni. Przyjmowaliśmy, że jastrzębie i gołębie są równie silne, równie dobrze uzbrojone i opancerzone, oraz że w wyniku wygranej zyskują tyle samo. Dla stworzenia modelu założenia te są wygodne, ale nie są one zbyt realistyczne. Parker i Maynard Smith poszli więc dalej i przystąpili do rozważania rywalizacji asymetrycznych. Czy na ustalającą się strategię ewolucyjnie stabilną wpłynie na przykład to, że osobniki różnią się rozmiarami i zdolnością do walki, a każdy z nich potrafi oszacować rozmiary rywala w proporcji do swoich własnych? Z całą pewnością tak.

Istnieją, jak się zdaje, trzy główne rodzaje asymetrii. Pierwszą właśnie wymieniliśmy: osobniki mogą się różnić rozmiarami lub wyposażeniem do walki. Po drugie, mogą się różnić pod względem uzyskiwanych w razie zwycięstwa korzyści. Stary samiec, któremu i tak zostało niewiele życia, narażając się na zranienie, ma potencjalnie mniej do stracenia niż samiec młody, który większość swojego okresu rozrodczego ma jeszcze przed sobą.

Po trzecie, o ustaleniu się strategii ewolucyjnie stabilnej może zadecydować asymetria czysto umowna,

pozornie nieistotna dla sprawy, ale umożliwiająca szybkie rozstrzygnięcie sporów. Ten trzeci typ asymetrii jest swoją drogą dość osobliwą konsekwencją teorii. Zwykle na przykład dzieje się tak, że jeden z rywali zjawia się na polu walki wcześniej niż drugi. Nazwijmy ich odpowiednio „rezydentem” i „intruzem”. Dla zachowania klarowności rozważań zakładam, że nie ma zasadniczej przewagi związanej z rolą rezydenta czy intruza. Jak się dowiemy, w praktyce to założenie może nie być prawdziwe, ale nie to jest tutaj istotne. Chodzi o to, że strategia ewolucyjnie stabilna oparta wyłącznie na tej asymetrii wyewoluowałaby prawdopodobnie nawet wtedy, gdyby nie było żadnego istotnego powodu by sądzić, że rezydenci mają przewagę nad intruzami. Prostą analogią są ludzie, rozstrzygający spory szybko i bez awantur przez rzucenie monetą.

Strategia warunkowa: „Jeśli jesteś rezydentem, atakuj, jeśli intruzem, wycofaj się” mogłaby być strategią ewolucyjnie stabilną. Ponieważ asymetria ta jest z założenia umowna, więc stabilna mogłaby być również strategia odwrotna: „Jeśliś rezydent, uciekaj, jeśliś intruz, atakuj”. Która z dwóch strategii przyjmie się w danej populacji, będzie zależało od tego, która z nich jako pierwsza uzyska przewagę. Od momentu, gdy jedną z tych dwóch strategii warunkowych zastosuje większość osobników, odstępcy będą eliminowani. A więc, z definicji, jest to strategia ewolucyjnie stabilna.

Przypuśćmy na przykład, że wszystkie osobniki postępują zgodnie z zasadą: „Rezydent wygrywa, intruz ucieka”. Oznacza to, że połowę walk wygrywają, połowę zaś przegrywają. Nigdy nie odnoszą ran i nigdy nie tracą czasu, ponieważ wszelkie spory są rozstrzygane natychmiast zgodnie z tą umowną regułą. Rozważmy teraz pojawienie się nowo zmutowanego rebelianta. Przypuśćmy, że stosuje czysto jastrzębią strategię - zawsze atakować, nigdy się nie wycofywać. Jeśli jego oponent będzie intruzem - zwycięży, lecz gdy okaże się rezydentem - naraża się na poważne ryzyko zranienia. Jego zyski będą przeciętnie niższe niż osobników działających zgodnie z umownymi regułami strategii ewolucyjnie stabilnej. Rebeliantowi, który próbowałby działać według odwrotnego schematu: „Jeśliś rezydent, uciekaj, jeśliś intruz, atakuj”, wiodłoby się jeszcze gorzej. Nie dość, że często byłby ranny, to z rzadka jedynie udawałoby mu się wygrywać w starciach. Mimo to przyjmijmy, że na skutek jakichś przypadkowych zdarzeń przewagę zyskują osobnicy działający według odwróconej konwencji. Wtedy ich strategia stałaby się stabilną normą i tym razem odchylenia od niej byłyby eliminowane. Niewykluczone, że gdybyśmy obserwowali populację przez wiele pokoleń, zauważalibyśmy co jakiś czas sporadyczne przeskoki od jednego stanu stabilnego do drugiego.

W rzeczywistości jednak prawdziwie umowne asymetrie najprawdopodobniej nie występują. Rezydenci mogą mieć rzeczywistą przewagę nad intruzami. Są na przykład lepiej obeznani z miejscowym terenem. Jest też bardziej prawdopodobne, że to intruzowi pierwaj zabraknie tchu, ponieważ musiał dotrzeć na miejsce walki, a rezydent był tam cały czas. Istnieje jeszcze jeden, nieco bardziej abstrakcyjny powód, dla którego spośród tych dwóch stanów stabilnych, bardziej prawdopodobnym do zaistnienia w naturze jest: „Rezydent wygrywa, intruz ucieka”. Otóż odwrotna strategia: „Intruz wygrywa, rezydent ucieka” ma wbudowaną dążność do samodestrukcji - taką właśnie strategię Maynard Smith nazwałby paradoksalną. W każdej populacji, w której utrzymała się taka paradoksalna strategia ewolucyjnie stabilna, osobniki dążyłyby do tego, by nigdy nie zostać przyłapano jako rezydenci. W każdym starciu starałyby się być intruzami. Jedynym sposobem, by to osiągnąć, byłaby nieustanna i poza tym bezcelowa bieżączka! Pominąwszy ponoszone koszty czasowe i energetyczne, ten trend ewolucyjny podążałby sam przez się w kierunku zaniku kategorii „rezydenta”. Natomiast w populacji, w której utrzymał się drugi

stan stabilny: „Rezydent wygrywa, intruz ucieka”, dobór naturalny faworyzowałby osobniki, które starają się być rezydentami. Czyli, że każdy z nich trzymałby się określonego skrawka gruntu, opuszczając go w miarę możliwości jak najrzadziej, i robił wrażenie, że go „broni”. Jak obecnie wiadomo, zachowanie takie jest powszechnie obserwowane w przyrodzie i nazywa się „obroną terytorium”.

Wielki etolog Niko Tinbergen w najelegantszy ze znanych mi sposobów zademonstrował tę formę asymetrii behawioralnej w genialnym w swej prostocie eksperymencie.* W akwarium trzymał dwa samce ciernika. Obydwa samce zbudowały gniazda w przeciwnych końcach akwarium i każdy z nich „bronił” terytorium wokół swego gniazda. Tinbergen umieścił samce osobno w dwóch dużych szklanych probówkach i trzymając je blisko siebie obserwował, jak próbują walczyć ze sobą poprzez szklaną przegrodę. I cóż ciekawego zaobserwował? Otóż gdy zbliżał obie probówki do okolic gniazda samca A, samiec A przybierał pozycję do ataku, a samiec B próbował uciec. Gdy przemieszczał je w stronę terytorium samca B, role się odwracały. W prosty sposób przemieszczając probówki z jednego końca akwarium do drugiego, Tinbergen mógł decydować o tym, który samiec atakował, a który uciekał. Obydwa samce stosowały, jak widać, prostą strategię warunkową: „Jeśliś rezydent, atakuj, jeśliś intruz, uciekaj”.

Biologowie często zastanawiają się nad korzyściami biologicznymi zachowania terytorialnego. Propozycje są liczne i o niektórych z nich będzie jeszcze później mowa. Teraz widzimy jednak, że już samo postawienie problemu może być błędne. Obrona terytorium może być po prostu strategią ewolucyjnie stabilną, która powstała w wyniku asymetrii względem momentu zjawienia się na danym obszarze - a więc jednej z tych cech, które charakteryzują zależności między dwoma osobnikami a skrawkiem gruntu.

Przypuszczalnie najważniejszym typem asymetrii nie będącej umowną jest asymetria pod względem rozmiarów i ogólnej zdolności do walki. Duże rozmiary nie zawsze są najważniejszą cechą potrzebną do tego, by wygrywać walki, ale z pewnością są jedną z nich. Jeśli zawsze wygrywa większy i jeśli każdy osobnik wie na pewno, czy jest większy, czy mniejszy od swojego przeciwnika, tylko jedna strategia ma jakkolwiek sens: „Jeśli twój przeciwnik jest większy, uciekaj. Wybieraj walki z mniejszymi od siebie”. Sprawy nieco się komplikują, gdy rozmiary nie mają tak definitywnego znaczenia. Jeśli duże rozmiary zapewniają nawet niewielką przewagę, strategia, o której właśnie wspominałem, wciąż będzie stabilna. Ale wobec wysokiego ryzyka odniesienia ran, zaistnieć może również inna, „paradoksalna strategia”. Brzmi ona: „Wybieraj walki z większymi od siebie i uciekaj przed mniejszymi niż ty!” Oczywiście jest, czemu nosi nazwę paradoksalnej. Wydaje się przecież całkowicie sprzeczna ze zdrowym rozsądkiem. Przyczyny jej potencjalnej stabilności mogą być następujące. W populacji, w której obecne są jedynie paradoksalne strategie, nikt nigdy nie zostaje ranny, ponieważ w starciu większy zawsze ucieka. Mutant - odstępcą o przeciętnych rozmiarach, który stosuje „rozsadną” strategię wybierania przeciwników spośród mniejszych od siebie, angażuje się w zaostrzającą się walkę z połową napotkanych członków populacji. Albowiem spotkawszy osobnika mniejszego od siebie - atakuje, on zaś jako mniejszy z zaciekłością odpowiada na atak, gdyż działa według strategii paradoksalnej. I choć rozsądny strateg ma większe szanse na wygraną od stratega paradoksalnego, naraża się mimo wszystko na znaczne ryzyko przegranej i poważnego zranienia. Skoro większość populacji jest paradoksalna, rozsądny strateg ma większe szanse być zranionym niż którykolwiek ze strategów paradoksalnych.

Mimo że strategia paradoksalna może być stabilna, ciekawa może być wyłącznie z punktu widzenia naukowego. Wojownicy paradoksalni mieliby wyższe przeciętne zyski tylko wtedy, gdyby znacznie przeważali

liczebnie nad rozsądnymi. Trudno sobie wyobrazić, jak mógłby zostać zapoczątkowany taki stan rzeczy. A gdyby nawet, to wystarczy, że w populacji nastąpi niewielka zmiana proporcji osobników rozsądnych do osobników paradoksalnych na korzyść tych pierwszych, by stworzyć „strefę przyciągania” rozsądnej strategii ewolucyjnie stabilnej. Strefę przyciągania tworzy w naszym przypadku pewien zestaw proporcji występujących w populacji, dla których przewagę uzyskują strategie rozsądne. Gdy populacja znajdzie się w obrębie tej strefy, nieuchronnie zostanie pociągnięta ku stabilnemu punktowi rozsądku. Ekscytujące byłoby znalezienie przypadku paradoksalnej strategii ewolucyjnie stabilnej w naturze, ale wątpię, czy jest na to jakaś nadzieja. (Mój sąd okazał się przedwczesny. Gdy już napisałem to ostatnie zdanie, profesor Maynard Smith zwrócił moją uwagę na następujący opis zachowań meksykańskiego pająka społecznego *Oecobius cwtas*, sporządzony przez J. W. Burgessa: „Wypłoszony z kryjówki pająk miota się po powierzchni skały i nie znalazłszy wolnej szczeliny, by się w niej schować, próbuje schronić się w kryjówce innego pająka tego samego gatunku. Jeśli w środku znajduje się akurat jej właściciel, nie atakuje on intruza, lecz sam z kolei wybiega z pośpiechem w poszukiwaniu nowego schronienia. Tak więc zaniepokojenie jednego pająka uruchamia trwający kilka sekund proces kolejnych przemieszczeń od pajęczyny do pajęczyny, powodujący, że większość pająków w kolonii przeprowadzi się z własnej siedziby do cudzej” - por. Pajaki społeczne, „Scientific American”, marzec 1976. W rozumieniu podanym na stronie 120 jest to zachowanie paradoksalne.)*

A co się dzieje, jeśli osobniki potrafią choć w części zapamiętać rezultaty poprzednich walk? Wszystko zależy od tego, czy w pamięci pozostają konkretne szczegóły przeszłych zdarzeń, czy tylko ogólne wrażenie. Świerszcze mają zdolność zapamiętywania w ogólnych zarysach, co im się przydarzyło w poprzednich walkach. Świerszcz, który poprzednio wygrał dużą liczbę walk, nabiera usposobienia jastrzębia. Świerszcz zaś, który ostatnio miał pasmo samych klęsk, nabywa usposobienia gołębia. Wykazał to w elegancki sposób R. D. Alexander. Używając modelu świerszcza, walczył z żywymi świerszczami i pokonywał je. Okazywało się wtedy, że po takim zabiegu zwiększało się ryzyko ich przegranej w walce z innymi, żywymi świerszczami. Można więc sądzić, że każdy świerszcz na bieżąco aktualizuje ocenę swojej waleczności w stosunku do przeciętnego osobnika zamieszkiwanej populacji. Gdy świerszcze i inne tego rodzaju zwierzęta, dysponujące ogólną pamięcią poprzednich walk, trzymane są przez jakiś czas razem w zamkniętej grupie, może się wśród nich ustalić rodzaj hierarchii dominacji.* Obserwator może uszeregować osobniki według określonego porządku. Osobniki niższe w hierarchii skłonne są ustępować osobnikom stojącym wyżej. Nie ma potrzeby zakładania, że osobniki nawzajem się rozpoznają. Osobniki przywykłe do zwycięstw mają po prostu coraz większe szanse na zwycięstwo, podczas gdy osobniki nawykłe do przegranej ze stopniowo rosnącym prawdopodobieństwem przegrywają. Nawet jeśli na początku osobniki wygrywały i przegrywały przypadkowo, po jakimś czasie wykształci się wśród nich pewna hierarchia* Dodatkowym tego skutkiem będzie stopniowe zmniejszanie się liczby groźnych starć w obrębie grupy.

Używam zwrotu „rodzaj hierarchii dominacji” dlatego, że wiele osób rezerwuje termin „hierarchia dominacji” do tych przypadków, w których mamy do czynienia z rozpoznawaniem się osobników. W przypadkach tych pamięć o poprzednich walkach zawiera nie tylko ogólne wrażenie, ale obejmuje również konkretne szczegóły. Kury i mały - w przeciwieństwie do świerszczy - potrafią się nawzajem rozpoznawać. Jeśli jesteś małą, inna mała, która poprzednio cię pokonała, prawdopodobnie pokona cię i w przyszłości. Najlepszą strategią dla danego osobnika jest przejawianie względnie gołębiego zachowania wobec tego osobnika, który go ostatnio pokonał. W

grupie kur, które nigdy przedtem się nie spotkały, zwykle toczą się liczne walki. Po jakimś czasie walki ustają, z innego jednak powodu niż wśród świerszczy. Dzieje się tak dlatego, że każda z kur „poznaje swoje miejsce” względem innych kur w grupie. Przy okazji, jest to korzystne dla grupy jako całości. Wskazuje na to fakt, że kury w ustabilizowanych stadach, w których do rzadkości należą zaciekle walki, niosą się lepiej niż w tych, w których na skutek ciągłych zmian składu grupy walki są częstsze. Biologowie często mówią, że korzyścią biologiczną czy też „funkcją” hierarchii dominacji jest redukcja poziomu agresji w grupie. Jest to jednak błędne ujęcie problemu. O hierarchii dominacji jako takiej nie można powiedzieć, że pełni „funkcję” w sensie ewolucyjnym, ponieważ jest to cecha grupy, a nie osobnika. Funkcje można przypisać osobniczym wzorcom zachowania, przejawiającym się na poziomie grupy w postaci hierarchii dominacji. Lepiej jest jednak w ogóle zrezygnować ze słowa „funkcja” i zanalizować problem w kategoriach strategii ewolucyjnie stabilnych, ustalających się w wyniku starć asymetrycznych z uwzględnieniem rozpoznawania osobniczego i pamięci.

Rozważaliśmy do tej pory walki pomiędzy przedstawicielami tego samego gatunku. A co z walkami międzygatunkowymi? Jak to wcześniej zauważyliśmy, reprezentanci różnych gatunków nie konkurują ze sobą w tak bezpośredni sposób, jak członkowie tego samego gatunku. Dlatego też powinniśmy spodziewać się, że będą między sobą prowadzić mniej walk o zasoby. Okazuje się, że tak jest w istocie. Rudziki na przykład bronią swoich terytoriów przed innymi rudzikami, ale nie przed bogatkami. Możliwe jest wykreślenie mapy terytoriów poszczególnych rudzików w lesie i nałożenie na nią mapy terytoriów bogatek. Choć terytoria tych dwóch gatunków pokrywają ten sam teren, ich granice przebiegają całkowicie niezależnie. Równie dobrze mogłyby się znajdować na różnych planetach.

Do ostrego konfliktu interesów między osobnikami odmiennych gatunków może dojść i w innych sytuacjach. Lew ma na przykład chęć pożywić się ciałem antylopy, ta jednak ma co do swojego ciała całkiem inne plany. Sytuacji tej nie traktuje się na ogół jako współzawodnictwa o zasoby, ale z logicznego punktu widzenia nie bardzo wiadomo dlaczego. Zasobem, o którym w tym przypadku mowa, jest mięso. Geny lwa „potrzebują” mięsa jako pożywienia dla swojej maszyny przetrwania. To samo mięso jest antylopie potrzebne jako mięśnie i narządy jej maszyny przetrwania. Ponieważ te dwa zastosowania mięsa wzajemnie się wykluczają, dochodzi do konfliktu interesów.

Z mięsa zbudowani są również członkowie własnego gatunku. Czemu więc kanibalizm jest stosunkowo rzadkim zjawiskiem? Jak stwierdziliśmy w przypadku mewy śmieszki, osobniki dorosłe czasem zjadają młode swojego gatunku. Jednak nigdy nie widziano, by dorośli mięsożercy ściągnęli inne dorosłe osobniki własnego gatunku z zamiarem ich pożarcia. Dlaczego? Nawykli do myślenia o ewolucji z punktu widzenia „dobrej jakości”, często zapominamy o zadawaniu tych jak najbardziej uzasadnionych pytań w rodzaju: „Czemu lwy nie polują na inne lwy?” Jeszcze inne dobre pytanie z gatunku tych, które rzadko bywają zadawane, brzmi: „Dlaczego antylopy uciekają przed lwami, zamiast podjąć walkę?”

Lwy nie polują na inne lwy, gdyż strategia taka nie byłaby dla nich ewolucyjnie stabilna. Strategia kanibala byłaby niestabilna z tych samych powodów, co strategia jastrzębia w podanym wcześniej przykładzie - ze względu na zbyt wysokie ryzyko odwetu. W walkach pomiędzy przedstawicielami różnych gatunków jego prawdopodobieństwo jest mniejsze i z tego też powodu większość zwierząt, które są pożywieniem dla innych, ucieka, zamiast walczyć. Wzięło się to pierwotnie przypuszczalnie stąd, że w interakcjach zachodzących między

dwojgiem zwierząt różnych gatunków nieodłączna jest asymetria, znacznie większa niż między członkami tego samego gatunku. Zawsze, gdy we współzawodnictwie istnieje silna asymetria, stabilne ewolucyjnie będą raczej warunkowe strategie oparte na tej asymetrii. Ewolucja strategii w rodzaju: „Jeśliś mniejszy - uciekaj, jeśliś większy - atakuj” jest bardzo powszechnym zjawiskiem w rywalizacji między członkami różnych gatunków, ponieważ możliwych asymetrii jest wtedy bardzo wiele. Lwy i antylopy osiągnęły pewien rodzaj stabilności na skutek dywergencji ewolucyjnej, która coraz bardziej uwydatniała pierwotną asymetrię rywalizacji. Zwierzęta te doszły dzięki temu do wysokiej sprawności w sztuce - odpowiednio - pogoni i ucieczki. Mutant antylopy, który przyjąłby wobec lwów strategię: „Stój i walcz”, odniósłby mniejszy sukces niż antylopy-rywalki, które znikają z pola widzenia.

Mam przeczucie, że wprowadzenie pojęcia strategii ewolucyjnie stabilnej zostanie może z czasem uznane za jedno z największych dokonań w teorii ewolucji, jakie zaistniało od czasów Darwina.* Daje się zastosować zawsze, gdy napotykamy konflikt interesów, czyli prawie wszędzie. Badacze zachowań zwierząt przywykli do posługiwania się terminem „organizacja społeczna”. Zbyt często organizacja społeczna gatunku traktowana jest jako niezależny byt mający własne „korzystne cechy” biologiczne. Przykładem jednej z nich jest wymieniona już przeze mnie „hierarchia dominacji”. Żywię jednak nadzieję, że w wielu formułowanych przez biologów sądach na temat organizacji społecznej uda się zdemaskować idee doboru grupowego. Koncepcja strategii ewolucyjnie stabilnej autorstwa Maynarda Smitha pomoże nam, po raz pierwszy w pełni, pojąć, w jaki sposób zbiorowisko niezależnych samolubnych bytów może zacząć przypominać pojedynczą zorganizowaną całość. Myślę, że uda się to nie tylko dla „organizacji społecznych” w obrębie gatunków, ale również dla ekosystemów i „zbiorowisk” składających się z wielu gatunków. Spodziewam się, że prędzej czy później pojęcie strategii ewolucyjnie stabilnej zrewolucjonizuje ekologię.

Możemy je również zastosować do zagadnienia, które w rozdziale 3 odłożyliśmy na później, a które pojawiło się tam przy okazji omawiania analogii wioślarzy siedzących w łodzi (reprezentujących geny w osobniku), którzy powinni przejawiać ducha pracy zespołowej. Geny podlegają doborowi nie pod kątem tego, czy każdy z nich jest „dobry” z osobna, lecz czy dobrze funkcjonują na tle innych genów w puli genowej. Skoro gen ma wraz z innymi genami zamieszkiwać wiele pokoleń ciał, to by być dobrym, musi działać z nimi w zgodzie i je uzupełniać. Gen na zęby służące rozdrabnianiu roślin jest dobrym genem w puli genów gatunku roślinożernego, ale złym w puli genów gatunku mięsożernego.

Łatwo sobie wyobrazić, że zgodna kombinacja genów będzie razem podlegała doborowi jako całość. Z tym właśnie mieliśmy do czynienia w przypadku mimikry motyli w przykładzie z rozdziału 3. Ale siła koncepcji strategii ewolucyjnie stabilnej polega na tym, że umożliwia zrozumienie, w jaki sposób ten sam rezultat można osiągnąć na drodze doboru zachodzącego wyłącznie na poziomie pojedynczego genu. Geny nie muszą być ze sobą sprzężone na jednym chromosomie.

Użyta wcześniej wioślarska analogia nie wystarcza do oddania tej myśli. Rozbudujmy ją więc następująco. Przypuśćmy, że dla osiągnięcia naprawdę dobrych wyników osada wioślarzy musi koordynować swoje wysiłki za pomocą mowy. Przypuśćmy jeszcze, że w puli wioślarzy, których trener ma do dyspozycji, niektórzy mówią tylko po angielsku, a niektórzy tylko po niemiecku. Anglicy nie są generalnie lepszymi czy gorszymi wioślarzami niż Niemcy, ale ze względu na to, że porozumiewanie się jest ważne, osada mieszana będzie rzadziej wygrywała wyścigi

niż osada w całości angielska lub w całości niemiecka.

Trener nie zdaje sobie z tego sprawy. Wciąż jedynie zestawia coraz to inne kombinacje zawodników, przyznając im punkty, jeśli znaleźli się w wygrywającej osadzie, i odbierając je, jeśli przegrali. Gdy pula, którą dysponuje, jest przypadkiem zdominowana przez Anglików, obecność Niemca w załodze może być przyczyną przegranej, ponieważ porozumienie pomiędzy zawodnikami ulega zerwaniu. I odwrotnie, jeśli pula jest zdominowana przez Niemców, Anglik spowoduje przegraną każdej osady, w której się znajdzie. Najlepszą z możliwych osad będzie więc nie załoga mieszana, lecz czysto angielska lub czysto niemiecka, czyli odpowiadająca jednemu z dwóch możliwych stanów stabilnych. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że całe grupy językowe są przez trenera selekcyjonowane jako jednostki. Lecz w rzeczywistości jest przecież inaczej. Selekcji poddawani są pojedynczy wioślarze na podstawie oceny ich zdolności do wygrywania wyścigów. Tak się zaś składa, że zdolności każdego z nich z osobna zależą od tego, jacy wioślarze obecni są w puli kandydatów. Kandydaci mniejszościowi są automatycznie eliminowani, nie dlatego że są złymi wioślarzami, ale po prostu dlatego, że są kandydatami mniejszościowymi. Analogicznie fakt, że geny są dobierane pod względem ich wzajemnego dopasowania, nie oznacza, że grupy genów muszą być postrzegane jako jednostki wspólnie podlegające doborowi - jak w przypadku motyli. Tak oto dobór zachodzący na poziomie pojedynczego genu może powodować powstanie złudzenia doboru, odbywającego się na jakimś wyższym poziomie.

W przykładzie tym dobór faworyzuje zwyczajne dostosowanie się do ogółu. Co jeszcze ciekawsze, geny mogą podlegać doborowi ze względu na swe wzajemne uzupełnianie się. Posługując się wciąż tą samą analogią, przypuśćmy, że idealnie zrównoważona załoga powinna składać się z czterech zawodników praworęcznych i czterech leworęcznych. I założmy, że trener - znowu nieświadom tego faktu - dobiera załogi na ślepo według indywidualnych osiągnięć. Wobec tego, jeśli pula kandydatów będzie zdominowana przez praworęcznych, każdy leworęczny będzie w korzystnym położeniu: łódź, w której się znajdzie, ma duże szanse na wygraną - zostanie więc uznany za dobrego wioślarza. I odwrotnie, w puli zdominowanej przez leworęcznych - w korzystnej sytuacji będzie praworęczny. Jest tu pewne podobieństwo do sytuacji jastrzębia, któremu dobrze się wiedzie w populacji gołębi, i gołębia dobrze prosperującego w populacji jastrzębi. Różnica polega na tym, że o ile tam mowa była o interakcjach między poszczególnymi osobnikami - maszynami przetrwania, to tu mowa jest o analogicznych interakcjach, ale zachodzących między genami wewnątrz ciała.

Proces selekcji „dobrych” wioślarzy dokonywany na ślepo przez trenera doprowadzi w końcu do sformowania idealnej osady składającej się z czterech leworęcznych i czterech praworęcznych. I będzie się wydawało, że wyselekcjonował ich wszystkich razem jako jedną kompletną, zrównoważoną jednostkę. Praktyczniej jednak będzie traktować go jako selekcyjonera, który działa na niższym poziomie, poziomie niezależnych kandydatów. Stan ewolucyjnie stabilny (pojęcie „strategii” w tym kontekście byłoby mylące) czterech leworęcznych i czterech praworęcznych pojawi się po prostu w wyniku selekcji na podstawowym poziomie, dokonywanej za względu na uzyskiwane osiągnięcia.

W długiej skali czasowej środowiskiem genu jest pula genowa. „Dobre” geny podlegają na ślepo doborowi jako te, które trwają w puli genowej. To nie jest teoria, to nie jest nawet zaobserwowany fakt - to tautologia. Interesujące jest pytanie, co decyduje o tym, że gen jest dobry. Jako pierwsze przybliżenie podałem, że o jakości genu decyduje jego zdolność do zbudowania sprawnych maszyn przetrwania - ciała. Musimy teraz wnieść do tego

sformułowania poprawki. Pula genowa będzie od tej chwili zdefiniowana jako stabilny ewolucyjnie zestaw genów, czyli taki, do którego nie może się wdrzeć żaden nowy gen. Większość nowych genów, które pojawiają się bądź to na drodze mutacji, bądź na drodze rekombinacji, bądź imigracji, jest szybko eliminowana przez dobór naturalny: przywrócone zostają proporcje ewolucyjnie stabilne. Od czasu do czasu udaje się pojedynczemu genowi przeniknąć do zestawu genów: udaje mu się rozprzestrzenić w puli genowej. Mamy do czynienia z przejściowym okresem niestabilności, kończącym się powstaniem nowego stabilnego ewolucyjnie zestawu - i oto ewolucja posunęła się o mały krok do przodu. Analogicznie do strategii agresji populacja może mieć kilka alternatywnych punktów stabilnych i może od czasu do czasu przeskakiwać z jednego stanu do drugiego. Postęp ewolucji jest zapewne nie tyle stałym wznoszeniem się, ile serią odrębnych przeskoków od jednego stabilnego *plateau* do drugiego.* Może to sprawiać wrażenie, iż cała populacja zachowuje się jak pojedyncza samoregulująca się jednostka. Ale jest to tylko złudzenie, spowodowane doborem zachodzącym na poziomie pojedynczego genu. Geny dobierane są według „zasług”. Ale te oceniane są na podstawie sprawności działania genu na tle zestawu ewolucyjnie stabilnego, którym jest aktualna pula genowa.

Koncentrując się na interakcjach agresywnych zachodzących między osobnikami, Maynard Smith potrafił wyjaśnić wiele spraw. Łatwo sobie wyobrazić stabilną proporcję ciał jastrzębi do ciał gołębi, ponieważ ciała to duże obiekty i możemy je łatwo zobaczyć. Ale interakcje zachodzące między genami znajdującymi się w odrębnych ciałach, to zaledwie szczyt góry lodowej. Olbrzymia większość ważnych oddziaływań między genami w zestawie ewolucyjnie stabilnym - w puli genowej - zachodzi w obrębie tych samych ciał. Oddziaływania te trudno dostrzec, ponieważ odbywają się wewnątrz komórek, a dokładniej w komórkach rozwijających się zarodków. Dobrze zintegrowane ciała istnieją dlatego, że są produktem stabilnego ewolucyjnie zestawu samolubnych genów.

Muszę jednak wrócić do głównego tematu tej książki, to jest do oddziaływań, jakie zachodzą na poziomie całych organizmów. Dla zrozumienia agresji poręczne było potraktowanie poszczególnych zwierząt jako niezależnych egoistycznych maszyn. Podejście to załamuje się, gdy przystępujemy do rozważań nad osobnikami blisko spokrewnionymi - braćmi i siostrami, krewnymi, rodzicami i dziećmi. Dzieje się tak dlatego, że w osobnikach spokrewnionych znaczący odsetek genów jest taki sam. Każdy samolubny gen musi więc dzielić swoje przywiązanie pomiędzy różne ciała. Wyjaśnia to następny rozdział.

ROZDZIAŁ 6

GENOWE MISTRZOSTWO

Czym jest samolubny gen? Pod pojęciem tym nie kryje się jakiś jeden fizycznie istniejący fragment DNA. Samolubny gen reprezentowany jest przez wszystkie swoje repliki rozproszone po świecie, właśnie tak jak w pierwotnym bulionie. Jeśli przyjęlibyśmy, że geny świadomie dążą do jakiegoś celu, to można by zadać pytanie: Czego taki pojedynczy samolubny gen stara się dokonać? (Formułując pytanie w ten sposób, musimy naturalnie cały czas pamiętać, że posługujemy się językiem umownym, i baczyc, byśmy potrafili, jeśli zechcemy, przełożyć go na precyzyjne pojęcia). Otóż dąży on do tego, by stać się liczniejszy w puli genowej. Osiąga to głównie poprzez współuczestnictwo w programowaniu ciał, w których się znajduje, czyniąc to w taki sposób, by ciała te przeżywały i rozmnażały się. Na tym etapie naszych rozważań położymy nacisk na to, że „gen”, podobnie jak firma, którą rozlokowano w wielu siedzibach, działa równocześnie w wielu różnych osobnikach. Kluczową zaś kwestią analizowaną w niniejszym rozdziale będzie potencjalna zdolność genu do wspomagania swoich replik, znajdujących się w innych ciałach. W rezultacie tego typu zdolności działanie, które na zewnątrz sprawiałoby wrażenie osobniczego altruizmu, byłoby w istocie powodowane genowym egoizmem.

Rozważmy gen na albinizm u człowieka. W rzeczywistości istnieje kilka genów, które mogą być przyczyną albinizmu, a ten rozważany przez nas jest po prostu jednym z nich. Jest genem recesywnym, co oznacza, że ktoś, kto jest albinosem, musi mieć ten gen w podwójnej dawce. Zdarza się to jednej na 20 000 osób. Ale u co siedemdziesiątego człowieka gen ten obecny jest w pojedynczej dawce i te osoby nie są albinosami. Ponieważ rozproszony jest wśród wielu osobników, mógłby teoretycznie wspomagać swoje trwanie w puli genów poprzez takie zaprogramowanie zamieszkiwanych przez siebie ciał, by te wykazywały altruistyczne zachowanie wobec innych albinosów, gdyż wiadomo przecież, że zawierają ten sam gen. Gen albinizmu mógłby się zgodzić nawet na to, by zginęły niektóre z niosących go ciał, o ile dzięki temu przetrwałyby inne ciała, zawierające ten sam gen. Gdyby gen albinizmu mógł spowodować, by jedno z jego ciał uratowało życie dziesięciu innym ciałom albinosów, wtedy nawet śmierć takiego altruisty będzie z nadwyżką skompensowana zwiększoną liczbą genów albinotycznych w puli.

Czy powinniśmy się zatem spodziewać, że albinosi będą dla siebie szczególnie przyjaźni? Odpowiedź na to pytanie jest raczej negatywna. Aby dowiedzieć się, dlaczego, porzucić musimy na chwilę naszą metaforę genu obdarzonego świadomością, ponieważ w tym kontekście staje się ona myląca. Powrócić musimy do ścisłego, choć bardziej rozwlekłego sposobu narracji. Geny albinizmu nie „chcą” w rzeczywistości przetrwać, ani też pomagać innym genom albinizmu. Ale jeśli przypadkiem taki gen sprawia, że zamieszkiwane przez niego ciała zachowują się altruistycznie wobec innych albinosów, to w rezultacie, chcąc nie chcąc, automatycznie będzie się stawał coraz liczniejszy w puli genów. By to jednak mogło nastąpić, gen musiałby wywierać na swoje ciała dwa niezależne oddziaływania. Nie tylko wywoływałby właściwy mu efekt w postaci bardzo jasnej cery, ale również skłonność do wybiórczego altruizmu wobec osobników o takiej cerze. Gdyby istniał gen o takim podwójnym działaniu, odniósłby w populacji bardzo duży sukces.

Jak już podkreślałem w rozdziale 3, jest możliwe, by geny wywierały kilka różnych skutków. Toteż teoretycznie może pojawić się gen nadający ciałom widoczne „znamię”, powiedzmy jasną skórę czy zieloną brodę,

czy cokolwiek innego, co rzuca się w oczy, a jednocześnie skłonność do szczególnej dobroci dla nosiciela tej widocznej etykiety. Niemniej jednak prawdopodobieństwo takiego zdarzenia nie jest zbyt duże. Posiadanie zielonej brody może być równie dobrze sprzężone z tendencją do wrastania paznokci w paluchach stóp czy dowolną inną cechą, a pociąg do zielonych bród - z niezdolnością do wyczuwania zapachu frezji. Szanse na to, by jeden i ten sam gen powodował powstanie zarówno odpowiedniego znamienia, jak i odpowiedniego rodzaju altruizmu, są niewielkie, choć teoretycznie nie można wykluczyć możliwości istnienia czegoś w rodzaju Zjawiska Altruizmu Zielonobrodych.

Umowny znak, taki jak zielona broda, to tylko jeden ze sposobów na ewentualne „rozpoznanie” przez gen swoich kopii rezydujących w innych osobnikach. A czy są inne? Oto najprostszy z możliwych sposobów. Posiadacz genu altruistycznego mógłby być rozpoznany po tym, że dokonuje aktów altruizmu. Gen dobrze by prosperował w puli genów, gdyby „powiedział” swojemu ciału coś w tym rodzaju: „Jeśli A tonie, gdyż próbował ratować kogoś od utonięcia, skacz i ratuj A”. Genowi takiemu wiodłoby się dobrze, istniałaby bowiem większa od przeciętnej szansa, że A zawiera ten sam, ratujący życie, gen altruistyczny. To, że A próbuje kogoś ratować, jest znamieniem, czymś takim jak zielona broda. Jednak choć jest już mniej umownym znakiem od zielonej brody, wciąż wszystko to wydaje się raczej nieprawdopodobne. Czy są zatem w ogóle możliwe jakiegokolwiek sposoby na „rozpoznanie” przez geny obecności ich kopii w innych osobnikach?

Otóż tak. Nietrudno wykazać, że wśród bliskich krewnych - rodziny - prawdopodobieństwo obecności takich samych genów jest większe od przeciętnej. Od dawna było oczywiste, że właśnie to musi być przyczyną powszechności altruizmu rodziców wobec ich potomstwa. Zasługą R. A. Fishera, J. B. S. Haldane’a, a w szczególności W. D. Hamiltona było uświadomienie nam, że odnosi się to także do innych bliskich związków pokrewieństwa - braci, sióstr, bratanków, siostrzenic, bliskich kuzynów. Jeśli dla ratowania dziesięciu swoich bliskich krewnych ginie jeden osobnik, wraz z nim ginie jedna kopia genu na altruizm krewniaczy, ale jednocześnie uratowana zostaje większa liczba kopii tego samego genu.

Określenia „większa liczba” czy „bliscy krewni” brzmią trochę nieściśle. Ale, jak wykazał Hamilton, można ten problem zanalizować w sposób bardziej precyzyjny. Jego dwa artykuły opublikowane w 1964 roku są w dziedzinie etologii społecznej jednymi z najważniejszych prac, jakie kiedykolwiek napisano, i nigdy nie mogłem zrozumieć, czemu etologowie tak je zlekceważyli (w indeksach dwóch głównych podręczników etologii, z których oba wydane były w 1970 roku, nie figuruje nawet jego nazwisko).^{*} Szczęśliwie ostatnio dają się zauważyć oznaki wzrostu zainteresowania jego ideami. Wprawdzie artykuły Hamiltona są napisane językiem matematycznym, lecz ich podstawowe tezy z łatwością można uchwycić w sposób intuicyjny, bez angażowania aparatu matematycznego, choć odbędzie się to kosztem pewnych uproszczeń. Chcemy zatem wyliczyć, jakie jest prawdopodobieństwo, że dwa osobniki – powiedzmy dwie siostry - mają taki sam gen.

Dla prostoty zakładam, że geny, które rozważamy, są rzadkie w puli genowej jako całości.^{*} Większość ludzi ma taki sam „gen na bycie nie-albinosem”, niezależnie od tego, czy są spokrewnieni, czy nie. Powodem większego rozpowszechnienia takiego genu jest to, że albinosy mają w przyrodzie mniejsze szanse na przeżycie niż nie-albinosy, choćby dlatego, że oślepia ich słońce, skutkiem czego mają mniejsze szanse, by dostrzec zbliżającego się drapieżnika. Nie chodzi nam jednak o uzasadnienie rozpowszechnienia w puli genowej genów w tak oczywisty sposób „dobrych”, jak gen na bycie nie-albinosem. Interesuje nas przedstawienie sukcesu odnoszonego przez geny

jako bezpośredniego rezultatu ich altruizmu. Możemy więc przyjąć, że geny o takich własnościach są rzadkie, przynajmniej na wczesnych etapach swej ewolucji. Ważne wtedy staje się to, że nawet jeśli gen jest rzadki w całej populacji, w obrębie rodziny będzie występował z dużą częstością. Zarówno ja, jak i ty, mamy pewną liczbę genów, które w całej populacji są rzadkie. Jednak bardzo małe są szanse na to, że obydwoj mamy te same rzadko występujące geny. Natomiast szanse, że moja siostra ma jakiś rzadki gen, który mam ja, są całkiem spore, podobnie jak szanse, że wspólnie z tobą jakiś rzadki gen ma twoja siostra. Szanse wynoszą w tym przypadku dokładnie 50 procent i łatwo wyjaśnić dlaczego.

Przyjmijmy, że masz jedną kopię genu G. Musiałeś otrzymać ją albo od ojca, albo od matki (dla ułatwienia możemy pominąć różne mniej prawdopodobne możliwości - że G jest nową mutacją, że mieli go obydwój rodzice lub że którykolwiek z rodziców miał go w dwóch kopiach). Niech ten gen pochodzi od twojego ojca. Oznacza to, że każda typowa komórka jego ciała zawierała jedną kopię G. Jak zapewne pamiętasz, każdemu wytworzonym przez siebie plemnikowi mężczyzna przydziela połowę swoich genów. Tak więc szansa na to, że gen G trafi do plemnika, z którego udziałem poczęta została twoja siostra, i wynosi 50 procent. Gdybyś gen G otrzymał od swojej matki, dokładnie takie samo rozumowanie wykaże, że musiała go zawierać połowa jej komórek jajowych, i szanse na to, że twoja siostra ma G, wynoszą tak samo 50 procent. Znaczy to, że gdybyś miał setkę rodzeństwa - braci i sióstr, w przybliżeniu 50 osób miałyby twój dowolny rzadki gen. Znaczy to również, że jeśli masz 100 rzadkich genów, w ciele każdego z twoich braci i sióstr znajduje się około 50 z tych genów. Ten sam rodzaj kalkulacji można przeprowadzić dla dowolnego wybranego stopnia pokrewieństwa. Trzeba jedynie pamiętać, jakie pokrewieństwo łączy rodzica z dzieckiem. Jeśli masz jedną kopię genu H, szansa na to, że którekolwiek z twoich dzieci również go ma, wynosi 50 procent, ponieważ połowa twoich komórek płciowych zawiera H, a każde z twoich dzieci powstało z jednej z tych komórek płciowych. Jeśli masz jedną kopię genu J, szansa na to, że twój ojciec również miał J wynosi 50 procent, ponieważ połowę swoich genów otrzymałeś od niego, a połowę od swojej matki. Wygodnie jest do tego celu używać współczynnika spokrewnienia, który odzwierciedla prawdopodobieństwo, z jakim dwaj krewni mają ten sam gen. Współczynnik spokrewnienia między dwoma braćmi wynosi $1/2$, ponieważ połowa genów, które ma jeden z braci, znajdzie się u drugiego. Jest to wartość średnia: trafem meiotycznej loterii dwóch braci może przypadkiem mieć więcej lub mniej niż połowę wspólnych genów. Natomiast spokrewnienie między rodzicem a dzieckiem zawsze wynosi dokładnie $1/2$.

Wyprowadzanie wyliczeń za każdym razem od podstaw byłoby nużące, oto więc prosta, orientacyjna metoda obliczania współczynnika spokrewnienia między dowolnymi dwoma osobnikami A i B. Może przyda ci się ona przy sporządzaniu testamentu lub do interpretacji zewnętrznego podobieństwa w obrębie twojej rodziny. Sprawdza się we wszystkich typowych przypadkach, nie radzi sobie jednak ze związkami kazirodczymi i, jak się o tym przekonamy, z pokrewieństwem spotykanym u pewnych gatunków owadów.

Zacząć w niej należy od zidentyfikowania wszystkich wspólnych przodków A i B. Dla pary kuzynów (np. braci ciotecznych) wspólnymi przodkami są ich dziadek i babka. Wszyscy przodkowie znalezionego przez nas wspólnego przodka są również, rzecz jasna, wspólnymi przodkami A i B. My jednak pomijamy wszystkich z wyjątkiem najbliższych wspólnych przodków, których kuzyni mają tylko dwóch. Jeśli B jest potomkiem A w linii prostej, na przykład jego wnukiem, „wspólnym przodkiem”, którego szukamy, będzie sam A.

Ustaliwszy wspólnego (wspólnych) przodków A i B, należy obliczyć dzielącą ich odległość pokoleniową.

Robi się to następująco. Wychodząc od A należy iść w górę drzewa genealogicznego, dopóki nie natrafi się na wspólnego przodka, a następnie zejść w dół do B. Odległością pokoleniową jest suma kroków w górę i w dół drzewa. Jeśli, dajmy na to, A jest wujkiem B - odległość pokoleniowa wynosi 3. Wspólnym przodkiem jest (przykładowo) ojciec A i dziadek B. Startując od A wspinamy się o jedno pokolenie, by dotrzeć do wspólnego przodka. By teraz zejść po drugiej stronie do B, trzeba pokonać dwa pokolenia. Tak więc odległość pokoleniowa wynosi $1 + 2 = 3$.

Ustalwszy odległość pokoleniową pomiędzy A i B dla danego wspólnego przodka, należy wyliczyć na tej podstawie tę część ich spokrewnienia, za którą odpowiedzialny jest ten przodek. W tym celu podnosimy $1/2$ do potęgi równej odległości pokoleniowej. Jeśli odległość pokoleniowa wynosi 3, to mnożymy $1/2 \times 1/2 \times 1/2$, czyli $(1/2)^3$. Jeśli odległość pokoleniowa poprzez danego przodka wynosi g kroków, część spokrewnienia, za którą odpowiedzialny jest ten przodek, równa jest $(1/2)^g$.

Jest to jednak dopiero część spokrewnienia, jakie istnieje między A i B. Jeśli mają więcej niż jednego wspólnego przodka, musimy zsumować wartości wyliczone w ten sposób dla każdego z nich z osobna. Na ogół odległość pokoleniowa dla pary osobników jest taka sama wobec wszystkich wspólnych przodków. Wyliczywszy więc spokrewnienie między A i B, za które odpowiedzialny jest jeden z przodków, w praktyce wystarczy jedynie pomnożyć je przez liczbę przodków. Kuzyni na przykład mają dwóch wspólnych przodków i dystans pokoleniowy poprzez każdego z nich wynosi 4. Ich spokrewnienie wynosi więc $2 \times (1/2)^4 = 1/8$. Jeśli A jest prawnukiem B, odległość pokoleniowa wynosi 3, natomiast liczba wspólnych „przodków” wynosi 1 (jest nim sam B), spokrewnienie ma zatem wartość $1 \times (1/2)^3 = 1/8$. Z punktu widzenia genetycznego twój kuzyn równoważny jest twojemu prawnukowi. Analogicznie, z równym prawdopodobieństwem możesz „wdać się” w swojego wuja (spokrewnienie = $2 \times (1/2)^3 = 1/4$), jak i w swojego dziadka (spokrewnienie = $1 \times (1/2)^2 = 1/4$).

W przypadku pokrewieństwa tak odległego, jak pomiędzy krewnymi w czwartym pokoleniu, czyli kuzynami trzeciego stopnia (np. rodzeństwem „cioteczno-cioteczno-ciotecznym”, czy też „cioteczno-stryjeczno-wujecznym” itp.: $2 \times (1/2)^8 = 1/128$), zbliżamy się już do podstawowego poziomu prawdopodobieństwa, z jakim określony gen obecny u osobnika A będzie się również znajdował w dowolnym osobniku wybranym z populacji. Dla altruistycznego genu kuzyn trzeciego stopnia znaczy niewiele więcej niż pierwszy lepszy Tom, Dick czy Harry. Kuzynostwo drugiego stopnia (spokrewnienie = $1/32$) znaczy tylko nieco więcej, kuzynostwo pierwszego stopnia już dużo więcej ($1/8$). Rodzeni bracia i siostry oraz rodzice i dzieci są bardzo ważni ($1/2$), a bliźniak jednojajowy (spokrewnienie = 1) jest dla swego brata czy siostry równie ważny, jak on sam. Wszyscy wujowie i ciotki, siostrzenice i bratankowie, dziadkowie i wnuki, przyrodni bracia i siostry, u których współczynnik spokrewnienia wynosi $1/4$, zajmują pozycję pośrednią.

Przygotowaliśmy więc oto grunt dla znacznie precyzyjniejszych rozważań na temat genów na altruizm krewniaczy. Gen na gotowość do samobójczego ratowania pięciorga kuzynów nie stałby się liczniejszy w populacji, ale gen na ratowanie pięciu braci lub dziesięciorga kuzynów - już tak. Minimum konieczne dla odniesienia sukcesu przez gen altruizmu za cenę życia wymaga uratowania więcej niż dwojga rodzeństwa (względnie dzieci lub rodziców), lub też więcej niż czworga rodzeństwa przyrodniego (bądź wujów, ciotek, siostrzeńców, bratanców, dziadków czy wnuków), więcej niż ośmiorga kuzynów, itd. Gen taki statystycznie uchowa się w na tyle licznych uratowanych przez altruistę osobnikach, że kompensuje to śmierć samego altruisty.

Gdyby dany osobnik mógł mieć pewność, że określona osoba jest jego bliźniakiem jednojajowym, jej dobro powinno mu być równie bliskie, jak jego własne. Każdy gen na altruizm bliźniaczy będzie siłą rzeczy niesiony przez obydwu bliźniaków, toteż gdy jeden ginie, poświęcając się dla ratowania drugiego, gen będzie żył nadal. U pancernika, zwanego pebą lub tatusją, miot stanowią jednojajowe czworaczki. O ile wiem, nie donoszono o żadnych wyczynach ofiarnego samopoświęcenia wśród młodych pancerników, zwrócono jednak uwagę, że bez wątpienia należałoby się u nich spodziewać silnego altruizmu, warto więc może wybrać się do Ameryki Południowej i poświęcić trochę czasu obserwacjom.*

Rozumiemy więc teraz, że opieka rodzicielska jest tylko szczególnym przypadkiem altruizmu krewniaczego. Z genetycznego punktu widzenia osobnik dorosły powinien poświęcić osieroconemu młodszemu bratu tyle samo troski i uwagi, ile swoim własnym dzieciom. Jego spokrewnienie z każdym z nich jest dokładnie takie samo - 1/2. W myśl pojęć doboru genowego gen na altruizm wobec starszej siostry powinien rozprzestrzeniać się w populacji z równym powodzeniem, jak gen na altruizm wobec rodziców. Takie postawienie sprawy upraszcza jednak zbyt rzeczywistość, i to pod wieloma względami, którymi zajmiemy się później. W istocie opieka nad siostrą lub bratem jest daleko rzadziej spotykana w przyrodzie niż opieka rodzicielska. Podkreślam jednak z naciskiem, że z genetycznego punktu widzenia w relacjach rodzice-dzieci nie ma niczego wyjątkowego w porównaniu z relacją brat-siostra. Fakt, że rodzice przekazują swoje geny dzieciom, podczas gdy siostry siostronom nie przekazują, nie ma tu nic do rzeczy, ponieważ obie siostry otrzymały identyczne kopie tych samych genów od tych samych rodziców.

Niektórzy stosują termin „dobór krewniaczy”, by odróżnić ten rodzaj doboru naturalnego od doboru grupowego (zróżnicowanej przeżywalności grup) i doboru osobniczego (zróżnicowanej przeżywalności osobników). Dobór krewniaczy byłby odpowiedzialny za powstanie altruizmu wewnątrzrodzinnego. Im pokrewieństwo jest bliższe, tym silniejsza byłaby presja selekcyjna. Niestety, być może, trzeba będzie zaniechać używania tego terminu, gdyż choć sam w sobie poprawny, ostatnio zbyt często pojawia się w błędnym kontekście, co w przyszłości może wprowadzić wśród biologów zamęt i dezorientację. W swojej znakomitej książce *Sociobiology: The New Synthesis* (Socjobiologia: nowa synteza) E. O. Wilson definiuje dobór krewniaczy jako szczególny przypadek doboru grupowego. Z zamieszczonego w niej diagramu jasno wynika, że uważa go za coś pośredniego między doбором osobniczym a doбором grupowym rozumianym w sposób tradycyjny - taki jaki przedstawiłem w rozdziale 1. Dobór grupowy - nawet w myśl definicji samego Wilsona - oznacza zróżnicowaną przeżywalność grup osobników. Rodzina jest wprawdzie w pewnym sensie specjalnym rodzajem grupy, lecz przecież cała istota wywodu Hamiltona leży właśnie w tym, że rozgraniczenie między rodziną a nie-rodziną nie jest ostre, albowiem opiera się na zasadach statystyki matematycznej. W żadnym miejscu teorii Hamiltona nie znajdziemy twierdzenia, że zwierzęta powinny zachowywać się altruistycznie wobec wszystkich „członków rodziny” i egoistycznie w stosunku do pozostających poza nią. Między rodziną i nie-rodziną nie da się poprowadzić wyraźnej linii. Nie musimy decydować, czy zaliczyć do grupy rodzinnej, powiedzmy, kuzynów drugiego stopnia, czy też nie. Spodziewamy się po prostu, że szanse takich kuzynów na zaznanie altruizmu stanowią 1/16 tych szans, jakie na skorzystanie z altruizmu ma potomstwo czy rodzeństwo. Dobór krewniaczy stanowczo nie jest szczególnym przypadkiem doboru grupowego.* Jest szczególną konsekwencją doboru genowego.

Definicja doboru krewniaczego Wilsona ma jeszcze poważniejszy niedostatek. Potomstwo nie zalicza się

według niego do krewnych!* Toż z pewnością wie doskonale, że potomkowie są krewnymi swoich rodziców, ale dla uzasadnienia altruistycznej opieki rodziców nad swoim potomstwem woli nie przywoływać teorii doboru krewniaczego. Ma oczywiście prawo do definiowania pojęć według swojego uznania, ale definicja ta jest szczególnie myląca i mam nadzieję, że Wilson ją zmieni w przyszłych wydaniach swojej cieszącej się zasłużonym uznaniem książki. Z punktu widzenia genetycznego opieka rodzicielska i altruizm bratersko-siostrzany wyewoluowały z tych samych powodów: i w jednym, i w drugim przypadku istnieją duże szanse, że gen na altruizm obecny jest w ciele obdarowanego.

Czytelnika niespecjalistę proszę o wyrozumiałość za ten krytyczny akcent i wracam pośpiesznie do głównego tematu. Swój wywód opierałem dotąd na nieco uproszczonych założeniach i oto przyszła pora, by wprowadzić doń pewne udoskonalenia. Posługiwałem się elementarnymi pojęciami samobójczych genów na ratowanie życia określonej liczby krewnych o dokładnie znanym stopniu pokrewieństwa. Oczywiście, w naturze nie należy się spodziewać, by zwierzęta liczyły, ilu dokładnie krewnych ratują, ani by dokonywały w swoich głowach zaleconych przez Hamiltona kalkulacji, nawet gdyby potrafiły się dowiedzieć, kto jest ich bratem i krewnym. W realnym życiu, miast stuprocentowo pewnego samobójstwa czy gwarantowanego „ratunku”, mamy do czynienia ze statystycznym ryzykiem śmierci własnej i innych. Nawet ktoś spokrewniony z nami w czwartym pokoleniu może być wart uratowania, jeśli sami ryzykujemy przy tym bardzo nieznacznie. Zresztą przecież zarówno ty, jak i krewny, którego zamierzasz uratować, i tak kiedyś umrzecie. Każdy osobnik ma „spodziewany czas życia”, który z pewnym marginesem błędu mógłby wyliczyć ubezpieczeniowy rzeczoznawca. Uratowanie życia krewnego, który wkrótce umrze ze starości, ma mniejszy wpływ na zawartość puli genowej przyszłych pokoleń niż uratowanie życia kogoś, kto jest w równym stopniu spokrewniony, ale większość życia ma przed sobą.

W naszych eleganckich symetrycznych wyliczeniach stopnia spokrewnienia musimy więc uwzględnić nieścisłe szacunki rzeczoznawcy. Dziadkowie i wnuki mają z punktu widzenia genetycznego jednakowe powody, by zachowywać się wobec siebie altruistycznie, ponieważ mają wspólną 1/4 swoich genów. Ale skoro spodziewany czas życia wnuków jest dłuższy niż dziadków, geny na altruizm dziadka wobec wnuka mają większą przewagę selekcyjną niż geny na altruizm wnuka wobec dziadka. Jest całkiem możliwe, że korzyść netto wynikająca z przysługi wyświadczonej młodemu dalekiemu krewnemu jest wyższa niż korzyść netto z pomocy udzielonej krewnemu bliskiemu, ale staremu. (Nawiasem mówiąc, dziadkowie nie zawsze mają krótszy spodziewany czas życia niż wnuki. U gatunków o dużej śmiertelności wśród młodych osobników prawdziwe może być rozumowanie brzmiące dokładnie przeciwnie do podanego powyżej).

Ciągnąc analogię rzeczoznawcy, osobniki można traktować jako agentów prowadzących ubezpieczenia na życie. Można się spodziewać, że dla ratowania czyjegoś życia osobnik zainwestuje, czyli zaryzykuje część własnego majątku. Bierze pod uwagę swoje z nim spokrewnienie, jak również to, czy jest on „rozsądnym ryzykiem”, rozumianym jako proporcja jego spodziewanego czasu życia do spodziewanego czasu życia ubezpieczającego. Ścisłe mówiąc, powinniśmy powiedzieć: „spodziewanych możliwości rozrodczych”, zamiast: „spodziewanego czasu życia”, a jeszcze ściślej: „domniemanej ogólnej zdolności do działania w interesie swoich genów w przyszłości”. Wtedy, aby mogło wyewoluować zachowanie altruistyczne, ryzyko netto altruisty musi być mniejsze niż zysk netto obdarowanego, pomnożony przez współczynnik spokrewnienia między nimi. W taki oto sposób - skomplikowany i przypominający kalkulacje rzeczoznawcy - trzeba liczyć ryzyko i korzyści.

Lecz jakich skomplikowanych wyliczeń można się spodziewać po biednej maszynie przetrwania, zwłaszcza gdy zmuszona jest do pośpiechu!* Nawet sam J. B. S. Haldane, znakomity specjalista od biologii matematycznej, w artykule z 1955 roku (w którym na długo przed Hamiltonem postulował możliwość rozprzestrzeniania się genu na ratowanie bliskich krewnych od utonięcia) stwierdził: „[...] w dwóch przypadkach, w których zdarzyło mi się wyciągnąć z wody (przy minimalnym ryzyku z mojej strony) ludzi, którzy inaczej prawdopodobnie by utonęli, nie miałem czasu na dokonywanie takich wyliczeń”. Szczęśliwie jednak, i Haldane wiedział o tym dobrze, nie ma potrzeby zakładać, że maszyny przetrwania świadomie dokonują w swych głowach obliczeń. Tak jak możemy używać suwaka logarytmicznego, nie zdając sobie sprawy, że posługujemy się logarytmami, podobnie i zwierzę może być wcześniej zaprogramowane w taki sposób, że swoim zachowaniem sprawia wrażenie, iż wykonuje skomplikowane obliczenia.

Nie jest to aż tak trudne do wyobrażenia, jakby się wydawało na pierwszy rzut oka. Gdy człowiek podrzuca piłkę wysoko w powietrze, a potem ją łapie, zachowuje się tak, jakby rozwiązał serię równań różniczkowych, aby przewidzieć trajektorię lotu piłki. Może nawet nie wiedzieć, czym są równania różniczkowe, i mogą go one mało obchodzić, lecz na jego sprawność posługiwania się piłką nie będzie to miało żadnego wpływu. Gdzieś w podświadomości odbywa się coś funkcjonalnie równoważnego obliczeniom matematycznym. Podobnie, gdy przed podjęciem trudnej decyzji ktoś rozważa wszystkie za i przeciw oraz wszelkie możliwe do przewidzenia konsekwencje tej decyzji, wykonuje tym samym funkcjonalny odpowiednik obliczania „sumy ważonej”, jaką wyliczyłby komputer.

Gdybyśmy mieli zaprogramować komputer tak, by symulował modelową maszynę przetrwania podejmującą decyzje o ewentualnym zachowaniu altruistycznym, należałoby to zrobić mniej więcej następująco. Powinniśmy przygotować listę wszystkich możliwych działań zwierzęcia. Następnie dla każdego z tych alternatywnych wzorców zachowania powinniśmy zaprogramować obliczenie sumy ważonej. Wszelkie ewentualne korzyści miałyby znak dodatni, a wszelkie ponoszone ryzyko - znak ujemny. Przed zsumowaniem waga zarówno korzyści, jak i ryzyka byłaby pomnożona przez odpowiedni współczynnik spokrewnienia. Na początku, dla uproszczenia, możemy zignorować inne czynniki, na przykład te dotyczące wieku i zdrowia. Ponieważ spokrewnienie osobnika z sobą samym wynosi 1 (bo ma on - jakżeby inaczej - 100 procent własnych genów), jego własne straty i korzyści w ogóle nie będą podlegały dewaluacji, w obliczeniach będzie im przydawana pełna waga. Ostateczna suma dla któregośkolwiek z alternatywnych wzorców zachowań wyglądać będzie następująco: korzyść netto wynikająca z przyjęcia danego wzorca zachowania = korzyść własna - ryzyko własne + 1/2 korzyści brata - 1/2 ryzyka brata + 1/2 korzyści drugiego brata - 1/2 ryzyka drugiego brata + 1/8 korzyści kuzyna - 1/8 ryzyka kuzyna + 1/2 korzyści dziecka - 1/2 ryzyka dziecka + itd.

Wynikiem sumowania będzie liczba zwana sumaryczną korzyścią netto dla danego wzorca zachowania. Następnie zwierzę modelowe wylicza odpowiednią sumę dla każdego z alternatywnych wzorców zachowań, jakie ma w swoim repertuarze. W końcu wybiera ten wzorzec zachowania, który w rezultacie daje najwyższą korzyść netto. Nawet gdyby wszystkie wyniki były ujemne, powinien podjąć działanie najwyżej notowane: najmniejsze zło. Pamiętajmy, że każde pozytywne działanie wiąże się ze zużyciem energii i stratą czasu, które mogłyby być przeznaczone na inny cel. Jeśli brak jakichkolwiek działań okaże się „zachowaniem” o największej korzyści netto, modelowe zwierzę nie będzie robiło nic.

A oto bardzo uproszczony przykład, tym razem przedstawiony w postaci monologu wewnętrznego, a nie symulacji komputerowej. Jestem zwierzęciem, które właśnie znalazło kępkę ośmiu grzybów. Po uwzględnieniu ich wartości odżywczej i po odjęciu pewnej liczby wyrażającej niewielkie ryzyko, że mogą być trujące, szacuję wartość każdego z nich na +6 jednostek (są to umowne jednostki zysku, podobne do tych, które zastosowałem w poprzednim rozdziale). Grzyby są tak wielkie, że udałoby mi się zjeść tylko trzy. Czy o moim znalezisku powinienem jeszcze kogoś poinformować, wydając „zawołanie pokarmowe”?

W zasięgu głosu znajduje się mój rodzony brat B (jego spokrewnienie ze mną wynosi $1/2$), kuzyn C (spokrewnienie ze mną = $1/8$) i osobnik D (niespokrewniony, jego spokrewnienie ze mną da się wyrazić jakąś niewielką liczbą, którą ze względów praktycznych można przyjąć za zero). Jeśli nie zdradzę się z moim znaleziskiem, mój zysk netto będzie wynosić +6 za każdy ze zjedzonych trzech grzybów, czyli w sumie +18. Ustalenie mojego zysku netto, gdybym wydał z siebie zawołanie pokarmowe, wymaga niewielkich obliczeń. Osiem grzybów zostanie podzielone równo pomiędzy nas czterech. Mój zysk ze zjedzenia dwóch grzybów będzie wynosił pełne +6 jednostek za każdy, czyli w sumie +12. Ale ze względu na wspólnotę genów osiągnę* również pewien zysk, gdy mój rodzony brat i brat cioteczny też zjedzą po dwa grzyby. Rzeczywisty rezultat wyniesie więc $(1 \times 12) + (1/2 \times 12) + (1/8 \times 12) + (0 \times 12) = +19 \frac{1}{2}$. Analogiczny zysk netto po przyjęciu wariantu egoistycznego wynosi +18: wyniki są wprawdzie zbliżone, ale werdykt jest oczywisty. Powinienem wydać zawołanie pokarmowe. Moim samolubnym genom opłaci się ten altruizm.

Dokonałem tu upraszczającego założenia, że o tym, co jest najlepsze dla genów, decyduje zwierzę, które je ma. W rzeczywistości zaś dzieje się tak, że pula genów stopniowo wypełnia się tymi genami, które - sterując ciałami w odpowiedni sposób - sprawiają, że zachowują się one tak, jakby dokonywały obliczeń. Tak czy owak obliczenia te są zaledwie pierwszym przybliżeniem tego, czym powinny być w doskonałej postaci. Pomijają wiele aspektów, w tym wiek zainteresowanych osobników. Ponadto korzyść netto z zawołania pokarmowego będzie większa, jeśli zjadłem właśnie porządną porcję, bo zdołałbym zjeść tylko jeden grzyb, niż gdybym zawołanie to wydał będąc wygłodniały. Nie ma końca stopniowym udoskonaleniom obliczeń, zbliżającym je do ideału. Ale prawdziwe życie nie toczy się w idealnym świecie. Nie możemy oczekiwać od rzeczywistości istniejących zwierząt brania pod uwagę najdrobniejszych szczegółów przy wypracowywaniu optymalnej decyzji. Dopiero obserwacje i eksperymenty prowadzone w warunkach naturalnych pozwolą nam ustalić, jak bliskie perfekcji w analizie strat i zysków są prawdziwe zwierzęta.

Aby upewnić się, że stroniczo dobrane przykłady nie odwiodły nas zbyt daleko od rzeczywistości, powróćmy teraz na chwilę do języka genowego. Żywe ciała są maszynami zaprogramowanymi przez geny, które przetrwały. Właśnie te geny dokonały tego w warunkach, które były w przeszłości najbardziej charakterystyczne dla środowiska gatunku. Toteż, podobnie jak przy podejmowaniu decyzji przez człowieka, „ocena” zysków i strat oparta jest na „doświadczeniach” z przeszłości. Doświadczenie to oznacza jednak w tym przypadku doświadczenie genu, a mówiąc ściślej, odzwierciedla warunki, w jakich przetrwali jego poprzednicy. (Ponieważ geny wyposażają maszyny przetrwania w zdolność do uczenia się, należy uznać, że przy dokonywaniu niektórych ocen zysków i strat może być zaangażowane również doświadczenie osobnicze). Dopóki warunki nie zmieniają się zbyt drastycznie, oceny te będą trafne, a maszyny przetrwania, statystycznie rzecz biorąc, będą podejmowały trafne decyzje. Jeśli warunki radykalnie się zmieniają, maszyny przetrwania zaczną popełniać błędy, a to, rzecz jasna, odbije się na ich genach. Tak

już jest - również ludzkie decyzje, powzięte na podstawie nieaktualnych informacji, bywają błędne.

Ocena współczynnika spokrewnienia może być również źródłem błędów i niepewności. W naszych uproszczonych wyliczeniach zakładaliśmy dotąd, że maszyny przetwarzania wiedzą, kto jest z nimi spokrewniony i jak blisko. W rzeczywistości taka niepodważalna pewność występuje rzadko; najczęściej spokrewnienie można określić jedynie jako wartość przybliżoną. Przypuśćmy na przykład, że A i B są braćmi, lecz z równym prawdopodobieństwem przyrodniymi jak rodzonymi. Ich spokrewnienie wynosi $1/4$ lub $1/2$, ponieważ jednak nie znamy prawdy, użyteczną w praktyce wartością jest średnia z tych dwóch liczb, czyli $3/8$. Jeśli pewni jesteśmy tego, że A i B mają wspólną matkę, a szansę na to, że mają także wspólnego ojca, wynoszą 1 do 10, wtedy mamy 90 procent pewności, że są braćmi przyrodniymi, i 10 procent, że są braćmi rodzonymi - a zatem ich spokrewnienie efektywne wyraża się liczbą $1/10 \times 1/2 + 9/10 \times 1/4 = 0,275$.

Mówimy bezosobowo, że coś jest pewne w 90 procentach. Lecz nasuwa się pytanie - kto jest pewny w 90 procentach? Czy to przyrodnik po długich obserwacjach w terenie nabral 90-procentowej pewności, czy też może zwierzęta są w 90 procentach pewne? Otóż przy odrobinie szczęścia obie strony mogą być bliskie osiągnięcia tej samej pewności. By to zrozumieć, musimy się zastanowić, w jaki sposób zwierzęta mogą w praktyce uporać się z ustaleniem, kto jest ich bliskim krewnym.*

Nasi krewni są nam znani, ponieważ nam o nich powiedziano, ponieważ nadajemy im imiona, zawieramy z nimi formalne związki małżeńskie oraz dlatego, że prowadzimy pisemne rejestry i mamy dobrą pamięć. Wielu antropologów zaabsorbowanych jest zagadnieniem „pokrewieństwa” w badanych przez siebie społecznościach. Nie chodzi im jednak o prawdziwe pokrewieństwo genetyczne, lecz o idee pokrewieństwa duchowego i kulturowego. W ludzkich zwyczajach i rytuałach plemiennych do pokrewieństwa przywiązuje się zawsze dużą wagę, oddawanie czci przodkom jest szeroko rozpowszechnione, a obowiązki i oddanie wobec rodziny są nadrzędnymi wytycznymi postępowania. Krwawe wendety i wojny klanów łatwo zinterpretować w duchu teorii genetycznej Hamiltona. Tabu nałożone na kazirodztwo świadczy o wielkiej randze przypisywanej pokrewieństwu przez ludzi, choć korzyść genetyczna płynąca z tego tabu nie ma nic wspólnego z altruizmem, polega zapewne raczej na unikaniu szkodliwych skutków ujawnienia się w wyniku krzyżowania wsobnego genów recesywnych. (Z jakichś powodów wielu antropologom nie podoba się to wyjaśnienie)*.

Na jakiej podstawie dzikie zwierzęta mogłyby „wiedzieć”, kim są ich krewni, lub, inaczej mówiąc, jakie reguły zachowań, do których stosują się zwierzęta, mogłyby pośrednio sugerować, że są one świadome pokrewieństwa? Reguła „bądź dobry dla krewnych” rodzi pytanie o praktyczny sposób rozpoznawania pokrewieństwa. Zwierzęta musiałyby zostać wyposażone przez geny w prostą zasadę działania, w coś co nie wymagałoby dogłębnej świadomości ostatecznego celu, ale mimo to byłoby skuteczne, przynajmniej w typowych warunkach. My, ludzie, nawykliśmy do reguł. Tkwią one w nas tak silnie, że jeśli mamy ciasny umysł, to przestrzegamy reguł nawet wtedy, gdy doskonale zdajemy sobie sprawę, że ani my, ani żaden inny człowiek nie ma z tego pożytku. Na przykład ortodoksyjni żydzi i muzułmanie wolą umrzeć z głodu, niż złamać zakaz spożywania wieprzowiny. Jakich prostych, praktycznych reguł mogłyby przestrzegać zwierzęta, by w typowych warunkach miało to pośredni dobroczynny wpływ na ich bliskich krewnych?

Przejawianie przez zwierzęta skłonności do zachowań altruistycznych wobec osobników, które zewnętrznie są do nich podobne, w jakimś stopniu służyłoby pośrednio dobru krewnych. Wiele jednak zależałoby od

charakterystycznych własności danego gatunku. Zawsze też decyzje podejmowane w myśl tej reguły byłyby „poprawne” tylko w sensie statystycznym. Gdyby nastąpiła zmiana warunków, na przykład gatunek zacząłby żyć w znacznie większych grupach, mogłoby to pociągnąć za sobą błędne decyzje. Niewykluczone, że uprzedzenia rasowe mogą być interpretowane jako irracjonalne uogólnienie istniejącej w doborze krewniaczym tendencji do identyfikowania się z osobnikami fizycznie podobnymi i do odtrącania osobników odmiennych pod względem wyglądu zewnętrznego.

U gatunków, których członkowie nie wykazują zbytnej ruchliwości lub przemieszczają się w małych grupach, przypadkowo napotkany osobnik z dużym prawdopodobieństwem będzie dość bliskim krewnym. W tym przypadku reguła: „Czyń dobrze każdemu członkowi swojego gatunku, z którym się zetkniesz” może mieć dodatnią wartość przeżywalności, co znaczy, że geny usposabiające swoich nosicieli do przestrzegania tej reguły mogłyby stać się liczniejsze w puli genowej. Z tego, być może, powodu tak często odnotowuje się zachowania altruistyczne w stadach małych i wielorybów. Wieloryby i delfiny topią się, jeśli uniemożliwi się im zaczerpnięcie powietrza. Obserwowano przypadki, gdy młode walenie i sztuki zranione, które nie mogły podплыć do powierzchni, były podtrzymywane przez udzielających im pomocy towarzyszy. Nie wiadomo, czy wieloryby mają jakiś sposób, by dowiedzieć się, kto jest ich bliskim krewnym, ale niewykluczone, że wiedza ta nie jest im potrzebna. Możliwe, iż sumaryczne prawdopodobieństwo, że przeciętny członek grupy to krewniak, jest na tyle duże, że altruizm wart jest poniesionych kosztów. Nawiasem mówiąc, istnieje przynajmniej jedno dobrze udokumentowane doniesienie o uratowaniu tonącego pływaka przez dzikiego delfina. Wypadek ten można potraktować jako wdrożenie reguły ratowania tonących członków grupy, tyle że skierowane w niewłaściwym kierunku. Zawarta w regule „definicja” tonącego członka grupy mogłaby brzmieć tak: „Długi przedmiot miotający się i krztuszący tuż pod powierzchnią wody”.

Obserwowano, jak w obronie stada przed drapieżnikami takimi jak lampart dorosłe samce pawiana ryzykowały swoje życie. Jest wielce prawdopodobne, że statystycznie rzecz biorąc, każdego z dorosłych samców wiąże z innymi członkami stada całkiem spora liczba wspólnych genów. Tak więc gen, który „powiada” swemu ciału: „Jeśli jesteś dorosłym samcem, broń stada przed lampartami”, może stać się liczniejszy w puli genów. Zanim rozstaniemy się z tym często przytaczanym przykładem, gwoli uczciwości należy nadmienić o przynajmniej jednym, pochodzącym z wiarygodnego źródła, doniesieniu o całkiem odmiennych zachowaniach tych zwierząt. Odnotowała je badaczka obserwująca pawiany: otóż gdy pojawia się lampart, dorosłe samce ulatniają się jako pierwsze.

Kurczęta karmione w stadkach rodzinnych zawsze podążają za matką. W swoim repertuarze mają dwa podstawowe zawołania. Oprócz wspomnianego już przeze mnie głośnego ostrego pisku wydają z siebie w czasie jedzenia krótki, melodyjny świergot. Piski, których skutkiem jest przywołanie matki na pomoc, są przez inne kurczęta ignorowane. Natomiast świergot je przywabia. Czyli, gdy jedno kurczę znajdzie pokarm, jego świergot przywołuje do pokarmu także inne kurczęta. A więc - podobnie jak w podanym wcześniej hipotetycznym przykładzie - świergot jest „zawołaniem pokarmowym”. Tak jak i w tamtym przypadku, pozorny altruizm kurcząt można bez trudu wytłumaczyć działaniem doboru krewniaczego. W naturze kurczęta byłyby rodzonymi braćmi i siostrami, toteż jeśli koszty ponoszone przez świergotującego stanowią mniej niż połowę korzyści netto pozostałych kurcząt, gen na wydawanie świergotu pokarmowego rozpowszechni się. Skoro korzyściami obdzielony zostaje cały lęg, liczący na ogół więcej niż dwoje kurcząt, nietrudno wyobrazić sobie spełnienie tego warunku. Reguła ta chyba

celu w warunkach domowych czy hodowlanych, gdy kura nioska nasadzana jest na nie swoje jaja, często nawet indyjskie lub kacze. Lecz nie oczekujmy, że kura bądź jej kurczęta będą zdawać sobie z tego sprawę. Ich zachowanie ukształtowało się pod wpływem warunków, które normalnie przeważają w przyrodzie, a w przyrodzie na ogół nie znajduje się obcych w swoim gnieździe.

Jednak od czasu do czasu i w przyrodzie mogą się zdarzać tego typu pomyłki. U gatunków żyjących stadnie lub grupowo osierocone młode może być adoptowane przez obcą samicę, przeważnie taką, która straciła swoje własne dziecko. Obserwatorzy małą często używają słowa „ciotka” na określenie adoptującej samicy. W większości przypadków nie ma dowodów, że jest ona w istocie ciotką czy w ogóle małą w jakikolwiek sposób spokrewnioną z adoptowanym młodym, toteż, gdyby obserwatorzy małą byli bardziej świadomi genetycznego podłoża zachowań, zapewne nie szafowaliby bezkrytycznie tak ważnym słowem, jak „ciotka”. Najczęściej jednak adopcję, choćby nie wiem jak bardzo ten akt nas poruszał, należy traktować jako przykład błędnie skierowanego działania zaprogramowanej reguły postępowania. Albowiem z faktu, że samica wychowuje sierotę, jej geny nie mają żadnego pożytku. Traci czas i energię, którą mogłaby zainwestować z korzyścią dla życia swoich krewnych, w szczególności swoich przyszłych dzieci. Pomyłka taka, jak można sądzić, zdarza się zbyt rzadko, by doborowi naturalnemu opłacało się „zawracać sobie głowę” takimi modyfikacjami reguły, które instynkt macierzyński uczyniłyby bardziej selektywnym. Nawiasem mówiąc, w wielu przypadkach do adopcji nie dochodzi i sierota, zostawiona sama sobie, ginie. Istnieje przykład pomyłki tak skrajnej, że można by go uznać nie tyle za pomyłkę, ile za dowód przeciwko teorii samolubnego genu. Jest to przypadek małych matek, które straciwszy własne dziecko, kradną młode innej samicy i opiekują się nim. Według mnie czyn ten jest podwójnym błędem, ponieważ adoptująca samica nie tylko marnuje swój własny czas, ale uwalnia również rywalkę od brzemienia opieki nad dzieckiem, dając jej sposobność do wcześniejszego wydania na świat następnego potomka. Przykład ten ma w mojej opinii znaczenie kluczowe i wymaga starannego rozważenia. Musimy ustalić, jak często się to zdarza, jakie może być przeciętne spokrewnienie między adoptującą a przysposobianym dzieckiem oraz w jaki sposób odnosi się do tego jego prawdziwa matka - w końcu adopcja taka jest dla niej korzystna. Czy aby nie jest tak, że matki próbują rozmyślnie naciągnąć naiwne młode samice na adopcję swojego potomstwa? (Sugerowano również, że korzyści odnoszą też samice adoptujące i porywające dzieci, ponieważ opiekując się nimi zdobywają cenne doświadczenia w sztuce wychowywania potomstwa).

Przykładu rozmyślnego wykorzystywania błędnie skierowanego instynktu macierzyńskiego dostarczają kukułki i inne „pasożyty lęgowe” - ptaki, które podrzucają swoje jaja do cudzych gniazd. Eksploatują one wbudowaną w zachowania ptasich rodziców zasadę: „Bądź dobry dla każdego młodego ptaka, który siedzi w zbudowanym przez ciebie gnieździe”. Gdyby nie kukułki, reguła ta zapewniałaby pożądany efekt ograniczenia altruizmu do osobników najbliższej spokrewnionych. Przecież gniazda są wystarczająco od siebie oddalone, by zawartość twojego własnego gniazda z pewnością stanowiły twoje własne pisklęta. Dorosłe mewy srebrzyste nie rozpoznają własnych jaj i ochoczo będą wysiadywać jaja innych mew, a nawet proste drewniane imitacje podłożone przez eksperymentatora. W warunkach naturalnych umiejętność rozpoznawania jaj nie jest mewom potrzebna, ponieważ jaja nie mogą się odturlać na tyle daleko, by znaleźć się w pobliżu odległego o kilka metrów gniazda sąsiada. Mewy rozpoznają jednak swoje pisklęta, a te w przeciwieństwie do jaj łatwo mogą zbłądzić i znaleźć się w pobliżu gniazda sąsiada, na którym siedzi dorosły osobnik, co, jak dowiedzieliśmy się w rozdziale 1, ma często

fatalne skutki.

Natomiast nurzyki potrafią na podstawie wzoru plamek rozpoznać swoje jaja i tylko te będą wysiadywać. Ta zdolność jest przypuszczalnie wynikiem gniazdowania na nagich skałach, gdzie istnieje możliwość przetoczenia się i przemieszania jaj. Ktoś mógłby zapytać, dlaczego tak im zależy na rozpoznaniu i wysiadywaniu tylko swoich? Przecież gdyby każdy zadbał o to, by wysiadywać jakies jaja, nie miałyby znaczenia, czy każda z matek siedzi na jajach zniesionych przez siebie, czy przez kogoś innego. W ten sposób brzmiałby argument zwolennika teorii doboru grupowego. Rozważmy jednak, co by się stało, gdyby zawiązał się taki krąg wzajemnej opieki nad dziećmi. Nurzyki znoszą zwykle jedno jajo. Oznacza to, że dla sprawnego działania klubu wzajemnej opieki nad potomstwem każda samica musiałaby wysiadywać przeciętnie jedno jajo. Przypuśćmy teraz, że któraś z nich się wymiguje i odmawia wysiadywania jaja. Zamiast tracić czas na wysiadywanie, może go przecież przeznaczyć na złożenie większej liczby jaj, którymi – i tu ujawnia się cały urok tego schematu - zaopiekują się inne, bardziej altruistycznie nastawione samice. Przestrzegalyby one lojalnie ogólnej przyjętej zasady: „Gdy widzisz w pobliżu gniazda bezpieczne jajo, przygarnij je i wysiaduj”. Tym samym gen na wykorzystywanie takiego systemu rozprzestrzeniłby się w populacji, co przyniosłoby kres przyjaznemu i dobroczynnemu kółku opiekuńczemu.

„Chwileczkę - powie ktoś - a jeśli uczciwe ptaki zareagują na taki szantaż odmownie, obstając przy wysiadywaniu jednego i tylko jednego jaja? Zniweczyłoby to plany nieuczciwych ptaków. Gdyby zobaczyły, że nikt nie wysiaduje złożonych przez nie jaj, tylko walają się one po skałach, przywołałoby to je do porządku”. Niestety, nie. Skoro zakładamy, że wysiadywacze nie odróżniają jednego jaja od drugiego, to nawet gdyby uczciwe ptaki wdrożyły swój plan przeciwdziałania nieuczciwości, nie wysiadywane jaja mogłyby być równie dobrze jajami ptaków wymigujących się od pracy, jak też ich własnymi. Ptaki nieuczciwe wciąż miałyby przewagę, ponieważ składałyby więcej jaj, a zatem więcej ich dzieci by przeżyło. Jedynym sposobem, w jaki uczciwy nurzyk mógłby temu zaradzić, byłoby rozróżnianie swoich jaj i wysiadywanie tylko ich. Czyli zaprzestanie altruizmu i pilnowanie własnych interesów.

By użyć języka Maynarda Smitha, altruistyczna „strategia” adopcji nie jest strategią ewolucyjnie stabilną. Jej niestabilność oznacza, że może być wyparta przez konkurencyjną strategię samolubną, polegającą na składaniu większej, niż się należy, liczby jaj, a następnie odmowie ich wysiadywania. Ta samolubna strategia również jest niestabilna, dlatego że wykorzystuje niestabilną strategię altruistyczną, a więc zaniknie i ona. Dla nurzyków jedyną strategią ewolucyjnie stabilną jest rozróżnianie jaj i wysiadywanie jaj wyłącznie swoich, i tak się właśnie dzieje.

Ptaki śpiewające, na których pasożytują kukułki, przeciwdziałają ich procederowi nie poprzez zapamiętywanie wyglądu własnych jaj, ale przez instynktowne rozróżnianie jaj o cechach typowych dla własnego gatunku. Sposób ten jest skuteczny, ponieważ nie istnieje zagrożenie pasożytnictwem ze strony członków własnego gatunku.* Z kolei odpowiedzią kukułek jest coraz doskonalsze upodabnianie swoich jaj do jaj gospodarza pod względem koloru, rozmiaru i wzoru plam. Proceder ten jest przykładem kłamstwa, które często odnosi skutek. Rezultatem tego ewolucyjnego wyścigu zbrojeń stała się zadziwiająca perfekcja w mimikrze jaj kukułki. Możemy sądzić, że pewna część kukułczych jaj i piskląt zostaje „wykryta”, ale nie wykryte przeżywają i następne pokolenia kukułczych jaj składają takie, którym udało się uniknąć zdemaskowania. Tym samym w puli genów kukułek rozprzestrzeniają się geny na coraz doskonalsze oszustwo. Analogicznie, największy wkład do swojej puli genowej mają ci ptasi gospodarze, których oczy są wystarczająco bystre, by wykryć każdą najdrobniejszą niedoskonałość w

mimikrze kukułczych jaj. Tak więc baczne i bystre oczy przekazywane są następnemu ich pokoleniu. Jest to dobry przykład, jak dobór naturalny może udoskonalić umiejętność rozróżniania własnego od cudzego, umożliwiającą w tym przypadku zneutralizowanie inwazji ze strony innego gatunku, który z kolei ze wszystkich sił stara się nie dopuścić do skutecznego rozróżnienia.

Wróćmy teraz do problemu porównania „oceny” swojego pokrewieństwa wobec innych członków grupy, dokonanej przez zwierzę, z analogiczną oceną sformułowaną przez przyrodnika obserwującego zwierzęta w terenie. Brian Bertram spędził wiele lat studiując biologię lwów żyjących w Parku Narodowym Serengeti. Na podstawie swojej wiedzy o ich zwyczajach rozrodczych oszacował stopień przeciętnego spokrewnienia między osobnikami w typowym stadzie lwów. Na sformułowaną przez niego ocenę złożyły się następujące fakty. Typowe stado składa się z siedmiu dorosłych samic, które są raczej stałymi jego członkiniami, i dwóch dorosłych samców, pozostających w nim tylko czasowo, gdyż wędrują od stada do stada. W przybliżeniu połowa dorosłych samic rodzi w tym samym czasie i wychowuje swoje młode razem, tak że trudno jest stwierdzić, które młode jest czyje. Typowa liczebność miotu wynosi troje młodych. Ojcostwo miotów może być w równym stopniu przypisane obu dorosłym samcom. Młode samice zostają w stadzie i zastępują stopniowo samice stare, które umierają albo odchodzą, dorastające młode samce są natomiast odpędzane. Gdy dorosną, wędrują od stada do stada w niewielkich grupach liczących dwa lub więcej spokrewnionych osobników, ale mają małe szanse natrafienia na swą macierzystą grupę.

Stosując te i inne założenia można, jak się okazuje, obliczyć przeciętny współczynnik spokrewnienia dwóch osobników w typowym stadzie lwów. Z wyliczeń Bertrama wynikła wartość 0,22 dla dwóch przypadkowo wybranych samców i 0,15 dla dwóch dowolnych samic. To znaczy, że samce w obrębie stada są średnio nieco bardziej odległe niż bracia przyrodni, a samice nieco sobie bliższe niż kuzynki.

Naturalnie konkretni dwaj osobnicy mogą być rodzonymi braćmi, ale Bertram w żaden sposób nie może mieć co do tego pewności i idę o zakład, że lwy również tego nie wiedzą. Z drugiej jednak strony, oszacowane przez Bertrama średnie wartości są w pewnym sensie dostępne także i lwom. Przy założeniu, że liczby te są rzeczywiście typowe dla przeciętnego ich stada, każdy gen, który nastraja samce, by wobec innych samców zachowywały się niemal tak, jak wobec przyrodnych braci, miałby dodatnią wartość przeżywalności. Każdy gen, który posunąłby się za daleko i sprawił, że samce zachowywałyby się wobec siebie w sposób tak przyjazny, jak należałoby się zachowywać wobec rodzonego brata, statystycznie byłby eliminowany, podobnie jak gen na zbyt mało przyjazne wzajemne traktowanie się - powiedzmy, jak kuzyni drugiego stopnia. Jeśli fakty z życia lwów przedstawiają się tak, jak mówi Bertram, i, co równie ważne, pozostają takie same od wielu pokoleń, możemy się spodziewać, że dobór naturalny będzie faworyzował taki stopień altruizmu, jaki w sam raz odpowiada przeciętnemu stopniowi spokrewnienia w typowym stadzie. I to właśnie miałem na myśli, mówiąc, że oceny stopnia pokrewieństwa dokonywane przez zwierzę i przez znającego się na rzeczy przyrodnika mogą się okazać bardzo do siebie zbliżone.*

Dochodzimy więc do wniosku, że dla ewolucji altruizmu istotne może być nie tyle prawdziwe spokrewnienie, ile jego ocena, możliwie najtrafniejsza, jakiej zwierzę może dokonać. Ten fakt jest przypuszczalnie kluczem do zrozumienia, dlaczego opieka rodzicielska zdarza się w naturze daleko częściej i sprawowana jest ze znacznie większym poświęceniem niż altruizm bratersko-siostrzany oraz dlaczego zwierzęta same siebie cenią wyżej nawet od kilkorga swoich braci. Mówiąc w skrócie, mam na myśli to, że oprócz współczynnika spokrewnienia powinno się brać pod uwagę również swego rodzaju współczynnik „pewności”. Choć bowiem pokrewieństwo

między rodzicem a dzieckiem nie jest pod względem genetycznym bliższe od pokrewieństwa brata z siostrą, to jednak większa jest co do niego pewność. Na ogół masz większą pewność, kto jest twoim dzieckiem, niż kto jest twoim bratem. A największą co do tego - kto jest tobą samym!

Rozważaliśmy możliwość występowania nieuczciwości wśród nurzyków. W następnych rozdziałach na temat kłamców, oszustów i wyzyskiwaczy powiemy dużo więcej. W świecie pełnym osobników wyczekujących tylko dogodnej okazji do wykorzystania krewniaczego altruizmu dla swoich własnych celów maszyna przetrwania musi dokładnie rozważać, komu może zaufać, kogo może być naprawdę pewna. Jeśli B jest naprawdę moim młodszym bratem, miara poświęcanego mu zaangażowania powinna sięgać połowy moich starań o siebie samego i być równa zaangażowaniu wkładanemu w moje własne dziecko. Lecz czy brata mogę być tak pewnym, jak własnego dziecka? Skąd wiem, że jest moim młodszym bratem?

Jeśli C jest moim jednojajowym bliźniakiem, powinienem dbać o niego dwa razy bardziej niż o własne dzieci, faktycznie powinienem cenić jego życie nie mniej niż własne.* Ale czy mogę być tego pewnym? Jest wprawdzie do mnie podobny, ale może to jedynie skutek przypadku, że mamy obaj takie same geny na rysy twarzy? Nie, nie poświęcę dla niego swojego życia, choć, co jest możliwe, ma on 100 procent moich genów; tego, że ja mam 100 procent swoich genów jestem pewny absolutnie. Dla siebie jestem więc wart więcej niż on. Jestem jedynym osobnikiem, do którego każdy z moich samolubnych genów może żywić ufność. I choć teoretycznie gen na egoizm osobniczy mógłby być wyparty przez konkurencyjny gen na altruistyczne uratowanie przynajmniej jednego bliźniaka, dwojga dzieci lub rodzeństwa, przynajmniej czworga wnucząt itd., gen na osobniczy egoizm ma olbrzymią przewagę, jaką daje pewność co do osobniczej tożsamości. Konkurencyjny gen na altruizm krewniaczy narazi na popełnienie błędu identyfikacji, będącego dziełem czystego przypadku lub efektem rozmyślnego działania oszustów i pasożytów. W przyrodzie powinniśmy więc oczekiwać większego poziomu egoizmu osobniczego niż ten, który przewidzielibyśmy, biorąc pod uwagę jedynie pokrewieństwo genetyczne.

U wielu gatunków matka może być bardziej pewna tożsamości swojego potomka niż ojciec. Matka rodzi dziecko lub składa jajo, które można zobaczyć i dotknąć, jest więc na dobrej drodze do osiągnięcia absolutnej pewności, kto nosi jej własne geny. Nieszczęsny ojciec jest znacznie bardziej podatny na oszustwo. Spodziewać się więc należy, że ojcowie będą wkładać mniej wysiłku niż matki w opiekę nad młodymi. O innych jeszcze powodach, które uprawniają nas do takich oczekiwań, dowiemy się z rozdziału poświęconego walce płci (rozdział 9). Analogicznie, babki ze strony matki będą pewniejsze swoich wnuków niż babki ze strony ojca, można się więc po nich spodziewać więcej altruizmu niż po tych drugich. Pokrewieństwa z dziećmi swoich córek mogą być bowiem pewne, lecz ich synowie mogli być zdradzeni. Natomiast dziadkowie ze strony matki są pewni swoich wnuków w takim samym stopniu, jak babki ze strony ojca, ponieważ i jedni, i drudzy muszą w swoich ocenach uwzględnić jedno pokolenie, dające pewność spokrewnienia, i jedno będące źródłem niepewności. Analogicznie, wujowie ze strony matki winni być zainteresowani dobrem swoich siostrzeńców i siostrzenic bardziej niż wujowie ze strony ojca i zasadniczo powinni być altruistyczni w takim samym stopniu jak ciotki. W istocie w społeczeństwie, w którym niewierność małżeńska jest na porządku dziennym, wujowie ze strony matki powinni przejawiać więcej altruizmu niż „ojcowie”, ponieważ mają więcej podstaw do przekonania o swoim pokrewieństwie z dzieckiem. Wiedzą, że matka dziecka jest co najmniej ich przyrodnią siostrą. „Legalny” ojciec nie wie nic. Nie są mi znane fakty, które potwierdzałyby powyższe przewidywania, mimo to przedstawiam je w nadziei, że może zna je ktoś inny lub zechce

ich poszukać. Przypuszczam, że zwłaszcza antropologowie kulturowi mogliby dostarczyć wielu ciekawych informacji.*

Wracając do wyjściowego zagadnienia, częstsze występowanie altruizmu rodzicielskiego niż altruizmu braterskiego da się, jak sądzę, w sensowny sposób wytłumaczyć jako rezultat „trudności identyfikacyjnych”. Nie wyjaśnia to jednak zasadniczej asymetrii, jaka widoczna jest w relacji rodzice-dzieci. Rodzice dbają o swoje dzieci bardziej niż dzieci o swoich rodziców, choć pokrewieństwo genetyczne jest własnością symetryczną, a pewność spokrewnienia ma dla obu zainteresowanych stron tę samą wartość. Jednym z powodów jest zapewne to, że rodzice są w praktyce lepiej predysponowani do pomocy swoim dzieciom, gdyż są starsi i bardziej kompetentni w rzemiośle życia. Nawet gdyby dziecko chciało nakarmić swoich rodziców, nie jest odpowiednio wyposażone, by móc w praktyce tego dokonać.

W relacjach rodzice-dzieci widoczna jest jeszcze jedna asymetria, której nie obserwujemy w relacjach brat-siostra. Dzieci są oczywiście młodsze od swoich rodziców. To często, choć nie zawsze, oznacza, że mają dłuższy spodziewany czas życia. Jak podkreśliłem wcześniej, spodziewany czas życia jest ważnym czynnikiem, który zwierzę powinno umieścić w swoich „kalkulacjach”, jeśli chce podjąć możliwie jak najlepszą „decyzję” o dokonaniu altruistycznego czynu. U gatunków, u których dzieci mają dłuższy średni spodziewany czas życia niż rodzice, każdy gen na altruizm przejawiany przez dzieci wobec rodziców działałby na swoją szkodę. Nadawałby skłonność do altruistycznego samopoświęcenia na korzyść osobników, którzy są bliżsi śmierci ze starości niż sam altruista. Natomiast gen na altruizm rodzicielski, przy uwzględnieniu w obliczeniach tego samego czynnika - spodziewanego czasu życia - byłby w sytuacji korzystnej.

Słyszy się czasami twierdzenie, że dobór krewniaczy jest znakomitą teorią, ale przykłady jego działania w praktyce są nieliczne. Tak sformułować krytykę może tylko ktoś, kto nie rozumie, czym jest dobór krewniaczy. Toż wszelkie przykłady ochrony potomstwa i opieki rodzicielskiej, jak również wszystkie służące temu części ciała: gruczoły mleczne, torby kangurów i tak dalej są przejawami działania w naturze zasady doboru krewniaczego. Krytycy są oczywiście świadomi wszechobecności opieki rodzicielskiej, ale nie rozumieją, że opieka ta jest nie gorszym przykładem doboru krewniaczego niż altruizm bratersko-siostrzany. Gdy domagają się przykładów, mają na myśli przykłady inne niż opieka rodzicielska, i prawdą jest, że takie przykłady są rzadsze. Sugerowałem już wcześniej, jakie mogą być przyczyny tego stanu rzeczy. Mógłbym, zboczywszy z obranej drogi, przytoczyć przykłady altruizmu bratersko-siostrzanego - z pewnością znalazłoby się ich kilka. Nie chcę tego jednak uczynić, ponieważ wzmocniłoby to błędny pogląd (głoszony, jak już wiemy, przez Wilsona), że dobór krewniaczy dotyczy w szczególności innych pokrewieństw niż to, które łączy rodziców z dziećmi.

Przyczyny ugruntowania się tego błędu mają tło historyczne. Korzyść ewolucyjna opieki rodzicielskiej jest tak oczywista, że nie musieliśmy czekać, aż obwieści nam to Hamilton. Już od czasów Darwina rozumiano to doskonale. Gdy Hamilton wykazywał genetyczną równoważność i znaczenie dla ewolucji innych rodzajów pokrewieństw, musiał, rzecz jasna, położyć większy nacisk właśnie na te inne niż łączące rodziców i dzieci. Przytaczał w szczególności przykłady ze świata owadów społecznych, takich jak mrówki i pszczoły, u których pokrewieństwo między siostrami jest szczególnie ważne, o czym dowiemy się z następnego rozdziału. Słyszałem nawet, jak niektórzy przyznawali się do przeświadczenia, iż teoria Hamiltona ma zastosowanie tylko do owadów społecznych!

Jeśli ktoś zaprzecza temu, że opieka rodzicielska jest przejawem działania doboru krewniaczego, niech spróbuje sformułować ogólną teorię doboru naturalnego, która będzie przewidywała istnienie altruizmu rodzicielskiego, ale nie uwzględni altruizmu między krewnymi należącymi do tego samego pokolenia. Myślę, że mu się to nie uda.

ROZDZIAŁ 7

PLANOWANIE RODZINY

Nietrudno zrozumieć, czemu chciano oddzielić opiekę rodzicielską od innych rodzajów altruizmu krewniaczego. Opieka rodzicielska, w przeciwieństwie do altruizmu wobec siostrzeńca, sprawia wrażenie integralnej części procesu rozmnażania. Ja także uważam, że odmienność, jaka się tu kryje, jest naprawdę ważna, jej sedno jest jednak błędnie pojmowane. Rozmnażanie i opiekę rodzicielską przeciwstawiano innym odmianom altruizmu. W rozróżnieniu, którego ja chcę dokonać, po jednej stronie kładę powoływanie na świat nowych osobników, po drugiej zaś - opiekę nad już istniejącymi osobnikami. Te dwa rodzaje aktywności będę nazywał odpowiednio rodzeniem dzieci i opieką nad dziećmi. Pojedyncza maszyna przetrwania musi podejmować dwa odmienne zestawy decyzji: decyzje opiekuńcze i decyzje rozrodcze (przy czym użyte przeze mnie słowo „decyzja” oznacza nieświadome posunięcie strategiczne). Decyzje opiekuńcze mają taką postać: „Oto dziecko; jego stopień spokrewnienia ze mną jest taki a taki; szanse jego śmierci, jeśli go nie nakarmię, są takie a takie; czy powinienem je nakarmić?” Natomiast decyzje rozrodcze wiążą się z takimi rozważaniami: „Czy powinienem starać się ze wszystkich sił powołać na świat nowego osobnika? Czy powinienem się rozmnażać?” Te dwa rodzaje aktywności osobnika - opieka i rozród - będą w sposób nieunikniony do pewnego stopnia konkurować ze sobą o jego czas i inne zasoby. Może on być zmuszony do dokonania wyboru: „Czy mam się opiekować tym dzieckiem, czy też raczej urodzić nowe?”

W zależności od wymagań środowiskowych, właściwych danemu gatunkowi, stabilne ewolucyjnie mogą być różne proporcje strategii opiekuńczych i rozrodczych. Jedynie strategia czysto opiekuńcza nie może być ewolucyjnie stabilna. Gdyby wszystkie osobniki tak dalece poświęciły się opiece nad już istniejącymi dziećmi, że zaniechałyby wydawania na świat nowych, populacja wkrótce uległaby inwazji mutantów - osobników wyspecjalizowanych w rodzeniu. Opieka może być stabilna ewolucyjnie tylko jako część strategii mieszanej, w której swój udział ma również rozród.

Gatunki, które są nam lepiej znane - ssaki i ptaki - to znakomici opiekunowie. Po decyzji o urodzeniu kolejnego dziecka z reguły następuje decyzja o opiece nad nim. Skłonność do łączenia tych dwóch zjawisk bierze się właśnie stąd, że rodzenie dzieci i opieka nad nimi w praktyce tak często występują razem. Ale z punktu widzenia samolubnych genów w zasadzie nie ma różnicy między opieką nad młodszym bratem a opieką nad nowo narodzonym synem. Obydwaj są z tobą spokrewnieni w jednakowym stopniu. Gdybyś musiał wybierać między nakarmieniem jednego albo drugiego, za wyborem twojego rodzzonego syna nie przemawiają żadne genetyczne przesłanki. Z drugiej jednak strony, z definicji, nie możesz urodzić młodszego brata. Możesz się nim jedynie opiekować, o ile wcześniej ktoś inny wyda go na świat. W poprzednim rozdziale analizowaliśmy, jak poszczególne maszyny przetrwania powinny w teorii decydować o tym, czy zachować się altruistycznie wobec innych, już istniejących osobników. W tym rozdziale przyjrzymy się, w jaki sposób powinny podejmować decyzje o tym, czy wydawać na świat nowe osobniki.

Kontrowersja wokół „doboru grupowego”, o której wspominałem w rozdziale 1, rozgorzała wokół tej właśnie kwestii. Stało się tak dlatego, że Wynne-Edwards, który się głównie przyczynił do rozpowszechnienia idei doboru grupowego, głosił ją w kontekście teorii „regulacji liczebności populacji”.^{*} Sugerował, że dla dobra grupy jako całości poszczególne zwierzęta rozmyślnie i altruistycznie redukują liczbę swojego potomstwa.

Hipoteza ta jest bardzo atrakcyjna, ponieważ doskonale odpowiada temu, co powinien czynić każdy z nas. Ludzkość wydaje na świat zbyt wiele dzieci. Wielkość populacji zależy od czterech czynników: narodzin, śmierci, imigracji i emigracji. Dla całości światowej populacji imigracji i emigracji nie można brać pod uwagę; pozostają narodziny i zgony. Dopóki para ludzi będzie miała przeciętnie więcej niż dwoje dzieci dożywających wieku, w którym wydadzą własne potomstwo, liczba urodzonych dzieci będzie się rokrocznie zwiększała, i to w stale rosnącym tempie. Z każdym pokoleniem liczebność populacji, zamiast rosnąć o stałą wielkość, rośnie raczej o stały ułamek tego rozmiaru, który do tej pory osiągnęła. Ponieważ jej rozmiar również staje się coraz większy, rośnie więc i wielkość przyrostu. Gdyby pozwolić na taki nie kontrolowany wzrost, populacja zaskakująco szybko osiągnęłaby liczebność astronomiczną.

Nawiasem mówiąc, wzrost populacji zależy zarówno od tego, ile ludzie mają dzieci, jak i od tego, kiedy je mają; z czego nie zdają sobie sprawy nawet osoby zatroskane problemami populacyjnymi. Skoro populacje rosną o pewien ułamek z każdym pokoleniem, roczne tempo przyrostu populacji będzie mniejsze, jeśli zwiększymy odległości pomiędzy pokoleniami. Transparenty głoszące: „Poprzestań na dwojce” mogłyby być z równym powodzeniem zastąpione hasłem: „Zaczynj po trzydziestce”! W każdym razie, rosnące tempo wzrostu populacji jest zwiastunem poważnych kłopotów.

Wszyscy prawdopodobnie zetknęliśmy się z przykładami wstrząsających obliczeń, jakie przytacza się dla uzmysłowienia tego problemu. Przykładowo, obecna populacja Ameryki Łacińskiej wynosi około 300 milionów ludzi, z których wielu już teraz nie dojada. Gdyby jednak wielkość populacji rosła dalej w obecnym tempie, za mniej niż 500 lat nastąpiłby moment, w którym ludzie słóczeni w pozycji stojącej uformowałiby zwarty „ludzki dywan” pokrywający cały kontynent. Byłby on zwarty, nawet gdyby ludzie ci byli bardzo chudzi - założenie dość realistyczne. Za 1000 lat od dziś staliby jedni na drugich w ponad milionie warstw. Za 2000 lat ludzka bryła, rozrastając się z prędkością światła, osiągnęłaby granice znanego wszechświata.

Nie uszło zapewne twojej uwagi, że wyliczenia te są jedynie teoretyczne! W rzeczywistości tak się nie stanie z kilku praktycznych powodów. Ich nazwy to głód, epidemia i wojna, lub też, jeśli dopisze nam szczęście, kontrola urodzeń. Powoływanie się na postępy w rolnictwie - zielone rewolucje i tym podobne środki zaradcze - nie ma najmniejszego sensu. Wzrost produkcji żywności może przejściowo zażegnać problem, ale z matematyczną nieuchronnością powróci on nieco później. W rzeczywistości - podobnie jak postęp medycyny, który przyspieszył nadejście kryzysu - raczej tylko pogorszy to sytuację, zwiększając tempo przyrostu populacji. Wobec nierealności masowej emigracji w przestrzeń kosmiczną, raketami startującymi w liczbie kilku milionów na sekundę, nie kontrolowana liczba urodzeń prowadzi w sposób nieubłaganie logiczny do przerażającego wzrostu tempa zgonów. Aż trudno uwierzyć, że tej prostej prawdy nie rozumieją ci przywódcy, którzy wzbraniają swoim zwolennikom stosowania skutecznych metod antykoncepcji. Głoszą wyższość „naturalnych” metod ograniczania populacji, i taka właśnie naturalna metoda jest rezultatem ich działalności. Zwie się śmiercią głodową.

Niepokój wywołany przez przytoczone tu wyliczenia ma, rzecz jasna, swe źródło w trosce o przyszłe dobro całego naszego gatunku. Ludzie (przynajmniej niektórzy z nich) potrafią świadomie wybiegać myślą naprzód i dostrzec katastrofalne skutki nadmiernego wzrostu populacji. Natomiast podstawę rozważań w tej książce stanowi założenie, że maszynami przetrwania kierują samolubne geny, od których z całą pewnością nie można oczekiwać spoglądania w przyszłość ani troski o dobro gatunku jako całości. W tym właśnie punkcie Wynne-Edwards rozmija

się z ortodoksyjnymi wyznawcami teorii ewolucji. Uważa on bowiem, że możliwe jest wyewoluowanie autentycznej, altruistycznej kontroli urodzeń.

Kwestią nie dość wyeksponowaną w pismach Wynne'a-Edwardsa i popularyzującego jego poglądy Ardrey'a jest istnienie znacznej liczby powszechnie akceptowanych faktów, które nie podlegają dyskusji. Jest faktem oczywistym, że populacje dzikich zwierząt nie przyrastają w tempie astronomicznym, do czego byłyby teoretycznie zdolne. Niekiedy populacje dzikich zwierząt pozostają w przybliżeniu stabilne, wykazując podobne tempo narodzin i zgonów. W licznych zaś innych przypadkach, wśród których sławnym przykładem są lemingi, populacja podlega fluktuacjom w szerokich granicach, a gwałtowne eksplozje występują na przemian z załamaniami liczebności doprowadzającymi niemalże do wyginięcia. Od czasu do czasu dochodzi nawet do całkowitego wymarcia populacji, przynajmniej na danym terenie. Czasem, jak w przypadku rysia kanadyjskiego, którego liczebność szacowano na podstawie ilości futer skupowanych w kolejnych latach przez Hudson's Bay Company - populacja wydaje się rytmicznie oscylować. Jedyne, czego nie obserwuje się w populacjach zwierząt, to niepoohamowany wzrost. Dzikie zwierzęta prawie nigdy nie umierają ze starości: głód, choroby lub drapieżniki dosięgają je na długo przedtem, nim staną się naprawdę stare. Do niedawna zagrożenia te były również udziałem człowieka. Większość zwierząt ginie w dzieciństwie, wiele z nich nie wychodzi nawet poza etap płodowy. Głód i inne przyczyny śmierci są nieuniknionymi ograniczeniami dla nieskończonego wzrostu populacji. Ale jak widzimy na przykładzie naszego własnego gatunku, nie ma bezwzględnie powodu, by musiało kiedykolwiek do tego dojść. Gdyby tylko zwierzęta regulowały swój przyrost naturalny, głód nigdy by im nie zagroził. Otóż teza, jaką stawia Wynne-Edwards, głosi, że to właśnie czynią. Aż dotąd rozbieżności poglądów nie są jeszcze tak duże, jak można by sądzić na podstawie lektury jego książki. Zwolennik teorii samolubnego genu przyznałby skwapliwie, że istotnie, zwierzęta regulują swój przyrost naturalny. Każdy gatunek ma w przybliżeniu stałą wielkość lęgu czy miotu: żadne zwierzę nie ma nieskończonej liczby dzieci. Różnica zdań dotyczy nie samego faktu regulacji przyrostu naturalnego, ale przyczyn powstania tej regulacji. W wyniku jakiego procesu doboru naturalnego wyewoluowało planowanie rodziny? Mówiąc w skrócie, kontrowersja dotyczy tego, czy kontrola urodzeń u zwierząt jest altruistyczna, stosowana dla dobra grupy jako całości, czy też egoistyczna, stosowana dla dobra rozmnażającego się osobnika. Zajmę się po kolei obiema teoriami.

Wynne-Edwards wysunął przypuszczenie, że dla dobra grupy jako całości osobniki mają mniej dzieci, niż mogłyby urodzić. Zdawał sobie sprawę, że normalny dobór naturalny nie mógłby doprowadzić do wyewoluowania takiego altruizmu: dobór naturalny w kierunku mniejszego od przeciętnego tempa rozrodczości jest na pierwszy rzut oka sprzecznością. Dlatego, jak się dowiedzieliśmy w rozdziale 1, przywołał w tym celu pojęcie doboru grupowego. Według niego grupy, których poszczególni członkowie poskramiają swój przyrost naturalny, narażone są na mniejsze ryzyko wyginięcia niż konkurujące grupy, których członkowie rozmnażają się tak szybko, że zagraża to zasobom żywności. Świat zaludni się więc powściągliwymi reproduktorami. Wstrzemięźliwość osobnicza, którą proponuje Wynne-Edwards, równoważna jest w gruncie rzeczy kontroli urodzeń, on jednak idzie dalej, proponując wielką ideę, w myśl której wszystkie społeczne aspekty życia postrzegane są jako mechanizmy regulacji liczebności populacji. Wśród nich zaś również terytorializm i hierarchie dominacji - dwie zasadnicze własności życia społecznego licznych gatunków zwierząt, wspomniane już w rozdziale 5.

Wiele zwierząt poświęca mnóstwo czasu i energii obronie pewnego obszaru, który przyrodnicy nazywają terytorium. Zjawisko to jest bardzo powszechne w królestwie zwierząt, nie tylko wśród ptaków, ssaków i ryb, ale

także u owadów, a nawet ukwiałów. Terytorium może być, jak u rudzików, dużym obszarem zadrzewionym, będącym dla gniazdującej pary głównym terenem poszukiwania pokarmu. Bądź też, jak na przykład u mew srebrzystych, bardzo małym terenem, gdzie nie ma w ogóle pożywienia, ale w centrum znajduje się gniazdo. Wynne-Edwards uważa, że zwierzęta, które konkurują o terytorium, nie walczą o jakieś konkretne dobro, np. kęs pożywienia, lecz raczej o symboliczne trofeum. W wielu przypadkach samice odrzucają samce, które nie mają swego terytorium. Zdarza się często, że samica, której partner został pokonany i w efekcie utracił swoje terytorium, wiąże się natychmiast ze zwycięzcą. Nawet u pozornie wiernych, monogamicznych gatunków samica poślubia raczej terytorium samca niż jego samego.

Gdy populacja staje się zbyt duża, niektóre osobniki nie zdobędą terytorium i dlatego nie będą się rozmnażać. Wywalczenie terytorium, według Wynne'a-Edwardsa, można porównać z wygraniem kuponu lub licencji uprawniającej do rozrodu. Skoro liczba dostępnych terytoriów jest ograniczona, wygląda to tak, jakby z góry ustalona była pewna liczba licencji na rozmnażanie. Osobniki mogą walczyć o to, komu się te licencje dostaną, ale całkowita liczba dzieci, jaką wydać może na świat populacja, ograniczona jest przez liczbę dostępnych terytoriów. Niekiedy, jak na przykład u pardwy, osobniki rzeczywiście wydają się na pierwszy rzut oka okazywać wstrzemięźliwość, ponieważ te, które nie potrafią zdobyć terytorium, nie tylko nie rozmnażają się, ale najwyraźniej zaprzestają również zmagania o zdobycie terytorium. Tak jakby zaakceptowały reguły gry: jeśli do końca sezonu tokowego nie zapewniło się sobie oficjalnego zezwolenia na rozmnażanie, należy dobrowolnie powstrzymać się od rozrodu i w ciągu sezonu rozrodczego pozostawić szczęśliwców w spokoju, by mogli się skupić na przedłużaniu gatunku.

Hierarchię dominacji interpretuje Wynne-Edwards w sposób podobny. W wielu grupach zwierząt osobniki rozpoznają nawzajem swoją tożsamość i uczą się, kogo mogą pokonać w walce, a komu zwykle ulegają. Widać to szczególnie dobrze w niewoli, ale czasem też i na wolności. Podporządkowują się bez walki osobnikom, o których „wiedzą”, że i tak z pewnością zostałyby przez nie pobite - wspominaliśmy o tym w rozdziale 5. W rezultacie przyrodnik potrafi ustalić hierarchię dominacji, czyli „porządek dziobania” (nazwany tak, gdyż po raz pierwszy opisano go u kur), który porządkuje społeczność według rang, gdzie każdy zna swoje miejsce i nie wynosi się ponad swoją pozycję społeczną. Oczywiście zdarzają się czasami prawdziwie zaciekle walki i niektórym osobnikom udaje się wywalczyć awans wynoszący ich ponad dotychczasowych bezpośrednich zwierzchników. Lecz sumarycznym efektem automatycznego podporządkowywania się osobników niskiej rangi jest, jak dowiedzieliśmy się z rozdziału 5, ograniczenie liczby długotrwałych starć i przypadków poważnych obrażeń.

Przez wielu jest to traktowane jako „dobro”, rozumiane w jakimś nieprecyzyjnym duchu doboru grupowego. Wynne-Edwards decyduje się jednak na znacznie śmielszą interpretację. Osobniki wysokiej rangi mają większą szansę na rozród niż osobniki niskiej rangi bądź to dlatego, że są preferowane przez samice, bądź dlatego, że siłą bronią samcom niskiej rangi dostępu do samic. Wynne-Edwards uważa wysoką rangę społeczną za innego rodzaju kupon uprawniający do rozrodu. Zamiast bezpośredniej walki o samice, osobniki walczą o status społeczny, a potem godzą się z faktem, że skoro nie wspięli się po drabinie społecznej dość wysoko, to nie są uprawnieni do rozmnażania. Są wstrzemięźliwi wobec samic, tym niemniej niekiedy próbują wywalczyć sobie wyższy status, można więc powiedzieć, że konkurują o nie pośrednio. Jak sądzi Wynne-Edwards, wynikiem „dobrowolnej akceptacji” powyższej zasady jest to, że - podobnie jak w przypadku zachowań terytorialnych - populacje nie

powiększają się zbyt szybko. Miast decydować się na nadmierną liczbę dzieci tylko po to, by przekonać się, że to błąd, populacje stosują zrytualizowane walki o status społeczny i terytorium jako środek na ograniczenie swojej liczebności do poziomu nieco poniżej takiego, przy którym głód zaczyna zbierać swoje żniwo.

Być może, najbardziej intrygującym z pomysłów Wynne'a-Edwardsa jest koncepcja zachowania „epideiktycznego”. [gr.: epideiktikos - ukazujący, pokazowy; wymowa epideiktyczna - w starożytności: krasomówstwo, mające na celu nie tyle uzasadnienie tezy, ile popisanie się kunsztem oratorskim. (Słownik wyrazów obcych, PWN, Warszawa 1991).]

Wiele zwierząt spędza znaczną część czasu w dużych gromadach, stadach czy ławicach. Proponowano liczne mniej lub bardziej rozsądne wyjaśnienia, czemu dobór naturalny miałby faworyzować takie zachowania, i o niektórych z nich opowiem w rozdziale 10. Koncepcja Wynne'a-Edwardsa jest zupełnie inna. Jego zdaniem, szpaki gromadzące się wieczorem w wielkie stada lub chmary komarów tańczące nad bramą dokonują w tym momencie spisu ludności swojej populacji. Skoro, w myśl jego teorii, osobniki ograniczają swój przyrost naturalny dla dobra całej grupy i przy wysokim zagęszczeniu populacji rodzą mniej dzieci, znalezienie sposobu na zmierzenie liczebności grupy jest wymogiem rozsądnym. Integralną częścią termostatu jest termometr, to oczywiste. Według Wynne'a-Edwardsa zachowanie epideiktyczne polega na gromadzeniu się w chmary, co ma ułatwić ocenę wielkości populacji. Nie sugeruje on świadomej oceny liczebności, lecz rodzaj samoczynnego mechanizmu, w którym uczestniczyłby układ nerwowy bądź hormonalny, przekazując odbieraną przez zmysły osobników informację o gęstości populacji ich układom rozrodczym.

Próbowałem, choć pokrótce, w miarę bezstronnie przedstawić teorię Wynne'a-Edwardsa. Jeśli mi się to udało, powinieneś uznać, że na pierwszy rzut oka wygląda ona dość prawdopodobnie. Jednak wcześniejsze rozdziały tej książki powinny były uczynić cię na tyle sceptycznym, byś nie dał wiary nawet tak bardzo prawdopodobnie brzmiącej teorii, jak zaproponowana przez Wynne'a-Edwardsa, o ile nie znajdą się na jej poparcie mocne dowody. A - niestety - dowody nie są zbyt mocne. Składa się na nie wielka liczba przykładów, które dadzą się wyjaśnić w duchu jego teorii, ale mogą być równie dobrze zinterpretowane według ortodoksyjnych zasad „samolubnego genu”.

Głównym architektem teorii samolubnego genu w planowaniu rodziny, choć on sam nigdy by tak siebie nie nazwał, był wielki ekolog David Lack. Zajmował się głównie liczebnością lęgów u dzikich ptaków, ale jego teorie i wnioski mają cenną zaletę powszechnej stosowalności. Każdy gatunek ptaka ma właściwą sobie liczebność lęgu. Na przykład głuptaki i nurzyki wysiadują na raz jedno jajo, jerzyki - trzy, bogatka - pół tuzina lub więcej. Możliwa jest tu zmienność: czasem jerzyk ma tylko dwa jaja w lęgu, a sikorki mogą znieść dwanaście. Bez zastrzeżeń przyjąć można założenie, że liczba składanych i wysiadywanych przez samicę jaj jest, przynajmniej do pewnego stopnia, pod kontrolą genetyczną, tak jak każda inna cecha. Tak więc może istnieć gen na składanie, dajmy na to, dwóch jaj, konkurencyjny allel na składanie trzech, jeszcze inny na składanie czterech i tak dalej, choć w praktyce najpewniej nie jest to takie proste. Teoria samolubnego genu zadaje nam pytanie, który z tych genów stanie się liczniejszy w puli genowej. W pierwszej chwili wydawać by się mogło, że gen na składanie czterech jaj ma gwarantowaną przewagę nad genami na składanie jaj trzech czy dwóch. Po chwili zastanowienia okazuje się jednak, że prosta argumentacja „im więcej, tym lepiej” jest niesłuszna. Prowadzi bowiem do konstatacji, że pięć jaj to lepiej niż cztery, dziesięć jeszcze lepiej, 100 tym bardziej, a najlepiej nieskończenie wiele. Innymi słowy, prowadzi do logicznego absurdu. Bez wątplenia składanie dużej liczby jaj zarówno przynosi korzyści, jak i pociąga za sobą

koszty. Za zwiększoną liczbę potomków trzeba zapłacić mniej skuteczną opieką nad nimi. Zasadniczą tezę Lacka jest to, że dla danego gatunku, znajdującego się w określonej sytuacji środowiskowej, musi istnieć optymalna wielkość lęgu. Tym, co odróżnia tezę Lacka od tezy Wynne'a-Edwardsa, jest odpowiedź na pytanie: „Z czyjego punktu widzenia optymalna?” Wynne-Edwards twierdziłby, że chodzi o optimum z punktu widzenia grupy, Lack zaś powiedziałby, że każdy z egoistycznych osobników ustala taką wielkość lęgu, która maksymalizuje liczbę wychowanych przez niego dzieci. Jeśli optymalną wielkością wylęgu są dla jerzyków trzy jaja, według Lacka oznacza to, że każdy osobnik, który próbuje wychować czterech potomków, najprawdopodobniej będzie miał w rezultacie mniej dzieci niż bardziej przezorni rywale, którzy próbowali wychować tylko trzech. Stałoby się tak oczywiście dlatego, że pożywienie rozdzielane pomiędzy czwórkę dzieci byłoby tak skromne, że tylko niektóre z nich dożyłyby wieku dojrzałego. Dotyczyłoby to zarówno przydziału żółtka dla każdego z czterech jaj, jak i pokarmu dostarczonego potomstwu po wykluciu się. Tak więc, według Lacka, osobniki regulują liczebność swoich lęgów z pobudek bynajmniej nie altruistycznych. Stosują kontrolę urodzeń wcale nie po to, by zapobiec nadmiernej eksploatacji zasobów grupy, lecz po to, by przeżyła jak największa liczba ich dzieci. A więc w celu zdecydowanie odmiennym od tego, jaki kojarzy się nam na ogół z kontrolą urodzeń.

Wychowywanie piskląt jest zajęciem kosztownym. W wytworzenie jaj matka musi zainwestować wielką ilość pożywienia i energii. Wiele wysiłku, nieraz z pomocą partnera, wkłada też w budowę gniazda, w którym przechowuje i ochrania jaja. Rodzice spędzają tygodnie na ich cierpliwym wysiadywaniu. Potem, gdy z jaj wyklują się pisklęta, rodzice zapracowują się prawie na śmierć, znosząc im jedzenie niemalże bez chwili wytchnienia. Jak już wspomniałem, między wschodem a zachodem słońca sikorka przynosi średnio co 30 sekund jedną porcję pokarmu. Ssaki, do których i my się zaliczamy, robią to w nieco inny sposób, co jednak nie zmienia faktu, że rozmnażanie jest przedsięwzięciem kosztownym, szczególnie dla matki. Oczywiście jest, że jeśli ograniczonymi zasobami pożywienia będzie próbowała obdzielić zbyt liczne potomstwo, uda się jej wychować mniejszą jego liczbę, niż gdyby miała skromniejsze ambicje. Musi więc znaleźć optymalną proporcję pomiędzy rozrodem a opieką. Całkowita ilość pożywienia i innych zasobów, jaką pojedyncza samica lub para partnerów może zgromadzić, jest czynnikiem ograniczającym, określającym liczbę dzieci, które mogą wychować. Dobór naturalny, według teorii Lacka, dostosowuje początkową liczebność lęgu (miotu itd.) do konkretnych warunków tak, by z ograniczonych zasobów dało się uzyskać jak najwięcej.

Osobniki, które mają zbyt wiele dzieci, są eliminowane nie dlatego, że wygasa cała populacja, a jedynie dlatego, że niewiele spośród ich potomstwa przeżywa. Geny na posiadanie zbyt wielu dzieci będą niezbyt licznie przekazywane następnemu pokoleniu, ponieważ niewiele dzieci niosących te geny osiągnie dojrzałość. Problem, na który natknął się współczesny cywilizowany człowiek, polega na tym, że liczebność rodziny nie jest już limitowana ograniczonymi zasobami, jakimi dysponują rodzice. Jeśli mąż i żona spłodzą więcej dzieci, niż mogą wykarmić, wtedy do działania przystępuje państwo, to znaczy reszta populacji, by utrzymać przy życiu i w zdrowiu „nadwyżkowe” dzieci. W praktyce nic nie jest w stanie powstrzymać pary nie mającej żadnych zasobów materialnych przed rodzeniem i wychowywaniem tylu dzieci, ile kobieta fizycznie może wydać na świat. Ale państwo opiekuńcze jest czymś bardzo nienaturalnym. W naturze rodzice, którzy mają więcej dzieci, niż są w stanie utrzymać, mają niewielu wnuków i geny ich nie są przekazywane przyszłym pokoleniom. Nie istnieje potrzeba altruistycznego umiarkowania w dziedzinie przyrostu naturalnego, ponieważ w naturze nie ma państwa

opiekuńczego. Każdy gen na nadmierne folgowanie sobie podlega natychmiastowej karze: dzieci mające ten gen umierają z głodu. Ponieważ my, ludzie, nie chcemy powrócić do dawnego egoistycznego sposobu radzenia sobie z tym zjawiskiem, kiedy to dzieciom ze zbyt licznych rodzin pozwalano umierać śmiercią głodową, zaniechaliśmy traktowania rodziny jako samowystarczającej jednostki ekonomicznej - taką jednostką jest obecnie państwo. Ale prawo do gwarantowanego zasiłku na dzieci nie powinno być nadużywane.

Antykoncepcja atakowana jest czasami jako środek „nienaturalny”. Zgoda, jest bardzo nienaturalna. Kłopot w tym, że takie jest i państwo opiekuńcze. Większość nas, jak sądzę, głęboko wierzy, że państwo opiekuńcze jest czymś wysoce pożądanym. Jednak nie można utrzymać nienaturalnego państwa opiekuńczego, o ile nie zapewni się nienaturalnej kontroli urodzeń; w przeciwnym razie skończy się to cierpieniem jeszcze większym od tego, z którym mamy do czynienia w naturze. Państwo opiekuńcze jest chyba największym systemem altruistycznym, jaki kiedykolwiek istniał w królestwie zwierząt. Ale każdy system altruistyczny jest wewnętrznie niestabilny, jako podatny na nadużycia ze strony gotowych do jego wykorzystywania, samolubnych jednostek. Ci, którzy mają więcej dzieci, niż są w stanie wychować, są prawdopodobnie w większości przypadków zbyt nieświadomi swoich czynów, by można ich oskarżać o świadomą postawę społeczną. Nie da się tego powiedzieć o wpływowych instytucjach i przywódcach, rozmyślnie ich do tego zachęcających.

Wracając do dzikich zwierząt, rozumowanie Lacka na temat liczebności lęgu może być uogólnione na wszystkie zjawiska, którymi zajmuje się Wynne-Edwards: zachowania terytorialne, hierarchie dominacji i tak dalej. Weźmy chociażby pardwę szkocką, którą badał wraz z kolegami. Ptaki te żywią się wrzosem, a terytoria, na jakie podzielone są wrzosowiska, zawierają bez wątpienia więcej pożywienia, niż ich właściciele rzeczywiście potrzebują. Na początku sezonu pardwy walczą o terytoria, lecz pokonane osobniki bardzo szybko zdają się godzić ze swoją przegraną i zaprzestają walk. Stają się banitami, którzy nigdy nie zdobywają terytorium, i pod koniec sezonu większość z nich umiera z głodu. Rozmnażają się tylko właściciele terytoriów. Osobniki nie będące w posiadaniu terytorium pozostają zdolne do rozrodu, czego dowodzi fakt, że jeśli właściciel terytorium zostanie zastrzelony, jego miejsce zostaje błyskawicznie zajęte przez jednego z byłych banitów, który następnie płodzi potomstwo. Interpretacja tego skrajnie terytorialnego zachowania w duchu teorii Wynne'a-Edwardsa brzmi, jak już wiemy, że banici „akceptują” fakt niezdobycia talonu, czyli licencji na rozmnażanie, i nie próbują się rozmnażać.

Na pierwszy rzut oka objaśnienie tego przykładu wydaje się dla teorii samolubnego genu zadaniem kłopotliwym. Czemu banici nie starają się próbować, próbować i jeszcze raz próbować wygryźć właściciela terytorium, dopóki nie padną z wyczerpania? Wydawałoby się, że nie mają nic do stracenia. Zaraz, zaraz - a może jednak mają? Dowiedzieliśmy się już, że jeśli właściciel terytorium przypadkiem zginie, banita ma szansę na zajęcie jego miejsca, a tym samym na rozród. Jeśli szanse na objęcie w posiadanie terytorium tym sposobem są większe niż szanse na zdobycie go drogą walki, egoistycznemu osobnikowi może się opłacać czekanie w nadziei na czyjąś śmierć, zamiast trwonienia tej odrobiny sił, które ma, w daremnych bojach. Według Wynne'a-Edwardsa rolą banitów, służącą dobru grupy, jest czekanie w odwodzie - granie roli dublerów gotowych zastąpić każdego właściciela terytorium, który poniesie śmierć na scenie teatru rozrodu grupowego. A teraz oto widzimy, że strategia ta może być najlepsza również wtedy, gdy są czysto samolubnymi jednostkami. W rozdziale 4 dowiedzieliśmy się, że zwierzęta można uważać za hazardzistów. Dla hazardzisty czasem najlepszą strategią jest: „Czekaj-i-miej-nadzieję”, a nie: „Wal-głową-w-mur”.

Wiele innych przykładów, w których zwierzęta wydają się biernie akceptować status nie-reproduktora, można w podobny sposób bez trudu wyjaśnić na gruncie teorii samolubnego genu. Forma tego uzasadnienia jest w ogólnych zarysach zawsze jednakowa: dla jednostki znajdującej się w takim położeniu najlepiej jest przez jakiś czas „wziąć na wstrzymanie” w nadziei na lepsze szanse w przyszłości. Samiec foki pozostawiający właściciela haremu w spokoju nie robi tego dla dobra gatunku. Uzbrowiwszy się w cierpliwość, oczekuje bardziej sprzyjającego momentu. Nawet jeśli ten moment nigdy nie nadejdzie i samiec umrze bezpotomnie, ryzyko mogło się opłacać. Dopiero z perspektywy czasu stwierdzamy, że jemu akurat się nie opłaciło. A gdy lemingi rozlewają się milionami z centrum populacyjnej eksplozji, nie robią tego w celu zredukowania zagęszczenia na obszarze, który opuszczają! Chcą znaleźć, każdy egoista z osobna, mniej zatłoczone miejsce do życia. To, iż żadnemu z nich może się to nie udać, wiemy *ex post*, co nie zmienia faktu, że pozostawanie na poprzednim miejscu było jeszcze większym ryzykiem.

Jest faktem dobrze udokumentowanym, że nadmierne zagęszczenie powoduje czasem obniżenie przyrostu naturalnego. Jest to niekiedy przyjmowane jako dowód na poparcie teorii Wynne'a-Edwardsa. Nic z tych rzeczy. Fakt ten pozostaje w zgodzie z jego teorią, ale w równym stopniu zgadza się z teorią samolubnego genu. W jednym z eksperymentów umieszczono myszy na wolnym powietrzu w zamknięciu, przy obfитоści pokarmu i pozostawionej swobodzie rozmnażania się. Populacja rozrastała się do pewnego momentu, po czym stabilizowała na pewnym poziomie. Przyczyną tego okazało się obniżenie płodności samic, wywołane nadmiernym stłoczeniem; miały mniej potomstwa. Zjawiska tego typu często bywały opisywane. Bezpośrednia przyczyna nazywana jest często „stresem”, choć nadanie zjawisku takiego czy innego miana samo przez się nie pomaga w jego wyjaśnieniu. Tak czy owak, niezależnie od tego, co jest bezpośrednią przyczyną fenomenu, aktualne pozostaje pytanie o jego ostateczne, ewolucyjne uzasadnienie. Czemu dobór naturalny faworyzuje samice, które redukują swój przyrost naturalny, gdy populacja jest nadmiernie zagęszczona?

Odpowiedź Wynne'a-Edwardsa jest oczywista. Dobór grupowy preferuje grupy, w których samice mierzą wielkość populacji i dostosowują do niej swoją rozrodczość tak, by zasoby żywności nie zostały kompletnie wyeksploatowane. W warunkach eksperymentalnych nigdy nie doszłoby do wyczerpania zapasów pożywienia, nie można jednak oczekiwać, by myszy były tego świadome. Zaprogramowane są do życia na wolności i jest całkiem możliwe, że w warunkach naturalnych nadmierne stłoczenie jest wiarygodnym zwiastunem przyszłego głodu.

A co na to teoria samolubnego genu? Mówi prawie dokładnie to samo, z jedną wszakże fundamentalną różnicą. Jak zapewne pamiętasz, według Lacka zwierzęta dążą do posiadania optymalnej, z ich egoistycznego punktu widzenia, liczby dzieci. Jeśli urodzą ich zbyt mało lub zbyt wiele, dochowają się mniejszej ich liczby, niż gdyby utrafili w sam raz. Otóż w roku, w którym populacja staje się nadmiernie rozrośnięta, „w sam raz” będzie zapewne oznaczało mniej niż w roku, w którym jest mniej liczna. Zgodziliśmy się już, że przegęszczenie może być zapowiedzią głodu. Bez wątplenia więc, jeśli postawi się samice wobec wiarygodnych danych co do spodziewanego głodu, w jej własnym interesie leżeć będzie zredukowanie swojej rozrodczości. Rywalki, które nie zareagują odpowiednio na sygnały ostrzegawcze, w efekcie dochowają się mniejszej liczby dzieci, nawet jeśli urodziły ich więcej. Doszliśmy więc niemal do tej samej konkluzji co Wynne-Edwards, ale na drodze całkiem odmiennego ewolucyjnego rozumowania.

Także „popisy epideiktyczne” nie nastroczają teorii egoistycznego genu żadnych kłopotów. Pamiętasz wysuniętą przez Wynne'a-Edwardsa hipotezę, że zwierzęta, zbijając się w duże gromady, rozmyślnie wystawiają się

na pokaz, by ułatwić sobie dokonanie „spisu ludności” i odpowiednio wyregulować rozrodczość. Nie ma bezpośredniego dowodu, że jakiegokolwiek zgromadzenia są w istocie epideiktyczne, ale przypuśćmy, że znalazł się na to dowód. Czyżby teoria samolubnego genu znalazła się w kłopotcie? Ani trochę.

Szpaki spędzają noce w wielkich gromadach. Załóżmy, że wykazano nie tylko, że nadmierna ich liczebność w zimie zmniejszała płodność następnej wiosny, ale że jest to bezpośrednim skutkiem odbierania nawzajem przez ptaki swoich odgłosów. Ktoś mógł wykazać eksperymentalnie, że osobniki wystawione na nagrany na taśmie hałas liczego i bardzo głośnego stada szpaków składają mniej jaj niż osobniki wystawione na odgłosy mniejszego i cichszego stada. Wskazywałyby to, że głosy szpaków stanowią z definicji popis epideiktyczny. Teoria samolubnego genu wyjaśniłaby to w sposób zbliżony do tego, w jaki poradziła sobie z przypadkiem myszy.

Ponownie zaczynamy od założenia, że geny na posiadanie rodziny o rozmiarach przekraczających możliwości jej wyżywienia są automatycznie eliminowane i spada ich liczebność w puli genowej. Zadaniem samolubnej, efektywnej producentki jaj jest przewidzenie, jaka będzie w nadchodzącym sezonie rozrodczym optymalna liczebność lęgu. Miej na uwadze, że słowa „przewidzieć” używamy w specjalnym znaczeniu, podanym w rozdziale 4. Jak więc samica może przewidzieć optymalną dla niej liczebność lęgu? Jakie zmienne powinny zaważyć na jej prognozie? Zapewne wiele gatunków ma prognozę ustaloną raz na zawsze, która nie zmienia się z roku na rok. Tak więc dla głuptaka optymalna przeciętna wielkość lęgu wynosi jeden. Możliwe jest, że w niektórych latach, rekordowych pod względem ilości ryb, prawdziwe optimum osobnicze może się chwilowo podnieść do dwóch jaj. Jeśli jednak nie ma sposobu na to, by głuptaki z góry wiedziały, czy dany rok będzie rekordowy, nie możemy się spodziewać, że samice będą podejmowały ryzyko marnowania swoich zasobów na wytworzenie dwóch jaj, jeśli w typowym roku mogłoby to zniweczyć ich sukces rozrodczy.

Mogą jednak istnieć inne gatunki, może właśnie szpaki, które niejako mają możliwość przewidywania już w zimie, czy nadchodząca wiosna przyniesie dobre plony pewnych rodzajów pokarmu. Wieśniacy znają różne dawne przysłowia, w których, dajmy na to, obfitość owoców ostrokrzewu przepowiada pogodę nadchodzącej wiosny. Niezależnie od tego, czy którakolwiek z mądrości starych górali sprawdza się, czy nie, możliwe jest z logicznego punktu widzenia istnienie takich przesłanek i - przynajmniej w teorii - wykorzystywanie ich przez zdolną prorokinię do dostosowywania wielkości lęgu do warunków charakterystycznych dla danego roku. Owoce ostrokrzewu mogą być wiarygodną wskazówką, albo i nie, ale jest wielce prawdopodobne, że - tak jak u myszy - wskazówką taką może być gęstość populacji. Wskazówka ta jest informacją dla samicy szpaka o tym, że gdy przyjdzie jej karmić swoje dzieci, będzie konkurowała o pokarm z rywalkami własnego gatunku. Jeśli potrafiłaby zimą oszacować w jakiś sposób lokalną gęstość własnego gatunku, dostarczyłoby to jej istotnych danych do prognozowania trudności w zdobywaniu pokarmu dla potomstwa w okresie wiosny. Gdyby uznała zimową populację za szczególnie liczną, z egoistycznego punktu widzenia postąpiłaby roztropnie, składając mniej jaj. Ocena własnej optymalnej liczebności lęgu prowadziłyby do jej redukcji.

Idąc dalej: jeśli prawdą jest, że osobniki redukują wielkość swojego lęgu na podstawie oceny gęstości populacji, to korzystne dla każdej samolubnej jednostki będzie udawanie przed rywalami, że populacja jest liczna, bez względu na to, czy tak jest w istocie czy też nie. Jeśli szpaki oceniają wielkość populacji za pomocą natężenia wytwarzanego hałasu w miejscach zimowych noclegów, każdemu osobnikowi opłaci się krzyżeć ze wszystkich sił, by wydawało się, że jest ich dwóch, a nie jeden. Sugestie, że zwierzę może udawać obecność kilkorga,

zapropował w innym kontekście J. R. Krebs i określił efektem Bena Geste, nazwą zaczerpniętą z powieści, w której podobną taktykę stosował oddział francuskiej Legii Cudzoziemskiej. W naszym przypadku chodzi o próbę nakłonienia pobliskich szpaków do zredukowania wielkości swoich lęgów do poziomu niższego od rzeczywistego optimum. Jeśli jesteś szpakiem, któremu się to udało, przyniesie ci to korzyść, ponieważ zmniejszysz w ten sposób liczbę osobników, które nie mają twoich genów. Dochodzę więc do wniosku, że idea popisów epideiktycznych Wynne'a-Edwardsa może być w istocie dobrym pomysłem: całkowicie poprawna, tyle że oparta na złych przesłankach. Uogólniając, taka hipoteza, jaką przedstawił Lack, jest wystarczająco uniwersalna, by z pozycji samolubnego genu wyjaśnić wszelkie fakty wyglądające pozornie na argumenty wspierające teorię doboru grupowego.

Rozdział ten zamyka się wnioskiem, że poszczególni rodzice prowadzą planowanie rodziny. Jednak ograniczanie przez nich swojej rozrodczości ma na celu jej optymalizację, a nie dobro ogółu. Starają się, by spośród dzieci, które urodzą, przeżyła jak największa ich liczba, a więc by ich urodzić nie za dużo, ale i nie za mało. Geny sprawiające, że osobnik ma zbyt wiele dzieci, nie utrzymują się w puli genowej, ponieważ dzieci wyposażone w takie geny nie dożywają wieku dorosłego.

Dość już poświęciłem miejsca rozważaniom ilościowym na temat liczebności rodziny. Przejdziemy teraz do zagadnienia konfliktu interesów w obrębie rodzin. Czy zawsze opłaca się matce traktować wszystkie swoje dzieci jednakowo, czy też lepiej dla niej będzie mieć pupilów? Czy rodzina występuje jako jedna kooperująca całość, czy też nawet w jej obrębie możemy spodziewać się egoizmu i oszustw? Czy wszyscy członkowie rodziny będą działać na rzecz osiągnięcia tego samego optimum, czy też rodzaj tego optimum będzie „kością niezgody”? Oto pytania, na które spróbujemy odpowiedzieć w następnym rozdziale. Problemem pokrewnym - czy może istnieć konflikt interesów pomiędzy partnerami - zajmiemy się w rozdziale 9.

ROZDZIAŁ 8

WALKA POKOLEŃ

Zacznijmy od rozważenia pierwszego pytania postawionego na końcu poprzedniego rozdziału. Czy dla matki lepiej jest mieć pupilów, czy też powinna zachowywać się jednakowo altruistycznie wobec wszystkich swoich dzieci? Ryzykując, że zasłużę sobie na miano nudziarza, znów wygłoszę swoje zwyczajowe ostrzeżenie. Słowo „pupil” nie niesie z sobą żadnych emocjonalnych konotacji, pod słowem zaś „powinna” nie kryją się żadne nakazy moralne. Matka jest dla mnie maszyną zaprogramowaną tak, by czyniła wszystko, na co ją stać, w celu rozsiewania kopii obecnych w niej genów. Ty i ja jesteśmy ludźmi i wiemy, czym jest świadomość celów, toteż jako metafor służących opisowi zachowania maszyn przetrwania wygodnie jest mi używać wyrażeń określających działanie celowe.

Powiedzenie, że matka ma wśród swoich dzieci faworyta, oznaczałoby w praktyce nierówne obdzielanie dzieci zasobami, jakie posiada. Matka może dysponować najrozmaitszymi dobrami. Jednym z nich jest oczywiście pokarm, a także wysiłek włożony w jego zdobycie, bo i to ją przecież kosztowało. Innym dobrem, którego matka może „użyć” lub odmówić, jest ryzyko podjęte w obronie młodych przed drapieżnikami. Energia i czas poświęcone utrzymaniu gniazda lub domu, ochrona przed żywiołami, a u niektórych gatunków również czas przeznaczony na naukę dzieci są wartościowymi dobrami, które rodzic może dzieciom przyznać „po równo” albo „według uznania”.

Nie jest łatwo znaleźć wspólną miarę, za pomocą której dałoby się wyrazić wszystkie zasoby oferowane przez rodzica. Tak jak ludzkie społeczeństwa używają pieniędzy jako powszechnie wymiennego, wymiernego równoważnika żywności, ziemi lub czasu pracy, tak i tu potrzebna jest „waluta”, by z jej pomocą wymierzyć zasoby, które dana maszyna przetrwania może zainwestować w życie innego osobnika, w szczególności w życie potomka. Atrakcyjna dla naszych potrzeb wydaje się jednostka energii, na przykład kaloria, i niektórzy ekologowie spędzili wiele czasu na podliczaniu kosztów energetycznych w przyrodzie. Jednostka ta nie jest jednak odpowiednia, gdyż brak jej stabilnego kursu wymiany na walutę, która naprawdę liczy się w przyrodzie, czyli na ewolucyjny „równoważnik w złocie” - przetrwanie genu. R. L. Trivers zρέcznie rozwiązał ten problem w 1972 roku z pomocą wprowadzonego przez siebie pojęcia „inwestycji rodzicielskiej” (choć można odnieść wrażenie, że Sir Ronald Fisher, wielki biolog dwudziestego wieku, wprowadzając w 1930 roku pojęcie „rodzicielskich wydatków”, miał na myśli mniej więcej to samo).*

Inwestycja rodzicielska (I.R.) zdefiniowana została jako „każdy wkład rodzica na rzecz jednego potomka, zwiększający jego szanse przetrwania (a tym samym jego sukces rozrodczy) kosztem możliwości rodzica zainwestowania w innego potomka”. Trafność Triversowej koncepcji inwestycji rodzicielskiej polega na tym, że mierzy się ją w jednostkach bardzo bliskich tym, które liczą się w rzeczywistości. Gdy dziecko zużywa część mleka swojej matki, ilość tego mleka mierzy się nie w litrach czy kaloriach, ale w jednostkach uszczerbku dla innych dzieci tej samej matki. Na przykład, jeśli matka ma dwoje dzieci, X i Y, z których X wypije jeden litr mleka, większa część I.R. reprezentowanej przez ten litr mleka wyrażana jest w jednostkach zwiększonego prawdopodobieństwa, że Y umrze, gdyż nie wypił tego litra mleka. I.R. wyrażana jest w jednostkach zmniejszenia spodziewanej długości trwania życia innych dzieci, już urodzonych lub mających dopiero się narodzić.

Inwestycja rodzicielska nie jest jednak miarą idealną, ponieważ przykładła zbyt dużą wagę do doniosłości rodzicielstwa kosztem innych rodzajów pokrewieństwa genetycznego. Najlepiej byłoby używać uogólnionej miary „inwestycji altruistycznej”. O tym, że osobnik A inwestuje w osobnika B, mówimy wtedy, gdy A zwiększa szanse przetrwania B kosztem swojej zdolności do inwestowania w innych osobnikach, w tym w samego siebie, przy czym wszelkie koszty powinny być przemnożone przez odpowiedni współczynnik spokrewnienia. Tak więc zainwestowanie przez rodzica w jedno z dzieci powinno być teoretycznie mierzone w jednostkach uszczerbku dla spodziewanego czasu trwania życia nie tylko innych dzieci, ale również siostrzenic i bratanków, samego rodzica itd. W większości przypadków byłoby to jednak tylko zbędne gmatwanie sprawy, gdyż w praktyce sposób pomiaru zaproponowany przez Triversa w zupełności wystarcza.

Każdy dorosły osobnik ma do dyspozycji na cały okres swojego życia pewną określoną ilość I.R., którą może zainwestować w dzieci (również w innych krewnych, a także w siebie samego, ale dla uproszczenia rozważamy tylko dzieci). Zawiera się w niej suma całego pożywienia, jakie przez całe życie uda mu się zgromadzić lub wyprodukować, wszelkie ryzyko, jakie gotów jest podjąć, cała energia i wysiłek, jakie może wydatkować na rzecz dzieci. W jaki sposób przygotowująca się do dorosłego życia młoda samica może zainwestować swoje życiowe zasoby? Jaki rodzaj polityki inwestycyjnej byłby dla niej najrozsądniejszy? Dzięki teorii Lacka wiemy już, że nie powinna nadmiernie rozpraszać swoich lokat pomiędzy dużą liczbę potomstwa. Utraci w ten sposób zbyt wiele genów - nie będzie miała dość wnuków. Z drugiej strony, nie powinna również lokować swoich inwestycji w nie dość licznej grupie potomków – rozpieszczonych brzdąców. Zapewnia sobie, co prawda, kilkoro wnuków, ale rywalki, które zainwestowały w optymalną liczbę dzieci, w efekcie będą miały więcej wnuków. Takie oto są założenia wyjściowe zrównoważonej polityki inwestycyjnej. Teraz jednak interesuje nas, czy opłaci się matce inwestować w dzieci nierównomiernie, to znaczy - czy powinna mieć swoich pupilów.

Otóż żadne przesłanki natury genetycznej nie przemawiają za przyjęciem takiej polityki. Spokrewnienie matki ze wszystkimi jej dziećmi jest jednakowe: $1/2$. Optymalna dla niej strategia to inwestowanie po równo w możliwie jak największą liczbę dzieci, jaką tylko może doprowadzić do wieku, w którym one same będą miały swoje własne dzieci. Z drugiej strony wiemy już jednak, że życie niektórych osobników obarczone jest większym ryzykiem niż życie innych. Osobnik niewydarzony, karłowaty nosi tyle samo genów swojej matki, ile jego dobrze rozwinięci towarzysze z jednego miotu. Ale jego spodziewany czas trwania życia jest krótszy. Mówiąc inaczej, trzeba w nim ulokować więcej niż przypadający na niego sprawiedliwy udział w rodzicielskiej inwestycji, po to tylko, by zaledwie dorównał swoim braciom. W zależności od warunków może się matce opłacić zaprzestanie karmienia odmienia i rozdzielanie przypadającej na niego części jej inwestycji rodzicielskiej pomiędzy jego braci i siostry. Prawdę mówiąc, może się jej opłacić przeznaczenie go na pokarm dla jego braci i siostr albo dla siebie samej i przetworzenie go na mleko. Maciory rzeczywiście pożerają czasem swoje młode, nie wiem jednak, czy wybierają do tego akurat osobniki cherlawe.

Karły stanowią tylko jeden z przykładów. Uogólniając to zagadnienie możemy pokusić się o przewidywanie, jaki wpływ na skłonność matki do inwestowania w dziecko może mieć jego wiek. Jeśli stanie przed wyborem, któremu z dwojga dzieci uratować życie, to - przy założeniu, że ratując jedno, drugie skazuje na śmierć - powinna wybrać starsze dziecko. Ponieważ, gdyby to ono umarło, na straty poszłaby większa część jej całkowitej rodzicielskiej inwestycji niż w przypadku śmierci młodszego dziecka. Mówiąc jeszcze inaczej: jeśli uratuje młodszego

dziecko, będzie musiała wyłożyć na jego rzecz pewną ilość kosztownych zasobów tylko po to, by doprowadzić go do wieku, w jakim był już jego starszy brat.

Z drugiej strony, jeśli nie stoi przed nią bezwzględny wybór między życiem a śmiercią, lepiej dla niej będzie, jeśli uratuje młodsze dziecko. Przypuśćmy na przykład, że ma przed sobą dylemat, czy dany kęs pożywienia ma przypaść młodszemu czy starszemu dziecku. Starsze ma zapewne większe możliwości samodzielnego znalezienia sobie pożywienia. Zaprzestanie karmienia go nie musi więc być równoznaczne z jego śmiercią. Młodsze natomiast, ponieważ jest zbyt małe, by zdobyć dla siebie pokarm, z większym prawdopodobieństwem zginie, jeśli matka nakarmi jego starszego brata. W tym więc przypadku, mimo że z punktu widzenia matki mniejszym złem byłaby śmierć młodszego brata niż starszego, pożywienie da jednak młodszemu, ponieważ obawy, że umrze starszy, są i tak niewielkie. Oto dlaczego ssacze matki odstawiają swoje dzieci od piersi, zamiast je karmić w nieskończoność. W życiu dziecka nadchodzi taki moment, gdy matce opłaca się lokowane w nim dotychczas inwestycje przenieść na przyszłe dzieci. Wtedy decyduje się odstawić je od piersi. Gdyby matka mogła w jakiś sposób dowiedzieć się, że to dziecko jest ostatnim, jakie wydała na świat, należałoby oczekiwać, że przez resztę swojego życia będzie w nie inwestowała wszystkie swoje zasoby, być może kontynuując karmienie piersią, choćby już od dawna było dorosłe. Niemniej nawet wtedy powinna „rozważyć”, czy nie bardziej opłaca się jej inwestować we wnuki lub siostrzeńców i bratanice, choć bowiem są one z nią tylko w połowie tak blisko spokrewnione, jak własne dzieci, pożytek z takiej inwestycji może bardziej niż dwukrotnie przewyższać pożytek z inwestowania w dorosłe dzieci.

Jest to chyba dogodny moment, by wspomnieć o intrygującym zjawisku dość nagłego zakończenia okresu płodności u kobiet w średnim wieku, znanym jako menopauza. Zjawisko to zapewne nie było zbyt częste u naszych dzikich przodków, ponieważ niewiele kobiet żyło aż tak długo. Mimo to tak nagła zmiana u kobiet w porównaniu ze stopniowym zanikiem płodności u mężczyzn sugeruje, że w menopauzie jest coś genetycznie „zamierzonego” - że jest to „przystosowanie”. Wyjaśnić będzie to raczej dość trudno. W pierwszej chwili moglibyśmy oczekiwać, że kobieta powinna rodzić dzieci jak długo się da, nawet jeśli prawdopodobieństwo przeżycia jej kolejnych dzieci z każdym rokiem stopniowo maleje. Lecz czy aby na pewno warto byłoby wciąż podejmować próby? Pamiętajmy przecież, że jest ona również spokrewniona ze swoimi wnukami, choć tylko w połowie tak blisko.

Z rozlicznych powodów, mających, być może, związek z teorią starzenia się zaproponowaną przez Medawara (strona 67), kobiety żyjące w warunkach naturalnych, w miarę jak przybywało im lat, wychowywały dzieci z coraz mniejszym powodzeniem. Spodziewany czas życia dziecka urodzonego przez starą matkę był więc krótszy niż dziecka matki młodej. Oznaczało to, że jeśli kobieta miała dziecko i wnuka urodzone tego samego dnia, spodziewany czas życia wnuka był dłuższy niż dziecka. Gdy kobieta osiągała wiek, w którym szanse na dotrwanie urodzonych przez nią dzieci do wieku dorosłego stawały się ponad dwukrotnie mniejsze niż szanse na osiągnięcie dorosłości jej wnuków - rówieśników jej dzieci, dowolny gen, który sprzyjał inwestowaniu raczej we wnuki niż w dzieci, znajdował się w korzystnym położeniu. Gen taki występuje, co prawda, tylko u co czwartego wnuka, podczas gdy konkurencyjny gen obecny jest u co drugiego dziecka, ale jest to równoważone przez dłuższy spodziewany czas trwania życia wnuków - gen „altruizmu wobec wnuków” dominuje więc w puli genowej. Kobieta nie mogłaby w pełni inwestować we wnuki, rodząc wciąż własne dzieci. Toteż geny na bezpłodność w wieku średnim stały się liczniejsze, gdyż przeniesione zostały w ciałach wnuków, których przetrwanie wspierał altruizm.

Jest to jedno z możliwych wyjaśnień ewolucji menopauzy u kobiet. Stopniowy charakter wygasania płodności samców wynika zapewne stąd, że samce i tak nie inwestują w swoje dzieci tak wiele, jak samice. Dopóki męczyzna jest w stanie płodzić dzieci z młodymi kobietami, bardziej będzie mu się opłacało, nawet będąc w bardzo podeszłym wieku, inwestować w dzieci niż we wnuki.

Jak dotąd, zarówno w tym rozdziale, jak i w poprzednim, prowadziliśmy rozważania z punktu widzenia rodziców, przede wszystkim matki. Zastanawialiśmy się, czy jest do pomyślenia, by rodzice mieli swoich pupilów, zadawaliśmy również ogólne pytanie: Jaka polityka inwestycyjna jest dla rodzica najlepsza? Ale zapewne każde dziecko potrafi wpływać na to, ile inwestują w niego rodzice, w porównaniu z inwestycjami lokowanymi w jego braciach i siostrach. Czy jest możliwe, by dzieci same wymuszały wyjątkowe traktowanie swojej osoby, nawet jeśli rodzice „nie chcą” nikogo spośród potomstwa wyróżniać? Czy byłoby to dla nich opłacalne? Mówiąc ściślej, czy geny na egoistyczną zachłanność dzieci stałyby się liczniejsze w puli genowej niż konkurencyjne geny na przyjmowanie tylko należącego sprawiedliwego udziału? Kwestia ta została znakomicie zanalizowana przez Triversa w 1974 roku w artykule „Parent Offspring Conflict” („Konflikt rodzice - dzieci”).

Matka jest spokrewniona w równym stopniu ze wszystkimi swoimi dziećmi, zarówno już urodzonymi, jak i tymi, które dopiero mają się narodzić. Opierając się na przesłankach czysto genetycznych stwierdziliśmy, że nie powinna mieć swoich pupilów. Jeśli matka przejawia taką skłonność, to powinna ona odzwierciedlać jedynie istniejące między dziećmi różnice w spodziewanym czasie trwania ich życia, uzależnionym od wieku i innych czynników. Matka, jak każdy osobnik, jest dwukrotnie bliżej „spokrewniona” z samą sobą niż z każdym ze swoich dzieci. Wobec tego, gdyby pod innymi względami nie było różnic między nią a nimi, powinna większość swoich zasobów zainwestować samolubnie w siebie samą. Lecz, oczywiście, różnice takie są. Matka uczyni dla swoich genów więcej dobrego, inwestując rozsądną część swoich zasobów w potomstwo. Dzieci są bowiem młodsze i mniej zaradne niż ona i na każdej jednostce inwestycji będą korzystały bardziej niż ona sama. Geny na inwestowanie w mniej zaradne od siebie osobniki mogą przeważać w puli genowej, nawet jeśli obdarowani mają tylko część genów inwestora. Oto dlaczego zwierzęta okazują altruizm rodzicielski, a dokładniej wszelkie rodzaje altruizmu krewniaczego.

Rozważmy teraz tę kwestię z punktu widzenia dziecka. Jest ono spokrewnione ze swoimi braćmi i siostrami w równym stopniu, jak jego matka, czyli w 1/2. „Pragnie” wobec tego, by jego matka zainwestowała część swoich zasobów w jego braci i siostry. Co, genetycznie rzecz biorąc, wyraża się tym, że jego nastawienie wobec nich jest równie altruistyczne, jak nastawienie matki. Z sobą samym jest oczywiście spokrewnione dwukrotnie bliżej niż z każdym z rodzeństwa i zakładając, że pod innymi względami nie ma między nimi różnic, skłonne będzie żądać od swojej matki, by inwestowała w nie więcej niż w którekolwiek z pozostałych dzieci. Tym razem założenie o braku różnic pod innymi względami jest jak najbardziej na miejscu. Jeśli ty i twój brat jesteście w tym samym wieku i obydwoj w tym samym stopniu skorzystalibyście z litra mleka matki, „powinieneś” próbować zawłaszczyc więcej, niż ci się uczciwie należy, a on z kolei więcej, niż należy się jemu. Czy słyszałeś kiedyś stadko prosiąt domagających się donośnym kwiczeniem pierwszeństwa w dostępie do maciory, gdy ta kładzie się, by je nakarmić? Albo małych chłopców walczących o ostatni kawałek tortu? Samolubna zachłanność wydaje się być cechą charakteryzującą większość dziecięcych zachowań.

Ale to nie wszystko. Jeśli konkuruję z bratem o kęs pożywienia i jeśli jest on ode mnie o tyle młodszy, że

skorzystałby na nim więcej niż ja, dla moich genów mogłoby być opłacalne pozwolić mu wziąć ten kęs. Starszy brat może mieć dokładnie te same podstawy do altruizmu, co rodzice: w obu przypadkach, jak wiemy, spokrewnienie wynosi $1/2$ i w obu młodszy osobnik może dane dobro wyzyskać z większym pożytkiem niż starszy. Jeśli mam gen na rezygnowanie z pożywienia na rzecz młodszego brata, istnieje 50 procent szans, że on również ma ten sam gen. Choć szansa na obecność tego genu w moim ciele jest dwa razy większa - 100 procent, bo w moim ciele on po prostu jest, moje zapotrzebowanie na pożywienie może być mniej niż w połowie tak pilne. Mówiąc ogólnie, dziecko „powinno” zagarniać więcej niż jego należny udział w inwestycji rodzicielskiej, ale tylko do pewnego stopnia. Do jakiego? Otóż do momentu, gdy całkowity koszt poniesiony przez jego braci i siostry - zarówno te już urodzone, jak i te, które mają się dopiero narodzić - przewyższy dwukrotnie korzyści z zagarnięcia zasobów dla siebie.

Rozważmy kwestię wyboru momentu odstawienia od piersi. Matka pragnęłaby już przerwać karmienie swojego obecnego dziecka po to, by móc przygotować się na następne. Ono natomiast nie chce być odstawione od piersi, ponieważ mleko jest wygodnym, bezproblemowym źródłem pokarmu, którego woli nie porzucić, bo to zmusiłoby je do podjęcia trudów życia. Mówiąc ściślej, ostatecznie zechce odejść i usamodzielnic się, ale dopiero wtedy, gdy odchodząc i umożliwiając matce wychowywanie jego młodszych braci i siostr uczyni swoim genom więcej dobrego, niż obstając przy tym, by matka nadal się nim opiekowała. Im dziecko jest starsze, tym mniejszą relatywnie korzyść uzyskuje z każdego litra mleka. Jest bowiem większe i ten litr mleka stanowi mniejszą część jego zapotrzebowania, a ponadto potrafi coraz lepiej dawać sobie radę samo, jeśli jest do tego zmuszone. Toteż gdy litr, który mógłby być zainwestowany w młodsze dziecko, wypije starsze, zagarnia ono dla siebie relatywnie więcej inwestycji rodzicielskiej, niż gdyby tę porcję wypił jego młodszy brat. W miarę jak dziecko dorasta, nadchodzi moment, w którym jego matce opłaca się już go nie karmić i zamiast w nie, zainwestować w nowe dziecko. Nieco później nadchodzi moment, gdy również i dorastające dziecko, rezygnując z mleka matki, uczyni więcej dobrego swoim genom. Nastąpi to wtedy, gdy na litrze mleka więcej skorzystają kopie jego genów, mogące znajdować się w jego braciach i siostrach, niż geny obecne w nim samym.

Różnica zdań między matką a dzieckiem nie jest absolutna, ale typu ilościowego, i dotyczy w tym przypadku wyboru właściwej chwili. Matka ma ochotę karmić obecne dziecko tylko do momentu, gdy zainwestowany w nie wkład zrówna się z wielkością jego sprawiedliwego udziału, przy uwzględnieniu spodziewanego czasu trwania jego życia oraz tego, ile już w niego zainwestowała. Do tego momentu nie ma niezgodności. Zarówno matka, jak i dziecko są również jednomyślni co do tego, by nie kontynuować karmienia poza moment, w którym koszt, jaki w wyniku tego ponoszą przyszłe dzieci, więcej niż dwukrotnie przekracza jego własne korzyści. Istnieje natomiast niezgodność między matką a dzieckiem w okresie przejściowym, wtedy gdy dziecko zaczyna otrzymywać więcej, niż mu się - zdaniem matki - należy, ale gdy koszty ponoszone przez inne dzieci są wciąż mniejsze niż podwojona wysokość jego własnej korzyści.

Moment odstawienia od piersi jest tylko jednym z przykładów spornych kwestii między matką a dzieckiem. Można by go również przedstawić jako spór między jednym osobnikiem a wszystkimi jego nie narodzonymi braćmi i siostrami, których interesy reprezentowałaby matka. Mówiąc wprost, między towarzyszami z jednego miotu czy gniazda, rówieśnikami rywalizującymi o jej inwestycje, będzie istnieć współzawodnictwo. Matka zaś przeważnie pragnąć będzie uczciwej gry.

Pisklęta na ogół karmione są w gnieździe przez swoich rodziców. Wszystkie skrzeczą i rozdziwiają

dzioby, a jednemu z nich dostaje się robak lub inny kęs wrzucony przez rodzica w otwarty dziób. Natężenie wrzasku pisknięcia powinno być teoretycznie proporcjonalne do tego, jak bardzo jest ono głodne. Wtedy, jeśli rodzic zawsze daje pożywienie wrzeszczącemu najgłośniej, wszyscy powinni dostać sprawiedliwy przydział, gdyby bowiem jedno z nich już się nasyciło, wrzeszczałoby nieco ciszej. Tak przynajmniej działałoby się w idealnych warunkach, gdyby osobniki nie oszukiwały. Ale w świetle naszej koncepcji samolubnego genu musimy brać pod uwagę to, że osobniki będą oszukiwać, że sygnalizując swój głód będą kłamać. Zjawisko to może narastać pozornie bez końca, skoro bowiem wszystkie będą kłamać wrzeszcząc zbyt głośno, to ten poziom głośności stanie się normą i przestanie w rezultacie być kłamstwem. Nie może on jednak ulec zmniejszeniu, ponieważ osobnik, który jako pierwszy wykona krok w tym kierunku, zmniejszając głośność swojego wrzasku, będzie ukarany mniej intensywnym karmieniem i narazi się na większe ryzyko śmierci głodowej. Wrzaski ptasiego potomstwa nie stały się nieskończenie głośne z innych względów. Intensywne dźwięki mogą na przykład przywabiać drapieżniki, a ponadto na ich wytwarzanie zużywa się energię.

Czasami, jak już wiemy, jeden z osobników miotu może być karłem, znacznie mniejszym niż pozostałe. Nie jest zdolny dorównać reszcie siłą potrzebną do walki o pokarm, toteż karły często giną. Rozważaliśmy warunki, w których matce opłaciłoby się pozwolić, by taki osobnik umarł. Intuicyjnie bylibyśmy jednak skłonni zakładać, że on sam będzie kontynuował walkę do ostatka. Teoria może jednak przewidywać inne rozwiązanie. W momencie gdy osobnik karłowaty jest mały i słaby, a tym samym spodziewany czas trwania jego życia ulega zmniejszeniu do takiego poziomu, że jego korzyść w rezultacie inwestycji rodzicielskiej stanowi mniej niż połowę korzyści, jaką w wyniku takiej samej inwestycji odnieść mogłyby inne dzieci, powinien dobrowolnie i ofiarnie umrzeć. Na takim obrocie sprawy jego geny skorzystają najbardziej. Innymi słowy, gen dający ciało instrukcję: „Jeśli jesteś o wiele mniejszy niż twoi towarzysze z miotu, zaniechaj walki o życie i umrzyj” mógłby odnieść sukces w puli genów, ponieważ ma 50 procent szans, że znajduje się w ciałach każdego z zachowanych przy życiu braci i sióstr, a jego szanse na przetrwanie w karłowatym ciele byłyby i tak bardzo niewielkie. W życiowej karierze karła powinien istnieć pewien moment przełomowy. Nim ten moment osiągnie, powinien kontynuować zmagania o przetrwanie. Minąwszy go, powinien dać za wygraną i najlepiej pozwolić się zjeść towarzyszom z miotu lub rodzicom.

Gdy omawialiśmy teorię Lacka dotyczącą liczebności lęgu, nie wspominałem o jeszcze jednej ewentualności. Otóż dla rodzica, który nie może się zdecydować co do optymalnej dla danego roku liczby potomstwa, rozsądna byłaby następująca strategia. Składa o jedno jajo więcej ponad to, co „uważa” za rzeczywiste optimum. Następnie, jeśli okaże się, że podaż żywności jest większa od spodziewanej, wychowa dodatkowe dziecko. Jeśli zaś nie, może mimo to nie dopuścić do nadmiernych strat. Przestrzegając karmienia młodych zawsze w tej samej kolejności, powiedzmy według rozmiarów, sprawia, iż jedno z nich, zapewne osobnik niewydarzony, szybko zginie i nie zostanie zmarnowane na jego utrzymanie wiele więcej nakładów niż początkowa inwestycja w postaci żółtka jaja lub jego odpowiednika. Takie mogłoby być z punktu widzenia matki uzasadnienie zjawiska występowania karłów. Są one dla matki rodzajem asekuracji dla poczynionych przez nią zakładów. W istocie u wielu ptaków obserwuje się takie zjawisko.

Stosując naszą metaforę przedstawiającą zwierzę jako maszynę przetrwania, która zachowuje się tak, jakby jej „celem” była ochrona swoich genów, możemy rozważyć konflikt między rodzicami a młodymi - walkę pokoleń. Jest to walka bardzo perfidna, w której wszystkie chwytaki są dozwolone. Dziecko nie straci ani jednej okazji do

oszustwa, jaka tylko mu się nadarzy. Będzie udawało, że jest bardziej głodne, niż naprawdę jest, albo że jest młodsze, lub że jest w większym niebezpieczeństwie niż w rzeczywistości. Jest zbyt małe i słabe, by sterroryzować swoich rodziców fizycznie, ale używa wszelkiej dostępnej broni psychologicznej: kłamstwa, oszustwa, symulowania, wykorzystywania, do momentu gdy swoim krewnym zaczyna szkodzić bardziej, niż pozwoliliby na to jego genetyczne z nimi spokrewnienie. Rodzice muszą być stale wyczuleni na kłamstwa i oszustwa, by nie dać się okpić. Wydawałoby się to łatwym zadaniem: skoro rodzice wiedzą, że ich dziecko może kłamać udając głód, wystarczy, jeśli zastosują taktykę podawania mu określonej ilości pokarmu i nie ponadto, nawet jeśli dziecko wrzeszczy dalej. Tkwi tu jednak pewien kłopot. A nuż dziecko nie kłamie? Jeśli umrze w rezultacie niedostarczenia mu w porę pokarmu, rodzic straciłby część swoich drogocennych genów. Dzikie ptaki mogą umrzeć już po kilku godzinach głodowania.

A. Zahavi pisał o szczególnie diabolicznej formie szantażu dziecięcego: dziecko mogłoby rozmyślnie wrzeszczeć po to, by przywabić drapieżnika do gniazda. Dziecko „mówi”: „Lisie, lisie, chodź tu i zjedz mnie”. Jedynym sposobem na to, by uciszyć jego wrzask, jest dać mu jeść. Toteż dziecko otrzymuje więcej niż wynosi jego sprawiedliwy przydział pokarmu, ale kosztem pewnego ryzyka ze swojej strony. Istota tej bezwzględnej taktyki jest taka sama, jak u porwacza, który grozi wysadzeniem w powietrze samolotu z nim samym na pokładzie, o ile nie otrzyma okupu. Jestem osobiście sceptyczny co do tego, czy taktyka ta mogłaby być faworyzowana przez ewolucję. Nie dlatego, że jest zbyt bezwzględna, lecz dlatego, iż wątpię, by mogła kiedykolwiek opłacać się dziecku-szantażyście. Ma ono zbyt wiele do stracenia, jeśli drapieżnik rzeczywiście się zjawi. Co jest oczywiste w przypadku jedynaka, który to przykład rozważa Zahavi. Niezależnie od tego, jak wiele zainwestowała już w niego matka, on sam powinien cenić swoje życie bardziej niż ona, gdyż ona ma w nim tylko połowę swoich genów. Co więcej, taktyka ta nie opłacałaby się również wtedy, gdyby szantażysta był jednym z miotu bezbronych dzieci, siedzących razem w gnieździe, ponieważ w każdym z zagrożonych braci i sióstr ma on ulokowane po 50 procent genetycznych „udziałów”, nie mówiąc o 100 procentach w sobie samym. Sądzę, że ta teoria mogłaby się sprawdzać w praktyce, gdyby typowy drapieżnik miał zwyczaj wybierania z gniazda tylko największego pisklęcia. Wtedy mniejszemu z nich mogłoby się opłacić użycie groźby przywołania drapieżnika, ponieważ ono samo nie byłoby narażone na zbytne niebezpieczeństwo. To tak, jakby zamiast grozić wysadzeniem siebie w powietrze, przystawić pistolet do głowy brata.

Z większym prawdopodobieństwem taktyka szantażu opłacić się może pisklęciu kukułki. Jak wszystkim wiadomo, samice kukułki składają po jednym jajku do kilku gniazd „przybranych rodziców” nieświadomych niczego, należących do całkiem innego gatunku, zostawiając im swoje pisklą na wychowanie. Pisklą kukułki nie ma więc w swoich przybranych braciach i siostrach żadnego genetycznego udziału. (Pisklęta niektórych gatunków kukułek nie mają w ogóle przybranych braci i sióstr z pewnej ponurej przyczyny, do której omówienia dojdziemy niebawem. Chwilowo przyjmuję, że mamy do czynienia z jednym z tych gatunków, u których przybrani bracia i siostry koegzystują z pisklęciem kukułki). Gdyby pisklą kukułki wrzeszczało na tyle głośno, by zwabić drapieżnika, miałoby wiele do stracenia - swoje życie, ale przybrana matka mogłaby stracić jeszcze więcej - może czwórkę swoich młodych. Mogłoby się jej więc opłacić dawać mu więcej pokarmu, niż na niego przypada, odnoszona zaś przez kukułkę korzyść mogłaby równoważyć ryzyko.

Nadszedł oto jeden z tych momentów, gdy rozsądnie byłoby przełożyć nasze rozważania z powrotem na

precyzyjny język genowy, by upewnić się, że intuicyjne metafory nie poniosły nas za daleko. Z czym w rzeczywistości równoznaczna jest hipoteza, że pisklęta kukułki „szantażują” swoich przybranych rodziców, wrzeszcząc: „Drapieżniku, drapieżniku, przyjdź tu i zjedz mnie oraz wszystkich moich braciszków i siostrzyczki”? Co oznacza ona w pojęciach genowych?

Geny kukułcze na głośny wrzask stały się liczniejsze w puli genów kukułek, ponieważ głośne wrzaski zwiększały prawdopodobieństwo, że przybrani rodzice będą karmić kukułcze pisklęta. Powodem takiej reakcji przybranych rodziców na wrzaski było to, że geny na taką reakcję rozpowszechniły się w pulach genowych gatunków, na których pasożytują kukułki. Geny te rozpowszechniły się zaś dlatego, że przybrani rodzice, którzy nie dostarczyli kukułkom dodatkowego pokarmu, wychowywali mniejszą liczbę swoich własnych dzieci - mniej niż konkurenci, którzy karmili kukułki obficie. To z kolei było skutkiem zwabiania drapieżników do gniazda przez wrzask kukułek. Choć geny kukułcze na niewrzesczenie miały mniejsze szanse skończyć w brzuchach drapieżników niż geny na wrzeszczenie, ciche kukułki były eliminowane, gdyż nie otrzymywały dodatkowych racji pożywienia. Dlatego też geny na wrzask rozprzestrzeniły się w puli genowej kukułek.

Podobny ciąg rozumowania genetycznego, będący powtórzeniem podanego wcześniej intuicyjnego wyводу, wykazałby, że rozprzestrzenienie się genu na szantaż w puli genowej kukułek jest do pomyślenia, natomiast rozpowszechnienie się takiego genu w puli genowej typowego gatunku jest nieprawdopodobne, a już na pewno nie z tego szczególnego powodu, że jego przejawem jest przywabianie drapieżników. Oczywiście, jak wiemy, u przeciętnego gatunku znalazłyby się inne czynniki sprzyjające rozprzestrzenianiu się genów na wrzeszczenie, czego ubocznym skutkiem mogłoby być zwabianie od czasu do czasu drapieżników. Tu jednak selekcyjny wpływ drapieżnictwa działałby, jeśli w ogóle, raczej w kierunku uczynienia krzyków cichszymi. W hipotetycznym przypadku kukułek wypadkowy wpływ drapieżników, choć zabrzmi to paradoksalnie, mógłby działać w kierunku uczynienia ich głośniejszymi.

Nie ma dowodów na to, że kukułki i inne ptaki uprawiające pasożytnictwo lęgowe stosują takie czy inne taktyki szantażu. Z pewnością jednak nie brak im bezwzględności. Przykładem są miodowody, które podobnie jak kukułki składają jaja w gniazdach innych gatunków ptaków. Pisklę miodowoda wyposażone jest w ostry, haczykowany dziób. Gdy tylko wydostanie się z jaja, wciąż nagi, ślepy i poza tym bezbronny, tnąc dziobem na oślep zaszlachtowuje na śmierć swoje przybrane rodzeństwo. Martwi bracia nie są konkurentami do pokarmu! Pospolicie występujący na wyspach brytyjskich gatunek kukułki osiąga ten sam rezultat w nieco inny sposób. Dzięki krótkiemu okresowi inkubacji pisklę kukułki wykluwa się wcześniej niż przybrane rodzeństwo. Wkrótce po wykluciu, ślepo i mechanicznie, ale przerażająco skutecznie, pozbywa się pozostałych jaj. Wślizgnąwszy się pod jajo, umieszcza je sobie w zagłębieniu grzbietu. Następnie gramoli się tyłem po wewnętrznej ścianie gniazda, utrzymując jajo końcami skrzydeł, po czym wyrzuca jajo na zewnątrz, na ziemię. To samo robi z wszystkimi pozostałymi jajami, obejmując w posiadanie całe gniazdo, a tym samym i całą uwagę przybranych rodziców.

F. Alvarez, L. Arias de Reyna i H. Segura z Hiszpanii donieśli o jednym z najbardziej intrygujących faktów, z jakimi zapoznałem się w ubiegłym roku. Badali oni zdolność potencjalnych przybranych rodziców, ewentualnych ofiar kukułek, do rozpoznania intruzów - jaj lub piskląt kukułki. W trakcie eksperymentów umieszczali w gniazdach srok jaja i pisklęta kukułki oraz, dla porównania, jaja i pisklęta innych gatunków, między innymi jaskółek. Za którymś razem w gnieździe sroki umieścili pisklę jaskółki. Następnego dnia zauważyli jedno z jaj sroki leżące na

ziemi poniżej gniazda. Nie było stłuczone, więc podnieśli je, umieścili z powrotem w gnieździe i obserwowali, co będzie dalej. Ujrzeni rzecz wprost niezwykłą. Pisklę jaskółki, postępując dokładnie tak jak pisklę kukułki, wyrzuciło jajo z gniazda. Gdy włożyli jajo z powrotem, sytuacja się powtórzyła. Pisklę jaskółki używało kukułczej metody podtrzymywania jaja na grzbiecie między końcami skrzydeł i wspinania się tyłem po ścianie gniazda, dopóki jajo nie wypadnie.

Alvarez i jego koledzy, może i słusznie, nawet nie próbowali interpretować swojej zaskakującej obserwacji. W jaki sposób w puli genów jaskółek mogło wyewoluować takie zachowanie? Musi ono mieć związek z jakimś zjawiskiem występującym w normalnym życiu jaskółki. Lecz przecież pisklęta jaskółki nie mają w zwyczaju pojawiać się w gniazdach srok. W naturze nie znajduje się ich nigdzie indziej, jak tylko w jaskółczych gniazdach. Czy zachowanie to mogłoby być przejawem przystosowania skierowanego przeciw kukułkom? Czyżby dobór naturalny faworyzował w puli genów jaskółek strategię kontrataku, geny na zwalczanie kukulek ich własną bronią? Faktem jest, że na gniazdach jaskółek kukułki zwykle nie pasożytują. Być może właśnie dlatego. Według tej hipotezy, w powyższym eksperymencie pisklę jaskółki obeszło się z jajami sroki w taki właśnie sposób, dlatego że - podobnie jak jaja kukułki - są one większe od jaj jaskółki. Ale jeśli pisklę jaskółki może odróżnić normalne jajo jaskółki od jaja o większych rozmiarach, to z pewnością powinna to również umieć jego matka. Czemuż to więc nie matka miałaby w tym przypadku usuwać jaja kukułki, skoro przyszłoby jej to znacznie łatwiej niż pisklęciu? Ten sam zarzut wysunąć można wobec przypuszczenia, że normalnym przeznaczeniem omawianego zachowania pisklęcia jaskółki jest usuwanie z gniazda psujących się, nie zapłodnionych jaj oraz innych odpadków. Przecież zadanie to może być - i jest - lepiej wykonywane przez rodzica. Naocznie stwierdzony fakt wykonywania przez słabe i bezbronne pisklę jaskółki trudnej i wymagającej wprawy operacji usuwania jaj, choć dorosła jaskółka zrobiłaby to bez większego wysiłku, skłania mnie do wniosku, że z punktu widzenia rodzica, pisklę nie robi niczego dobrego.

Jest według mnie do pomyślenia, że prawdziwe wyjaśnienie nie ma nic wspólnego z kukułkami. Już sama myśl mrozi mi krew w żyłach, ale czy nie jest możliwe, że pisklęta jaskółek to właśnie czynią sobie nawzajem? Skoro pierwородny ma przed sobą perspektywę konkurencji ze swoimi jeszcze nie wykłutymi braćmi i siostrami o rodzicielskie zasoby, rozpoczęcie życia od wyrzucenia z gniazda jednego z pozostałych jaj byłoby dla niego korzystne.

Teoria Lacka liczebności lęgu rozważała optimum z punktu widzenia rodziców. Jeśli jestem jaskółczą matką, optymalna wielkość lęgu z mojego punktu widzenia wynosi, dajmy na to, pięć. Ale jeśli jestem pisklęciem jaskółki, z mojej perspektywy optymalna liczebność lęgu, którego część stanowią przeciwieństwo ja sam, równie dobrze może być mniejsza! Rodzic dysponuje pewną ilością inwestycji rodzicielskiej, którą zamierza podzielić równomiernie pomiędzy pięcioro młodych. Ale każde dziecko chce otrzymać więcej niż należąca mu jedna piąta. W przeciwieństwie do kukułki nie chce wszystkiego, ponieważ jest spokrewniony z innymi młodymi z lęgu. Ale z pewnością chce więcej niż jedną piąta. Może posiadać 1/4 udziałów wyrzucając po prostu jedno jajo, a wyrzucając następne uzyskuje 1/3. Tłumacząc to na język genowy, do pomyślenia jest, by gen na bratobójstwo rozprzestrzenił się w puli genowej, gdyż są 100-procentowe szanse, że znajdzie się w ciele bratobójcy, a tylko 50-procentowe, że w ciele jego ofiary.

Główny zarzut stawiany tej teorii to spostrzeżenie, że jeśli takie diaboliczne zachowanie rzeczywiście się zdarza, trudno uwierzyć, by nikt go wcześniej nie zaobserwował. Brak mi przekonującego wyjaśnienia dla tego

zarzutu. W wielu częściach świata żyją różne podgatunki jaskółek. Wiadomo, że odmiana hiszpańska różni się pod pewnymi względami na przykład od brytyjskiej. Odmiana hiszpańska nie była poddawana tak intensywnym obserwacjom, jak brytyjska, toteż, jak sądzę, jest możliwe, że wśród hiszpańskiej odmiany też dochodzi do bratobójstwa, ale po prostu zostało to przeoczone.

Powodem zaproponowania przeze mnie tak nieprawdopodobnej koncepcji, jak ta oto hipoteza bratobójstwa, jest chęć dokonania pewnego uogólnienia. Otóż bezwzględne zachowanie piskląt kukulek jest tylko skrajnym przypadkiem czegoś, co dzieć się musi w każdej rodzinie. Rodzeni bracia są ze sobą bliżej spokrewnieni niż pisklą kukulki ze swoimi przybranymi rodzicami, ale różnica ta ma charakter jedynie ilościowy. Nawet jeśli odrzucimy możliwość pojawienia się jawnego bratobójstwa, muszą istnieć liczne, mniej drastyczne przykłady egoizmu wszędzie tam, gdzie koszty ponoszone przez dziecko w postaci strat dotyczących jego rodzeństwa są z nadwyżką równoważone odnoszonymi przez niego samego korzyściami, z uwzględnieniem proporcji dwa do jednego. W tego rodzaju sytuacjach, podobnie jak w przykładzie dotyczącym momentu odstawienia od piersi, między rodzicem a dzieckiem pojawia się prawdziwy konflikt interesów.

Kto ma większe szanse wygrania tej walki pokoleń? R. D. Alexander napisał interesujący artykuł, w którym sugeruje istnienie uogólnionej odpowiedzi na to pytanie. Według niego zwycięzcą będzie zawsze rodzic* Jeśli miałyby to być prawdą, to czytając ten rozdział, marnowałeś tylko swój czas. Jeśli Alexander ma rację, najciekawsze dopiero przed nami. Zachowanie altruistyczne na przykład wyewoluowałoby nie dzięki korzyściom odnoszonym przez geny samego osobnika, ale wyłącznie dzięki korzyściom odnoszonym przez geny jego rodziców. Rodzicielska manipulacja, by użyć terminu Alexandra, byłaby alternatywnym ewolucyjnym sprawcą powstawania zachowań altruistycznych, niezależnym od prostego doboru krewniaczego. Ważne jest więc, byśmy prześledzili rozumowanie Alexandra, aby upewnić się, że rozumiemy, na czym polega jego błąd. Można, co prawda, dokonać tego na drodze matematycznej, ale w tej książce unikamy bezpośredniego stosowania matematyki, zwłaszcza że możliwe jest odnalezienie błędu w tezie Alexandra w sposób intuicyjny.

Jego zasadnicza myśl zawiera się w następującym cytacie, który przytaczam dosłownie: „Przypuśćmy, że młody osobnik (...) przyczynia się do nierównomiernego rozkładu dóbr rodzicielskich z korzyścią dla siebie, redukując tym samym ogólną zdolność rozrodczą matki. Gen, który w powyższy sposób poprawia dostosowanie osobnika wtedy, gdy jest on młodociany, w sposób nieunikniony poważnie obniża jego dostosowanie, gdy staje się on osobnikiem dorosłym, ponieważ te zmutowane geny będą obecne w potomstwie mutanta w zwiększonej proporcji”. Fakt, że Alexander rozważa nowo zmutowany gen, nie jest kluczowy dla wyводу. Wygodniej będzie rozważyć rzadko występujący gen odziedziczony po jednym z rodziców. „Dostosowanie” (fitness) jest fachowym terminem używanym dla określenia sukcesu rozrodczego. Teza Alexandra brzmi w ogólnych zarysach następująco: gen, który sprawiałby, że dziecko zawłaszcza w dzieciństwie więcej, niż wynosi jego sprawiedliwy przydział, kosztem ogólnej zdolności rozrodczej swoich rodziców, mógłby istotnie zwiększać swoje szanse na przetrwanie. Jednak jeśli później osobnik, który go ma, zostałby rodzicem, gen ten poniósłby karę, ponieważ dzieci, które go odziedziczyły, zmniejszyłyby sukces rozrodczy rodzica. Złapałby się więc we własne sidła. Toteż gen tego rodzaju nie może odnieść sukcesu, stąd rodzice muszą zawsze wygrywać konflikty.

Wywód ten powinien natychmiast zasiać w nas wątpliwość, ponieważ opiera się na założeniu istnienia asymetrii genetycznej, której w rzeczywistości nie ma. Alexander używa słów „rodzic” i „potomstwo” tak, jakby

między nimi istniała fundamentalna genetyczna odmiennosc. Tymczasem, jak już wiemy, mimo wielu różnic między rodzicem a dzieckiem - na przykład, rodzice są starsi niż dzieci, a te zostały poczęte w ich ciałach - nie ma w rzeczywistości żadnej fundamentalnej genetycznej asymetrii. Jakby na to nie patrzeć, spokrewnienie między nimi wynosi 50 procent. By zilustrować, co mam na myśli, powtórzę słowa Alexandra, odpowiednio przedstawiając wyrazy „rodzic”, „dziecko” oraz inne słowa. „Przypuśćmy, że rodzic ma gen zapewniający równomierną dystrybucję dóbr rodzicielskich. Gen, który w ten sposób poprawia dostosowanie osobnika, wtedy gdy jest on rodzicem, w sposób nieunikniony istotnie obniża jego dostosowanie, gdy jest on osobnikiem młodocianym”. Doszliśmy więc do wniosku przeciwnego niż Alexander, mianowicie, że w każdym konflikcie rodzic-dziecko wygrać musi dziecko!

Bez wątpienia tkwi tu jakiś błąd. Obydwa wywody poprowadzone zostały zbyt prosto. Odwrócenia sensu cytatu dokonałem nie po to, by udowodnić tezę odwrotną do tezy Alexandra, ale jedynie by wykazać, że nie można argumentować w tak sztucznie asymetryczny sposób. Zarówno wywód Alexandra, jak i moje jego odwrócenie, błędzą, obierając punkt widzenia osobnika: w przypadku wywodu Alexandra - punkt widzenia rodzica, w przypadku mojego - punkt widzenia dziecka. Taki błąd można popełnić, jak sądzę, szczególnie łatwo, jeśli używa się fachowego terminu „dostosowanie”. Z tego też powodu unikałem używania tego terminu w mojej książce. Na dobrą sprawę jest tylko jeden byt, którego punkt widzenia liczy się w ewolucji - tym bytem jest samolubny gen. Geny w ciałach osobników młodocianych będą podlegały doborowi pod względem swojej zdolności do przechytrzenia ciał rodziców. Natomiast geny w ciałach rodziców będą podlegały doborowi pod względem swojej zdolności do przechytrzenia młodych. Nie ma żadnego paradoksu w fakcie, że dokładnie te same geny najpierw znajdują się w ciele młodego osobnika, który następnie sam staje się ojcem. Geny podlegają doborowi pod względem ich zdolności do zrobienia jak najlepszego użytku z wszelkich środków, jakie stoją do ich dyspozycji, przy każdej nadarzającej się po temu okazji. Praktyczne możliwości genu znajdującego się w młodym ciele będą inne niż możliwości tego samego genu wtedy, gdy znajduje się w ciele rodzica. Toteż na każdym z tych dwóch etapów historii życia ciała zasiedlanego przez dany gen optymalna strategia tego genu będzie odmienna. Nie ma powodu, by zakładać, jak to czyni Alexander, że późniejsza optymalna strategia musi koniecznie przewyciężyć wcześniejszą.

Krytykę hipotezy Alexandra można też sformułować inaczej. Milcząco zakłada on fałszywą asymetrię, przeciwstawiając pokrewieństwo rodziców wobec dzieci pokrewieństwu między braćmi i siostrami. Jak zapewne pamiętasz, kosztem, jaki według Triversa ponosi samolubne dziecko zagarniające więcej, niż mu się należy, kosztem nakładającym na jego zachłanność pewne granice jest niebezpieczeństwo utraty braci i sióstr, z których każde nosi połowę jego genów. Ale bracia i siostry to tylko szczególnie reprezentanci większej grupy krewnych o 50-procentowym współczynniku spokrewnienia. Dla samolubnego dziecka jego własne przyszłe dzieci nie są ani mniej, ani więcej „warte” niż jego bracia i siostry. Dlatego do całkowitego kosztu netto zagarnięcia więcej niż należy przydział dóbr powinna być w rzeczywistości wliczona nie tylko utrata braci i sióstr, ale również utrata przyszłych dzieci, będąca wynikiem ich egoizmu wobec siebie. Teza Alexandra o niekorzystnych skutkach egoizmu młodzieńczego, który przenosi się na potomstwo, zmniejszając tym samym sprawność rozrodczą osobnika, jest dobrze sformułowana. Oznacza ona jednak tylko tyle, że w wyliczeniach musimy te skutki dodatkowo uwzględnić po stronie kosztów. Poszczególnemu dziecku będzie się wiodło dobrze jako egoiście dopóty, dopóki jego korzyść netto równa jest przynajmniej połowie kosztów netto ponoszonych przez bliskich krewnych. Ale do jego „bliskich krewnych” należy zaliczyć nie tylko braci i siostry, lecz także jego własne przyszłe dzieci. Osobnik powinien cenić

swoje własne dobro dwakroć bardziej niż dobro swoich braci, co jest podstawowym założeniem Triversa. Ale powinien cenić się w dwójnasób także w stosunku do każdego ze swoich przyszłych dzieci. Wniosek Alexandra, że w konflikcie interesów zawarta jest nieuchronna przewaga rodzica, jest więc nieprawdziwy.

W uzupełnieniu do swojej zasadniczej tezy Alexander przytacza również argumenty bardziej praktyczne, wywodzące się z niezaprzeczalnej asymetrii w relacjach rodzice-dzieci. Rodzic jest stroną aktywną, tą, która faktycznie zajmuje się zdobywaniem pożywienia i wszystkimi innymi sprawami, tak więc to on może dyktować warunki. Jeśli rodzic postanowi porzucić swoje obowiązki, dziecko niewiele może na to poradzić, ponieważ jest mniejsze i nie ma szans na odwet. Pozycja rodzica umożliwia mu więc narzucenie swojej woli, niezależnie od życzeń dziecka. Rozumowanie to nie jest w oczywisty sposób błędne, ponieważ w tym przypadku postulowana przez niego asymetria istnieje naprawdę. Rodzice istotnie są więksi, silniejsi i mają więcej życiowego doświadczenia niż dzieci. Wydaje się, że trzymają w ręku wszystkie atuty. Jednak młode osobniki też mają kilka asów w rękawie. Dla rodzica ważna jest na przykład wiedza o tym, jak głodne jest każde z jego dzieci, po to, by mógł rozdzielić pożywienie jak najefektywniej. Mógłby zapewne podzielić pożywienie dokładnie równo między wszystkich, ale sposób ten może być, teoretycznie rzecz biorąc, mniej efektywny niż system dostarczania nieco więcej pokarmu tym, które zrobią z niego naprawdę najlepszy użytek. Idealny dla rodzica byłby system, w którym każde dziecko informuje go, jak bardzo jest głodne, i -jak już wiemy - przypuszczalnie taki właśnie system wyewoluował. Osobniki młodociane znajdują się jednak w dogodnym położeniu do oszukiwania, ponieważ wiedzą dokładnie, jak bardzo są głodne, podczas gdy rodzic może się jedynie domyślać, czy mówią prawdę, czy nie. Choć mógłby zapewne zdemaskować kłamstwo na dużą skalę, wykrycie przez niego małego kłamstwa jest prawie niemożliwe.

Podobnie korzystna dla rodzica jest wiedza o tym, czy dziecko jest zadowolone, dla dziecka zaś korzystne jest, gdy może powiadomić rodziców o tym, kiedy osiąga ten stan. Takie sygnały, jak mruczenie i uśmiech podlegały doborowi, ponieważ umożliwiają rodzicom nauczenie się, które ich działania są dla ich dzieci najkorzystniejsze. Widok uśmiechniętego dziecka lub odgłos kociego mruczenia jest nagrodą dla matki w takim samym znaczeniu, w jakim pełny żołądek jest nagrodą dla szczura w labiryncie. Z chwilą jednak, gdy słodki uśmiech i głośne mruczenie zaczyna być odbierane jako nagroda, dziecko nabywa możliwości wykorzystywania uśmiechu lub mruczenia do manipulowania rodzicem, by uzyskać od niego większą porcję rodzicielskiej inwestycji, niż mu się ucziwie należy.

Tak więc na pytanie, kto ma większe szanse na wygraną w walce pokoleń, nie ma jednoznacznie brzmiącej odpowiedzi. Rezultat, jaki się wyłoni, będzie kompromisem między idealną sytuacją pożądaną przez dziecko a taką pożądaną przez rodzica. Walkę tę można przyrównać do tej, jaka toczy się między kukułką a jej przybranym rodzicem, choć z pewnością nie jest aż tak bezwzględna - przeciwnicy mają przecież pewne wspólne genetyczne interesy, toteż są przeciwnikami tylko do pewnego stopnia lub tylko w pewnych krytycznych momentach. Niemniej często taktyka stosowana przez kukułki, taktyka oszustwa i eksploatacji, może być używana również przez dzieci wobec własnego rodzica, tyle że nie poważą się one na akty totalnego egoizmu, na jakie należy być przygotowanym ze strony kukułki.

Można odnieść wrażenie, że zarówno ten rozdział, jak i następny, w którym omawiamy konflikt między partnerami, zioną straszliwym cynizmem i mogą nawet wywołać sprzeciw ludzkich rodziców, tak przecież poświęcających się swoim dzieciom i sobie nawzajem. Toteż po raz kolejny muszę z naciskiem podkreślić, że nie rozważam świadomych motywów. Nikt nie sugeruje, że dzieci świadomie i z rozmysłem oszukują swoich rodziców,

ponieważ mają w sobie samolubne geny. Powtórzyć więc muszę, że jeśli mówię coś takiego: „Dziecko nie powinno przeoczyć żadnej okazji do oszukania... okłamania, okpienia, wykorzystania...”, używam słowa „powinno” w szczególnym znaczeniu. Nie popieram tego typu zachowań jako moralnie słusznych czy pożądanych. Stwierdzam jedynie, że dobór naturalny będzie faworyzował dzieci, które zachowują się w ten sposób, a skoro tak, to obserwując dzikie populacje, powinniśmy spodziewać się oszustw i egoizmu w obrębie rodzin. Zwrot „dziecko powinno oszukiwać” oznacza, że w puli genowej przewagę uzyskują geny, które predysponują dzieci do oszukiwania. A jeśli już mamy wyciągać stąd jakiś morał, niech będzie nim wskazówka, że altruizmu musimy nasze dzieci nauczyć, nie możemy bowiem liczyć na to, iż jest on częścią ich biologicznej natury.

ROZDZIAŁ 9

WALKA PŁCI

Jeśli między rodzicami a dziećmi, dzielącymi po 50 procent swoich genów, trwa wzajemny konflikt interesów, to o ile sroższy musi być konflikt między niespokrewnionymi ze sobą partnerami seksualnymi? Łączą ich jedynie 50-procentowe genetyczne udziały w tych samych dzieciach. Skoro oboje rodzice zainteresowani są dobrem swoich połówek tych samych dzieci, zgodna współpraca w ich wychowywaniu powinna być korzystna dla nich obojga. Jeśli jednak jedno z rodziców potrafi się od niej wymigać i w każde dziecko zainwestować mniej swoich cennych zasobów, niż wynosi jego sprawiedliwy udział, znajdzie się w lepszej sytuacji, gdyż będzie mogło przeznaczyć więcej na inne dzieci, spłodzone z innymi partnerami seksualnymi, a tym samym rozpowszechnić więcej swoich genów. Należy wobec tego sądzić, że każdy z partnerów będzie się starał wykorzystać tego drugiego, próbując go nakłonić, by zainwestował więcej. Teoretycznie osobnikowi „podałoby się” (nie mam tu na myśli fizycznej przyjemności, choć nie jest ona wykluczona) kopulowanie z możliwie maksymalną liczbą przedstawicieli płci przeciwnej i pozostawianie za każdym razem troski o dzieci na głowie partnera. Jak się przekonamy, taki stan rzeczy jest udziałem samców licznych gatunków, u innych jednak samiec zmuszony jest dzielić ciężar opieki nad dziećmi w równym stopniu. Przedstawiony tu obraz partnerstwa seksualnego jako związku naznaczonego piętnem wzajemnej nieufności i wykorzystywania propagowany był w szczególności przez Triversa. Dla etologów jest on względną nowością. Zachowania seksualne, kopulację i poprzedzające ją zaloty, przywykliśmy bowiem traktować jako przedsięwzięcie prowadzone w zgodnym współdziałaniu ku obopólnym korzyściom, a nawet dla dobra gatunku!

Proponuję powrócić do najbardziej podstawowych prawd i rozpatrzyć fundamentalną naturę „męskości” i „żeńskości”. Rozważając w rozdziale 3 kwestię płciowości, nie kładliśmy nacisku na leżącą u jej podstaw asymetrię. Przyjęliśmy po prostu, że niektóre zwierzęta nazywane są samcami, a inne samicami, nie zastanawiając się, co w rzeczywistości kryje się za tymi słowami. W czym jednak tkwi istota bycia samcem? Co, w sposób najbardziej elementarny, definiuje samicę? Dla nas, ssaków, płeć określona jest całym zestawem cech charakterystycznych - posiadaniem członka, rodzeniem młodych, karmieniem ich dzięki specjalnym gruczołom mlecznym, pewnymi różnicami w składzie chromosomów i tak dalej. Kryteria te przydatne są dla określenia płci ssaków, lecz dla całego świata zwierząt i roślin nie są one bardziej wiarygodne niż kryterium określania płci u człowieka na podstawie zwyczaju noszenia spodni. U żab, dajmy na to, żadna z płci nie ma prącia. Może więc słowom „samiec” i „samica” nie da się przypisać żadnego ogólnego znaczenia. Są to w końcu tylko słowa i jeśli przy opisie żab okazują się nieprzydatne, nic nie stoi na przeszkodzie, by zaniechać ich stosowania. Jeśli chcemy, możemy arbitralnie podzielić żaby na osobniki o płci 1 i o płci 2. Istnieje jednak pewna fundamentalna cecha płci, dzięki której można samców zaliczyć do samców, a samice do samic, i to zarówno w świecie roślin, jak i zwierząt. Otóż komórki płciowe, czyli gamety samców, są znacznie mniejsze i liczniejsze niż gamety samic. Obserwujemy to zarówno u roślin, jak i u zwierząt. Jedna grupa osobników wytwarza duże komórki płciowe i tę grupę przyjęło się określać mianem samic. Druga zaś grupa, zwyczajowo nazywana samcami, produkuje małe komórki płciowe. Różnica ta jest szczególnie widoczna u gadów i ptaków, u których pojedyncza komórka jajowa jest dostatecznie duża i bogata w składniki odżywcze, by przez kilka tygodni karmić rozwijający się zarodek. Nawet u ludzi, u których jajo jest mikroskopijne, i

tak jest ono wiele razy większe niż plemnik. Jak się przekonamy, wszystkie różnice, jakie istnieją między płciami, dadzą się wyprowadzić z tej jednej podstawowej różnicy.

U niektórych prymitywnych organizmów, na przykład u pewnych grzybów, płeć męska i żeńska jako taka nie istnieje, choć swego rodzaju rozmnażanie płciowe występuje i tutaj. W systemie zwanym izogamią osobniki nie są zaliczane do różnych płci. Każdy może się krzyżować z każdym. Nie ma dwóch różnych rodzajów gamet - plemników i jaj - wszystkie komórki płciowe są takie same i zwane są izogametami. Nowe osobniki powstają w wyniku połączenia dwóch izogamet, z których każda powstała w wyniku podziału mejotycznego. Jeśli rozważymy trzy izogamety A, B i C, to A może się połączyć z B lub C, B zaś może się połączyć z A lub C. W systemach płciowych taka sytuacja nigdy nie może się wydarzyć. Jeśli A jest plemnikiem i może połączyć się z B lub C, to B i C muszą być jajami, a więc B nie może połączyć się z C.

Gdy łączą się dwie izogamety, obie lokują w nowym osobniku nie tylko jednakową liczbę genów, ale również taką samą ilość zapasów pożywienia. Tymczasem w przypadku plemników i jaj, choć co do liczby genów ich wkład jest równy, to wkład jaja wniesiony w formie rezerw pokarmowych jest znacznie większy. Plemniki nie wnoszą właściwie żadnego wkładu i zależy im jedynie na jak najszybszym wprowadzeniu do jaja swoich genów. Tak więc już w momencie zapłodnienia ojciec inwestuje w potomstwo mniej zasobów, niż wynosi jego sprawiedliwy (czyli 50-procentowy) udział. Skoro każdy plemnik jest tak mały, samiec może każdego dnia wyprodukować ich wiele milionów. Potencjalnie jest więc zdolny, przy udziale wielu samic, spłodzić w bardzo krótkim czasie olbrzymią liczbę dzieci. Możliwe jest to tylko dzięki temu, że za każdym razem nowy zarodek zaopatrywany jest przez matkę w odpowiednią ilość pokarmu. Fakt ten nakłada na matkę limit liczby dzieci, jakie może mieć, podczas gdy liczba dzieci, jaką może mieć samiec jest potencjalnie niemal nieograniczona. Już na tym etapie zaczyna się więc wykorzystywanie samic*

Parker i inni opisali sposób, w jaki mogła wyewoluować ta asymetria, wychodząc od stanu pierwotnej izogamii. W czasach, gdy każda z komórek płciowych miała takie same właściwości i z grubsza takie same rozmiary, mogły się wśród nich zdarzać takie, które przypadkiem były nieco większe niż inne. Pod pewnymi względami większa izogameta miałaby przewagę nad izogametą przeciętnych rozmiarów, gdyż zapewniałaby „swojemu” zarodkowi dobry start, dostarczając mu wyjściowo dużych zapasów pożywienia. Mogła się więc zaznaczyć tendencja ewolucyjna w kierunku coraz większych gamet. W tendencji tej kryło się jednak pewne niebezpieczeństwo. Ewolucja izogamet nieco większych od niezbędnego minimum stwarzała warunki do egoistycznego wyczyszczenia ze strony osobników, które produkowały gamety nieco mniejsze od przeciętnych. Wystarczyłoby, żeby ich małe gamety mogły na pewno połączyć się z tymi największymi. To zaś można by osiągnąć poprzez uczynienie małych gamet bardziej ruchliwymi i zdolnymi do aktywnego wyszukiwania tych dużych. Dla osobnika produkującego małe, szybko poruszające się gamety korzyścią byłaby możliwość produkowania większej liczby gamet, a tym samym posiadania potencjalnie większej liczby dzieci. Dobór naturalny faworyzował produkcję małych komórek płciowych, zdolnych do aktywnego wyszukiwania dużych, w celu połączenia się z nimi. Jest więc do pomyślenia ewolucja dwóch rozbieżnych „strategii” seksualnych, z których jako pierwsza kształtowała się strategia o dużym wkładzie, czyli „uczciwa”, a jej pojawienie się automatycznie torowało drogę dla strategii wyczyszczenia o małym wkładzie własnym. Od momentu zainicjowania dywergencji tych dwóch strategii, proces ten zaczął postępować w tempie lawinowym. Osobniki produkujące gamety o pośrednich rozmiarach podlegały

eliminacji, ponieważ nie doznawały korzyści, jakie zapewnia każda z dwóch bardziej skrajnych strategii. Wyzyskiwacze ewoluowali w kierunku coraz to mniejszych rozmiarów gamet i większej ich ruchliwości. Uczciwi zaś, by zrekompensować coraz mniejszy wkład wnoszony przez wyzyskiwaczy, powiększali swe rozmiary i stawali się nieruchliwi, bo i tak przecież zostaliby przez nich odnalezieni. Każdy z uczciwych „wolałby” z pewnością połączyć się z innym uczciwym. Ale presja selekcyjna, by wykluczyć z gry wyzyskiwaczy, mogła być słabsza od presji selekcyjnej wywieranej na tych ostatnich, by nie zostali wypchnięci poza boisko: mieli oni więcej do stracenia, toteż wygrali ewolucyjną batalię. W ten sposób uczciwi stali się jajami, a wyzyskiwacze - plemnikami.

A zatem samce wydają się być raczej bezwartościowymi jegomościami i rozważając sprawę w myśl prostych zasad „dobra gatunku”, moglibyśmy oczekiwać, że staną się mniej liczni niż samice. Ponieważ samiec teoretycznie może wyprodukować dość plemników, by obsłużyć harem złożony ze 100 samic, moglibyśmy sądzić, że w takim razie w zwierzęcych populacjach samice powinny przeważać liczebnie nad samcami, i to w proporcji rzędu 100 do 1. Ujmując to w inny sposób, samiec jest dla gatunku czymś, co można „poświęcić”, samica zaś jest bardziej „wartościowa”. Patrząc z punktu widzenia całego gatunku, jest to bez wątpienia absolutna prawda. Przytoczę tu choćby skrajny przykład z badań nad słoniami morskimi: 4 procent samców odbywało 88 procent wszystkich obserwowanych kopulacji. W tym przypadku, jak i w wielu innych, istnieje znaczny nadmiar samotnych samców, którym prawdopodobnie w całym ich życiu nie uda się odbyć kopulacji ani razu. Ale te nadwyżkowe samce prowadzą poza tym normalne życie i pożerają populacyjne zasoby żywności nie mniej łapczywie niż inne dorosłe osobniki. Z punktu widzenia „dobra gatunku” jest to niebywale marnotrawstwo: wszystkich tych samców należałoby potraktować jako pasożytów społecznych. Oto mamy jeszcze jeden przykład trudności, na jakie natrafia teoria doboru grupowego. Teoria samolubnego genu natomiast nie ma żadnych trudności z wyjaśnieniem faktu, że liczba samców i samic bywa na ogół jednakowa, nawet jeśli liczba samców rzeczywiście uczestniczących w rozrodzie stanowi drobny ułamek ich ogólnego stanu. Jako pierwszy wytłumaczenie tego faktu zaproponował R. A. Fisher.

Problem proporcji liczby samic, które przychodzą na świat, do liczby urodzonych samców jest szczególnym przypadkiem dylematu wyboru strategii rodzicielskiej. Tak jak analizowaliśmy optymalną wielkość rodziny z punktu widzenia rodzica próbującego zmaksymalizować przetrwanie swoich genów, tak też możemy rozważyć optymalną proporcję płci. Czy swoje drogocenne geny lepiej jest powierzyć synom, czy może raczej córkom? Przypuśćmy, że matka zainwestowała wszystkie swoje zasoby w synów i nic jej nie zostało do zainwestowania w córki: czy jej wkład w przyszłą pulę genową byłby statystycznie większy niż konkurującej matki, która zainwestowała w córki? Czy geny na preferencję na korzyść synów staną się bardziej czy mniej liczne od genów na preferowanie córek? Zaslugą Fishera było wykazanie, że w normalnych okolicznościach stabilna proporcja płci wynosi 50: 50. By zrozumieć dlaczego, musimy wpierv zapoznać się z mechanizmem determinacji płci.

Płeć u ssaków determinowana jest genetycznie w sposób następujący. Wszystkie jaja mogą rozwinąć się zarówno w samca, jak i w samicę. Chromosomy decydujące o płci znajdują się w plemnikach. Połowa plemników produkowanych przez mężczyznę - plemniki X - daje początek córkom, druga połowa - plemniki Y - synom. Oba rodzaje plemników są bardzo podobne; różnią się tylko pod względem jednego chromosomu. Gen na płodzenie przez ojca wyłącznie córek mógłby tego dokonać, sprawiając, by ten produkował jedynie plemniki X. Gen zaś decydujący o tym, że matka rodzi tylko córki, mógłby sprawić, że wydzielalaby selektywny środek plemnikobójczy lub roniła zarodki płci męskiej. Szukamy więc czegoś równoważnego strategii ewolucyjnie stabilnej, choć słowo

„strategia” ma tu znaczenie jeszcze bardziej metaforyczne niż w rozdziale o agresji. Osobnik nie może w sensie dosłownym wybierać płci swoich dzieci. Możliwe są jednak geny na skłonność do posiadania dzieci jednej czy drugiej płci. Jeśli założymy istnienie takich genów działających w kierunku zachwiania proporcji płci, czy którykolwiek z nich ma szansę stać się liczniejszy w puli genowej niż jego rywale pilnujący równych proporcji?

Przypuśćmy, że u wspomnianych wyżej słoni morskich pojawił się zmutowany gen, który sprawiał, że rodzice miewali przeważnie córki. Ponieważ w populacji nie ma deficytu samców, córki nie miałyby żadnych kłopotów ze znalezieniem partnera, i gen na płodzenie córek stawałby się coraz częstszy. Proporcja płci w populacji zaczęłaby się przesuwać w kierunku nadwyżki samic. Z punktu widzenia dobra gatunku wszystko byłoby w porządku, ponieważ, jak ustaliliśmy, kilku zaledwie samców może dostarczyć potrzebną ilość plemników, nawet dla dużego nadmiaru samic. W pierwszej chwili moglibyśmy więc oczekiwać, że gen na płodzenie samic będzie rozprzestrzeniał się tak długo, dopóki zachwianie proporcji płci nie sprawi, że nieliczne pozostałe samce, pracując bez wytchnienia, ledwie będą mogły podołać swojemu zadaniu. Zważ jednak, jaką olbrzymią przewagę genetyczną zyskują teraz ci nieliczni rodzice, którzy mają synów. Każdy kto inwestuje w syna ma bardzo duże szanse, by stać się dziadkiem setek słoni morskich. Ci, którzy produkują tylko samice, mają gwarantowane kilkoro wnuków, lecz cóż to jest w porównaniu ze wspaniałymi perspektywami, jakie roztaczają się przed tymi, którzy wyspecjalizowali się w synach. Stąd też geny na produkcję synów będą coraz liczniejsze i wahadło wykona ruch powrotny.

Dla uproszczenia posłużyłem się zasadą ruchu wahadłowego. W praktyce wahadło nie miałoby możliwości tak dużego wychylenia się w kierunku dominacji samic, ponieważ z chwilą gdy proporcja płci stałaby się nierówna, presja na to, by mieć synów, zaczęłaby popychać je w przeciwną stronę. Strategia wytwarzania równej liczby synów i córek jest strategią ewolucyjnie stabilną w tym sensie, że każdy gen na odstępstwo od równej proporcji płci koniec końców odniesie porażkę.

Dla uproszczenia w wywodzie tym rozważałem proporcję liczby synów do liczby córek. Ścisłej rzecz biorąc, należałoby raczej rozważyć proporcje inwestycji rodzicielskiej, oznaczającej całe pożywienie i inne zasoby, które rodzic ma do zaoferowania, wymierzone opisaną w poprzednim rozdziale metodą. Rodzice powinni inwestować w synów i córki po równo. Co na ogół oznacza, że powinni mieć ich liczebnie po tyle samo. Mogłyby jednak istnieć stabilne ewolucyjnie, nierówne liczebnie proporcje płci pod warunkiem, że odpowiadałoby im proporcjonalne niezrównoważenie zasobów zainwestowanych w synów i córki. W przypadku słoni morskich strategia posiadania trzykrotnie większej liczby córek niż synów, ale za to uczynienia każdego z synów supersamcem poprzez zainwestowanie w niego trzykrotnie więcej pokarmu i innych zasobów, mogłaby być stabilna. Inwestując w syna więcej pożywienia i czyniąc go dużym i silnym, rodzic mógłby zwiększyć swoje szanse na wygranie głównej nagrody w postaci haremu. Jest to jednak dość wyjątkowy przypadek. Przeważnie wielkość zainwestowana w każdego syna w przybliżeniu równa jest wielkości zainwestowanej w każdą córkę, a proporcja płci wyrażona liczbami wynosi zwykle jeden do jednego.

Tak więc w swojej długiej wędrówce poprzez pokolenia przeciętny gen spędza w przybliżeniu połowę czasu, przebywając w ciałach samców, a drugą połowę w ciałach samic. Działanie niektórych genów przejawia się w ciałach tylko jednej płci. Mówimy wtedy o genach sprzężonych z płcią. Gen, który określa długość członka, wywołuje swój efekt tylko w ciałach samców, ale jest on przenoszony również w ciałach samic i tam może powodować całkowicie odmienny skutek. Nie ma żadnego powodu, by męczyzna nie mógł odziedziczyć długiego

członka po matce.

Powinniśmy oczekiwać, że gen zrobi jak najlepszy użytek z okoliczności oferowanych przez ciało niezależnie od tego, czy będzie to ciało samca czy samicy, a okoliczności te mogą się różnić bardzo poważnie. Jako dogodnie przybliżenie możemy ponownie przyjąć, że ciało osobnika jest samolubną maszyną, która stara się czynić co się tylko da dla dobra wszystkich swoich genów. W zależności od tego, czy jest ona samcem czy samicą, najlepsza z jej punktu widzenia strategia może być często całkowicie odmienna. Gwoli zwięzłości, osobnika traktować będziemy umownie tak, jakby miał świadomy cel. Jednak, jak i poprzednio, będziemy zawsze pamiętać, że jest to tylko przenośnia. Ciało jest w rzeczywistości maszyną, ślepo zaprogramowaną przez swoje samolubne geny.

Rozważmy ponownie parę partnerów omawianych na początku tego rozdziału. Oboje, jako samolubne maszyny, „chcą” mieć synów i córki w równej liczbie. Do tego miejsca są zgodni. Nie zgadzają się natomiast co do tego, kto ma ponosić większość kosztów wychowywania tych dzieci. Każdy osobnik chce mieć możliwie jak najwięcej dzieci, które utrzymają się przy życiu. Może ich mieć tym więcej, im mniej zmuszony jest w każde z nich zainwestować. Najprostszym sposobem osiągnięcia tego pożądanego stanu jest spowodowanie, by partner seksualny zainwestował więcej, niż wynosi jego lub jej sprawiedliwy udział przypadający na każde z dzieci, co dałoby jemu samemu swobodę płodzenia dalszych dzieci z innymi partnerami. Dla obu płci byłaby to strategia pożądana, lecz samicy trudniej jest ją zrealizować. Już w momencie zapłodnienia matka jest zaangażowana w każde dziecko bardziej niż ojciec, ponieważ zaczyna od poważnej inwestycji w postaci dużego, bogatego w składniki pokarmowe jaja. Straci więc więcej niż on, jeśli dziecko umrze. A ponadto, by doprowadzić następne dziecko do tego samego etapu rozwoju, również w przyszłości musiałaby zainwestować więcej niż ojciec. Gdyby spróbowała taktyki pozostawienia ojcu opieki nad dzieckiem, a sama odeszła z innym samcem, ojciec mógłby zareagować tak samo i również porzucić dziecko, ponosząc przy tym względnie niewielkie koszty. Tak więc przynajmniej na wczesnych etapach rozwoju dziecka, jeśli już ktoś kogoś porzuca, to raczej ojciec matkę, a nie odwrotnie. Na tej samej zasadzie można oczekiwać od samic, że nie tylko na początku, ale w ciągu całego okresu rozwoju dzieci zainwestują w nie więcej niż samce. U ssaków, dajmy na to, płód inkubuje w swoim ciele matka; to ona produkuje mleko, by po urodzeniu karmić dziecko, to na nią spada ciężar wychowywania i sprawowania opieki. Płeć żeńska jest wyzyskiwana, a u podstaw ewolucyjnych tego procederu leży fakt, że jaja są większe niż plemniki.

Naturalnie u wielu gatunków ojciec opiekuje się dziećmi, pracując ciężko i z prawdziwym oddaniem. Ale nawet wtedy powinniśmy oczekiwać pewnej presji ewolucyjnej na samców, by inwestowali w każde dziecko nieco mniej i próbowali płodzić dalsze dzieci z innymi partnerkami. Mówiąc to chcę wyrazić myśl, że geny wydające swojemu ciału polecenie: „Jeśli jesteś samcem, porzucaj swoją partnerkę nieco wcześniej, niż nakazywałyby ci rywalizujący ze mną allele, i poszukaj sobie innej samicy”, odnosiłyby sukces w puli genowej. Natężenie, z jakim w rzeczywistości ta presja ewolucyjna przejawia się w naturze, może być, w zależności od gatunku, bardzo zmienne. U wielu gatunków, jak na przykład ptaków rajszych, samica nie uzyskuje od samca żadnej pomocy i wychowuje swoje dzieci samodzielnie. Inne gatunki, jak mewy trójpalczaste, tworzą związki monogamiczne o przykładowej wierności i obaj partnerzy zgodnie współpracują, opiekując się dziećmi. W tym przypadku należy przyjąć, że musiała tu działać presja ewolucyjna skierowana w przeciwną stronę. Ze strategią samolubnego wyzysku partnera zawsze wiążą się zarówno korzyści, jak i straty, i w przypadku mew trójpalczastych straty musiały przeważać nad korzyściami. Ojcu

bowiem opłaci się porzucić żonę i dziecko tylko wtedy, gdy ma ona dostatecznie duże szanse na samodzielne wychowanie potomka.

Trivers zastanawiał się nad różnymi drogami postępowania, jakie może wybierać matka porzucona przez partnera. Najlepszym dla niej wyjściem byłaby próba „wrobienia” innego samca, który zaadoptowałby jej dziecko, „myśląc” że to jego własne. Jeśli dziecko jeszcze się nie urodziło - mogłoby to nie być takie trudne. Nosi ono oczywiście połowę jej genów, lecz nie zawiera żadnych genów łatwowieznego ojczyma. Toteż dobór naturalny srogo by karał taką prostoduszność samców, faworyzując natomiast te samce, które wkrótce po połączeniu się z nową partnerką podejmują aktywne działania zmierzające do unicestwienia wszystkich potencjalnych pasierbów. Tym zapewne należy tłumaczyć istnienie tak zwanego efektu Bruce’a: gdy ciężarne samice myszy wyczuwają pewną substancję chemiczną wydzielaną przez samce, następuje u nich poronienie. Do poronienia dochodzi tylko wtedy, gdy zapach ten różni się od woni wydzielanej przez poprzedniego partnera. W ten sposób samiec myszy niszczy swoich potencjalnych pasierbów i czyni swoją nową żonę gotową na przyjęcie jego seksualnych awansów. Nawiasem mówiąc, Ardrey uważa efekt Bruce’a za mechanizm kontroli liczebności populacji! Innym przykładem są samce lwów, które po przyłączeniu się do nowego stada czasami mordują zastane w nim lwiątko, przypuszczalnie dlatego, że nie są ich własnymi dziećmi.

Dla osiągnięcia tego samego rezultatu samiec nie musi posuwać się do zabijania pasierbów. Może przed odbyciem kopulacji z samicą narzucić okres długiego „narzeczeństwa”, odpędzając w tym czasie wszystkich innych samców, którzy starają się do niej zbliżyć, i jednocześnie uniemożliwiając jej odejście. Dzięki temu może przekonać się, czy nosi ona w swym łonie jakichś małych pasierbów. Jeśli tak, to ją porzuci. Nieco dalej poznamy powody, dla których długi okres „zaręczyn” przed kopulacją może być preferowany przez samicę. Tu zaś przedstawiliśmy powód, dla którego samiec może chcieć tego samego. O ile potrafi odizolować samicę od wszelkich kontaktów z innymi samcami, może dzięki temu uniknąć zostania mimowolnym dobroczyńcą dzieci innego samca.

Jeśli więc przyjmujemy, że porzucona samica nie może zwieść nowego samca i sprawić, że zaadoptuje jej dziecko, to cóż więcej może ona uczynić? Wiele zależy od tego, w jakim wieku jest dziecko. Jeśli dopiero co zostało poczęte, wtedy - mimo że zainwestowała w nie całe jedno jajo, a może i coś więcej - wciąż może się jej opłacić poronienie go i znalezienie sobie jak najszybciej nowego partnera. Skoro przyjmujemy, że nie ma żadnych szans na to, by zrobić go w adopcję dziecka, wówczas i dla niej, i dla jej potencjalnego nowego męża byłoby to w tej sytuacji z obopólną korzyścią. To uzasadnia działanie efektu Bruce’a także z punktu widzenia samicy.

Innym wyjściem dla porzuconej samicy byłoby, zamiast pozbywać się dziecka, pogodzić się z sytuacją i spróbować wychować je samodzielnie. Opłaci się jej to zwłaszcza wtedy, gdy dziecko jest już dość duże. Im jest starsze, tym więcej w nie zainwestowała i tym mniej będzie ją kosztowało doprowadzenie do końca dzieła wychowania. A gdyby nawet było jeszcze całkiem młode, próba uratowania czegoś z początkowej inwestycji mogłaby być warta zachodu, mimo że teraz, gdy odszedł samiec, dla wykarmienia dziecka musi pracować za dwoje. Nie jest dla niej ratunkiem myśl, że skoro dziecko ma również połowę genów samca, to mogłaby zrobić mu na złość i je porzucić. Złośliwość uczyniona dla samej złośliwości nie ma sensu. Dziecko niesie połowę jej genów i z kłopotem tym musi się teraz borykać sama.

Paradoksalnie, dla samicy zagrożonej porzuceniem rozsądną polityką byłoby opuszczenie samca, zanim on ją opuści. Mogłoby się to jej opłacić nawet wtedy, gdy zainwestowała już w dziecko więcej niż samiec. Ponura

prawda przedstawia się tak, że w pewnych warunkach korzysta ten partner, który odchodzi pierwszy, obojętne, czy jest to ojciec czy matka. Jak mówi Trivers, porzucony partner zostaje postawiony w sytuacji bezwzględnego przymusu. Rozumowanie to przeraża swoją wyrafinowaną perfidią. Odejścia partnera można spodziewać się w momencie, w którym może on powiedzieć sobie tak: „To dziecko jest już na tyle wyrosnięte, że jedno z nas mogłoby dokończyć jego wychowywania samodzielnie. Toteż odejście właśnie w tym momencie będzie dla mnie opłacalne, o ile równocześnie nie odejdzie mój partner. Gdybym odszedł teraz, mój partner zrobi co tylko się da dla dobra swoich genów. Decyzja, jaką będzie zmuszony podjąć, będzie bardziej drastyczna od tej, którą ja teraz podejmuję, ponieważ mnie już tu wtedy nie będzie. Mój partner będzie »wiedział«, że gdyby i on odszedł, dziecko umarłoby na pewno. Dlatego też, jeśli zakładam, że podejmie decyzję najkorzystniejszą dla swoich samolubnych genów, najlepszym wyjściem dla mnie jest odejść jako pierwszy. Szczególnie, że »myśli« mojego partnera mogą iść dokładnie tym samym torem i w każdej chwili może on przejąć inicjatywę, opuszczając mnie!” Jak zwykle przedstawiłem ten monolog wewnętrzny jedynie dla ilustracji. Rzecz w tym, że geny na odchodzenie jako pierwszy podlegałyby pozytywnej selekcji po prostu dlatego, że geny na odchodzenie jako drugi takiej selekcji by nie podlegały.

Rozważaliśmy niektóre posunięcia, jakie może podjąć samica w wypadku opuszczenia jej przez partnera. Ale wszystkie one sprowadzają się do prób minimalizacji strat wobec znalezienia się w trudnej sytuacji. Czy nie ma jednak czegoś, co samica mogłaby uczynić, by zmniejszyć wyzysk ze strony partnera? Ma przecież w rękę silny atut. Może odmówić kopulacji. Jest towarem, na który istnieje zapotrzebowanie, wnosi bowiem posąg w postaci dużego, bogatego w składniki pokarmowe jaja. Samiec, któremu uda się dokonać kopulacji, zdobywa dla swojego potomstwa cenne zapasy pokarmu. Przed kopulacją samica ma potencjalne możliwości długich i zaciętych targów o jak najlepsze dla siebie warunki. Lecz z chwilą, gdy odbyła kopulację, zgrała już swojego asa - jej jajo zostało przekazane na rzecz samca. Łatwo mówić o długich i zaciętych targach, ale doskonale wiemy, jak to wygląda w praktyce. Czy na drodze doboru naturalnego mogłoby wyewoluować coś równoważnego zaciętym targom? Rozważę dwie główne możliwości, zwane strategią rodzinnej harmonii i strategią prawdziwego mężczyzny (macho).

Strategia rodzinnej harmonii w swej najprostszej wersji wygląda tak. Samica przygląda się samcom i próbuje zawczasu dostrzec u nich oznaki wierności i skłonności domatorskich. W populacji samców z pewnością istnieją różnice pod względem ich predyspozycji do roli wiernego męża. Jeśli samice potrafiłyby z wyprzedzeniem rozpoznać takie cnoty, wybieranie samców, którzy je mają, przyniosłoby im korzyść. Jednym ze sposobów, w jaki samica może tego dokonać, jest długotrwałe granie przez nią roli nieprzystępnej. Samiec, który nie ma dość cierpliwości, by czekać, aż samica wreszcie zgodzi się na kopulację, prawdopodobnie nie jest dobrym materiałem na wiernego męża. Wymuszając długotrwały okres narzeczeństwa, samica eliminuje przypadkowych konkurentów i kopuluje w końcu z samcem, który zdołał dowieść swoich cnót wierności i wytrwałości. Nieprzystępność samic, a także przedłużony okres zalotów, są w istocie bardzo częste wśród zwierząt. Jak już wcześniej stwierdziliśmy, wobec niebezpieczeństwa „wrobienia” w opiekę nad cudzym dzieckiem długie narzeczeństwo korzystne jest również dla samca.

W skład rytuału zalotów często wchodzi poprzedzające kopulację, poważne inwestycje ze strony samca. Samica może odmówić kopulacji, dopóki samiec nie zbuduje dla niej gniazda. Samiec może być też zobowiązany do dostarczenia jej znacznych ilości pokarmu. Jest to bez wątpienia bardzo dla samicy korzystne, ale umożliwia również inną interpretację strategii rodzinnej harmonii. A może samice dlatego zmuszają samców do tak znaczących

inwestycji w przyszłe potomstwo, zanim dopuszczają ich do kopulacji, by po kopulacji samcowi nie opłacało się już odchodzić? Jest to bardzo sugestywna myśl. Samiec, który czeka, aż nieprzystępna samica w końcu odbędzie z nim kopulację, ponosi koszty: rezygnuje z szans na kopulację z innymi samicami, a ponadto traci na zaloty masę czasu i energii. Gdy uzyskuje wreszcie pozwolenie na kopulację z daną samicą, nieuchronnie będzie już w nią poważnie „zaangażowany”. Wobec świadomości, że każda następna samica, do której zacznie się zalecać, będzie tak samo długo się ociągać, zanim pozwoli mu przystąpić do rzeczy, pokusa porzucenia obecnej partnerki będzie niewielka.

Jak wykazałem w jednym ze swoich artykułów, w rozumowaniu Triversa tkwi w tym miejscu błąd. Uważał on, że uprzednio poczynione inwestycje już same przez się zmuszą osobnika do dokonywania dalszych inwestycji. Pogląd ten z punktu widzenia ekonomicznego jest błędny. Biznesmenowi nie wolno powiedzieć: „Skoro już tak wiele zainwestowałem w odrzutowiec pasażerski Concorde (dla przykładu), to nie stać mnie teraz na wyrzucenie go na szmelc”. Przeciwnie, zawsze powinien analizować, czy zmniejszenie strat poprzez zarzucenie projektu już teraz, mimo że tak wiele w niego zainwestował, nie opłaci mu się w przyszłości. Samica także nie może liczyć na to, że zmuszając zawczasu samca do poważnych w nią inwestycji, powstrzyma go od późniejszego odejścia. Skuteczność tego wariantu strategii rodzinnej harmonii zależy od jeszcze jednego istotnego założenia. Od tego mianowicie, by większość samic konsekwentnie przestrzegała takich samych zasad. Jeśli w populacji obecne są rozwiązłe samice, gotowe przyjąć samców, którzy porzucili swoje żony, samcowi opłaciłoby się opuścić partnerkę niezależnie od tego, jak wiele już zainwestował w jej dzieci.

Od zachowania przyjętego przez większość samic zależy więc bardzo wiele. Gdyby wolno nam było dopuścić myśl o zawiązaniu się paktu samic, nie byłoby problemu. Ale pakt samic ma nie większe szanse na wyewoluowanie niż rozważany w rozdziale 5 pakt gołębi. Musimy raczej poszukać strategii ewolucyjnie stabilnych. Posłużymy się w tym celu metodą Maynarda Smitha, poznaną przy okazji analizy walk w ramach agresji, ale tym razem zastosowaną do płci.* Mamy tu do czynienia z sytuacją bardziej złożoną niż w przypadku jastrzębi i gołębi, ponieważ rozważać będziemy dwie strategie samic i dwie strategie samców.

Tak jak w badaniach Maynarda Smitha, słowo „strategia” oznacza program zachowań wypełniany ślepo i nieświadomie. W naszej analizie dwie strategie samic nazwiemy nieprzystępna i łatwa, a dwie strategie samców - wierny i kobieciarz. Właściwe tym czterem typom zachowań reguły behawioralne przedstawiają się następująco. Samice nieprzystępne nie przystąpią do kopulacji z samcem, dopóki nie odbędzie on długiego i kosztownego, trwającego nieraz kilka tygodni okresu zalotów. Samice łatwe z każdym będą kopulowały od razu. Samce wierne akceptują konieczność długotrwałych zalotów, a po kopulacji zostają z samicą i pomagają jej wychowywać młode. Samce kobieciarze są bardzo niecierpliwe i jeśli samica nie odbędzie z nimi kopulacji od razu, odchodzą i szukają innej samicy. Również po kopulacji nie pozostają, by grać rolę dobrych ojców, lecz oddalają się w poszukiwaniu następnych samic. Podobnie jak w przypadku jastrzębi i gołębi, nie są to jedyne możliwe strategie, tym niemniej prześledzenie ich losów i tak będzie pouczające.

Wzorem Maynarda Smitha, rozmaitym kosztom czy stratom, jak i uzyskiwanym korzyściom przypiszemy umowne, hipotetyczne wartości. Dla uogólnienia moglibyśmy zastosować symbole algebraiczne, ale dzięki liczbom analiza będzie łatwiejsza do prześledzenia. Przyjmijmy, że zysk genetyczny, jaki przypada na każdego z rodziców w wyniku zakończonego powodzeniem wychowania potomka, wynosi +15 jednostek. Koszt wychowania jednego dziecka, w którym zawiera się koszt całego przeznaczonego dla niego pokarmu, czasu spędzonego na opiece nad

nim i wszelkiego ryzyka podjętego dla jego dobra, niech wynosi -20 jednostek. Koszt ten ma wartość ujemną, ponieważ jest „wplacany” przez rodziców. Ujemny jest również koszt czasu straconego w przedłużających się zalotach. Niech wynosi on -3 jednostki.

Wyobraźmy sobie populację, w której wszystkie samice są nieprzystępne, a wszystkie samce wiernie. Jest to idealne społeczeństwo złożone z przykładowych małżonków. W każdej z par zarówno samiec, jak i samica osiągają ten sam zysk. Zyskują po +15 za każde wychowane dziecko oraz dzielą między siebie po równo koszty jego wychowania (-20), które wynoszą przeciętnie po -10 za każde dziecko. Obydwoje płacą po -3 punkty kary za stratę czasu w długich zalotach. Przeciętny zysk sumaryczny przypadający każdemu z rodziców za udane wychowanie dziecka wynosi więc $+15-10-3=+2$.

Przypuśćmy teraz, że w populacji pojawia się jedna łatwa samica. Wiezie się jej bardzo dobrze. Nie ponosi kosztów wynikających ze straty czasu, ponieważ nie wdaje się w długie zaloty. Skoro wszystkie samce w populacji są wiernie, może liczyć na to, że obojętne z kim się połączy, znajdzie w nim dobrego ojca dla swoich dzieci. Jej przeciętny zysk z każdego dziecka wynosi $+15 - 10 = +5$, to jest o 3 jednostki więcej niż jej nieprzystępne rywalki. Geny na łatwość zaczną się więc rozprzestrzeniać.

Gdyby sukces łatwych samic był tak wielki, że zaczęłyby dominować w populacji, również w obozie samców zaczęłyby następować zmiany. Jak dotąd monopol miały samce wiernie. Teraz jednak, jeśli w populacji pojawi się samiec kobieciarz, zaczyna mu się wieść lepiej niż jego dochowującym wierności rywalom. W populacji, w której wszystkie samice są łatwe, zyski samca kobieciarza są rzeczywiście obfite. Zdobywa +15 punktów, jeśli dziecko udało się odchowić, a on nie poniósł żadnych kosztów. Brak kosztów wyrażony jest głównie w postaci swobody odejścia i kojarzenia się z następnymi samicami. Każda z nieszczęsnych, porzuconych przez niego żon trzodzi się, samotnie wychowując dziecko, płacąc całkowity -20-punktowy koszt, choć nie ponosi przynajmniej strat w wyniku przedłużających się zalotów. Zysk netto łatwej samicy, gdy natrafi na samca kobieciarza, wynosi więc $+15 - 20 = -5$; zysk samego kobieciarza natomiast +15. W populacji, w której wszystkie samice są łatwe, geny na bycie kobieciarzem będą się rozprzestrzeniać błyskawicznie.

Jeśli liczba kobieciarzy powiększy się tak znacznie, że zaczną dominować w męskiej części populacji, łatwe samice znajdą się w poważnych tarapatach. Każda nieprzystępna samica będzie miała znaczną przewagę. Z jej spotkania z samcem kobieciarzem nic nie wynika. On nalega na długie zaloty, on odmawia i oddala się w poszukiwaniu innej samicy. Żaden z partnerów nie ponosi kosztów marnowania czasu. Nikt też nic nie zyskuje, ponieważ nie dochodzi do spółdzenia dziecka. W populacji, w której wszystkie samce są kobieciarzami, zysk netto samicy nieprzystępnej wynosi zero. Jest to raczej niewiele, ale i tak więcej niż -5, czyli przeciętny wynik uzyskiwany przez samicę łatwą. Nawet jeśli łatwa samica zdecydowała się opuścić swoje młode po porzuceniu jej przez kobieciarza, i tak obciążają ją koszty wytworzonego jaja. Tak więc geny na nieprzystępność zaczną się znów rozprzestrzeniać w populacji.

By dopełnić tego hipotetycznego cyklu wydarzeń, gdy liczba samic nieprzystępnych wzrośnie tak, że zaczynają dominować, samce kobieciarze, którym tak dobrze szło z łatwymi samicami, są coraz bardziej przycpani do muru. Kolejne samice nalegają na długie i żmudne zaloty. Kobieciarze chodzą od samicy do samicy i wszędzie powtarza się ta sama sytuacja. Zysk netto samca kobieciarza, gdy wszystkie samice są nieprzystępne, wynosi zero. Gdy w populacji pojawi się wierny samiec, nieprzystępne samice będą się kojarzyć jedynie z nim. Jego zysk netto

wynosi +2, czyli więcej niż zysk kobieciarza. Geny wierności zaczną się więc rozprzestrzeniać. Tak oto po wykonaniu pełnego cyklu powróciliśmy do punktu wyjścia.

Podobnie jak w przypadku analizowania zachowań agresywnych, przedstawiłem rozwój wydarzeń tak, jakby zachodziły tu nieustanne oscylacje. Można jednak dowiedzieć, że w rzeczywistości do żadnych oscylacji by nie doszło. System dążyłby do osiągnięcia stanu stabilnego.* Po wykonaniu odpowiednich obliczeń okazuje się, że ewolucyjnie stabilna jest populacja zawierająca $\frac{5}{6}$ nieprzystępnych samic i $\frac{5}{8}$ wiernych samców. Oczywiście wielkości te są pochodną przyjętej tutaj umownej punktacji, ale bez trudu można wyliczyć stabilne proporcje dla dowolnych innych hipotetycznych założeń. Podobnie jak w analizach Maynarda Smitha, nie musimy zakładać istnienia dwóch różnych typów samców i dwóch różnych rodzajów samic. Strategia ewolucyjnie stabilna może być z równym powodzeniem osiągnięta, gdy każdy z samców $\frac{5}{8}$ czasu swojego życia spędzi będąc wiernym, a resztę będąc kobieciarzem, zaś każda samica spędzi $\frac{5}{6}$ swojego życia jako nieprzystępna, a $\frac{1}{6}$ jako łatwa. Niezależnie od sposobu, w jaki opiszemy strategię ewolucyjnie stabilną, jej trwałość będzie się zasażać na tym, że każda tendencja do zachwiania właściwej dla niej stabilnej proporcji, przejawiana przez przedstawicieli jednej płci, będzie eliminowana przez następującą w jej wyniku zmianę proporcji strategii drugiej płci, która dla pierwotnych odstępów będzie niekorzystna. A zatem zachowana zostanie strategia ewolucyjnie stabilna.

Płynie stąd wniosek, że wyewoluowanie populacji o przewadze nieprzystępnych samic i wiernych samców z całą pewnością jest możliwe. W tych warunkach obranie przez samice strategii rodzinnej harmonii rzeczywiście wydaje się być skuteczne. Nie musimy zakładać istnienia paktu nieprzystępnych samic. Jak się okazuje, nieprzystępność może się samolubnym genom samicy opłacić.

Wdrożenie przez samicę tej strategii w praktyce dałoby się przeprowadzić na wiele sposobów. Jak już wskazywałem, samica może odmówić kopulacji z samcem, dopóki ten nie zbuduje dla niej gniazda lub przynajmniej jej w tym nie pomoże. Rzeczywiście, u wielu gatunków ptaków monogamicznych kopulacja nie następuje, dopóki nie jest ukończona budowa gniazda. W efekcie, gdy dochodzi do zapłodnienia, samiec zainwestował już w dziecko o wiele więcej niż tylko swoje marne plemniki.

Wymaganie, by przyszły partner zbudował gniazdo, jest dla samicy jednym ze skutecznych sposobów na związanie go ze sobą. Można sobie wyobrazić, że tę samą funkcję mogłaby teoretycznie spełniać niemal każda czynność wymagająca od samca ponoszenia znaczących kosztów, nawet jeśli koszty te nie przekładałyby się wprost na korzyści dla nie narodzonych dzieci. Gdyby wszystkie samice w populacji zmuszały samców do wywiązania się z tak trudnego i kosztującego wiele wysiłku zadania, jak zabicie smoka czy wdrapanie się na wysoką górę, nim zgodzą się na przystąpienie z nim do kopulacji, teoretycznie mogłyby w ten sposób zredukować pokusę samców do ulotnienia się od razu potem. Każdy samiec, który zecheiałby porzucić partnerkę i podjąć próbę rozprzestrzenia większej liczby swoich genów z inną samicą, stanąłby przed perspektywą konieczności zabicia kolejnego smoka. W praktyce jest jednak mało prawdopodobne, by samice nakładały na starających się o nie tak niepraktyczne zadania, jak zabicie smoka czy odnalezienie świętego Graala. Albowiem konkurująca samica, która nakazała zadanie nie mniej trudne, za to bardziej dla niej samej i jej dzieci użyteczne, uzyskałaby przewagę nad samicami o romantycznych duszach, domagającymi się bezużytecznych dowodów miłości. Zbudowanie gniazda jest zapewne mniej romantyczne niż zabicie smoka lub przepłynięcie Hellespontu ale za to znacznie bardziej praktyczne. [Hellespont - starożytna nazwa Dardaneli, cieśniny między Azją Mniejszą a Płw. Bałkańskim, łączącej Morze

Marmara z Morzem Egejskim (przyp. red.)]

Równie użyteczne dla samicy jest praktykowane przez samca karmienie zalotne, o czym już wspominałem. U ptaków było to zwykle uważane za rodzaj zachodzącego u samicy regresu do zachowań pisklęcych. Domagając się od samca pożywienia, używa tych samych gestów co młody ptak. Przypuszczano, że gesty te stają się automatycznie atrakcyjne dla samca na tej samej zasadzie, zgodnie z którą dla mężczyzny atrakcyjne jest stosowanie przez kobiety zdrobnień czy ich nadaśana mina. Pamiętajmy jednak, że samica ptaka potrzebuje w tym czasie każdej ilości pokarmu, jaką tylko może zdobyć, ponieważ gromadzi rezerwy, by podołać wysiłkowi wyprodukowania olbrzymich jaj. Karmienie samicy przez samca w czasie zalotów jest przypuszczalnie z jego strony bezpośrednią inwestycją w jaja. Wyjściowa nierównowaga inwestycji obu partnerów w młode ulega tym samym zmniejszeniu.

U niektórych owadów i pajaków również obserwujemy zjawisko karmienia zalotnego. Tu alternatywna interpretacja bywała aż nadto oczywista. Skoro, jak w przypadku modliszki, samcowi grozi pożarcie przez większą od niego samicę, cokolwiek zrobi dla zmniejszenia jej apetytu, będzie dla niego korzystne. Na inwestycje nieszczęsnego samca modliszki w swoje dzieci można spojrzeć z innego, nieco makabrycznego punktu widzenia. A mianowicie, że staje się pokarmem, dzięki któremu wyprodukowane zostaną jaja, zapłodnione następnie pośmiertnie jego własnymi, przechowanymi przez samicę plemnikami.

Samica stosująca strategię rodzinnej harmonii, która przypatruje się samcom i próbuje zawczasu rozpoznać w nich znamiona wierności, narażona jest na oszustwo. Każdy samiec, który udaje dobrego, wiernego domatora, a w rzeczywistości skrywa silne skłonności do niestałości i zdrady, miałby znaczną przewagę. Dopóki porzucane przez niego żony mają jakiegokolwiek szanse na wychowanie przynajmniej niektórych jego dzieci, kobieciarz ma możliwość przekazania większej liczby genów niż jego rywal będący uczciwym mężem i ojcem. Geny na skuteczne oszukiwanie przez samce byłyby faworyzowane w puli genowej.

Równolegle jednak dobór naturalny będzie faworyzował samice, które nabyły umiejętności demaskowania tych oszustw. Jednym ze sposobów osiągnięcia tego celu jest odgrywanie roli samicy szczególnie nieprzystępnej wobec zalotów nowego samca, lecz jednocześnie przejawianie w kolejnych sezonach rozrodczych coraz większej skłonności do szybkiego zaakceptowania zalotów partnera ubiegłorocznego. To automatycznie stawia w trudniejszym położeniu młode samce, przystępujące do swojego pierwszego sezonu rozrodczego, obojętne czy są oszustami, czy nie. Potomstwo naiwnych samic pierworódek mogłoby zawierać stosunkowo wysoką proporcję genów pochodzących od niewiernych ojców, ale wierni uzyskiwaliby przewagę w roku następnym i dalszych latach życia matek, ponieważ nie musieliby przechodzić przez te same, długotrwałe, marnujące energię i zabierające czas rytuały godowe. Jeśli większość osobników w populacji to dzieci doświadczonych, a nie naiwnych matek - założenie rozsądne dla długo żyjących gatunków - geny na uczciwe, dobre ojcostwo będą przeważać w puli genowej.

Dla uproszczenia, samce w moich rozważaniach były albo kryształowo uczciwe, albo na wskroś oszukańcze. W rzeczywistości jest bardziej prawdopodobne, że wszystkie samce, a właściwie wszystkie osobniki posługują się w pewnym stopniu oszustwem, gdyż wykorzystywanie okazji do wycisku swoich partnerów zostało w nich zaprogramowane. Dobór naturalny, wyostrażając umiejętności każdego z partnerów do wykrywania nieuczciwości drugiego, utrzymuje duże oszustwa na względnie niskim poziomie. Samce mogą na nieuczciwości zyskać więcej niż samice, toteż musimy oczekiwać, że nawet u tych gatunków, u których samce przejawiają znaczący altruizm rodzicielski, będą one mimo to miały skłonność do wnoszenia nieco mniejszego niż samice

wkładu pracy i nieco większą od nich gotowość do „ulotnienia się”. Z pewnością tak właśnie dzieje się u ptaków i ssaków.

Są jednak gatunki, u których samiec wkłada w opiekę nad dziećmi więcej pracy niż samica. U ptaków i ssaków przypadki ojcowskiego zaangażowania są niezwykle rzadkie, są jednak pospolite wśród ryb. Dlaczego?* Dla teorii samolubnego genu jest to wyzwanie i problem ten pozostawał dla mnie zagadką przez długi czas. Pomysłowe wyjaśnienie zasugerowała mi ostatnio w czasie prowadzonych przeze mnie zajęć ze studentami panna T. R. Carlisle. Stosuje ona wspomnianą wyżej, pochodzącą od Triversa koncepcję „bezwzględnego przymusu” w następujący sposób.

Wiele ryb nie kopuluje, lecz miast tego wyrzuca po prostu swoje komórki płciowe do wody. Zapłodnienie następuje w toni wodnej, a nie w ciele jednego z partnerów. Prawdopodobnie tak właśnie wyglądały początki rozmnażania płciowego. Lecz zwierzęta lądowe, ptaki, ssaki i gady nie mogłyby polegać na takim zewnętrznym zapłodnieniu, ponieważ ich komórki płciowe zbyt łatwo wysychają. Gamety jednej płci - samca, gdyż to plemniki są ruchliwe - wprowadzane są do wilgotnego wnętrza przedstawiciela płci przeciwnej - samicy. Jak dotąd są to czyste fakty. A oto pomysł. Po kopulacji samica gatunku lądowego staje się rzeczywistym posiadaczem zarodka. Znajduje się w jej ciele. Nawet jeśli złoży zapłodnione jajo niemal natychmiast, samiec wciąż ma czas, by zniknąć, skazując tym samym samicę na Triversowy „bezwzględny przymus”. Samiec ma zapewnione pierwszeństwo w podjęciu decyzji o odejściu i jeśli skorzysta z tej okazji, odbiera tę możliwość samicy, zmuszając ją do dokonania wyboru, czy opuścić młode skazując je na pewną śmierć, czy zostać i je wychowywać. Stąd też opieka matczyna jest wśród zwierząt lądowych częstsza niż opieka ojcowska.

Ale u ryb i innych zwierząt wodnych rzeczy mają się zupełnie inaczej. Jeśli samiec nie wprowadza swoich plemników do ciała samicy, nie istnieją żadne powody, dla których to samica miałaby być zawsze porzucana „z dzieckiem na rękę”. Każdy z partnerów może się szybko ulotnić, zostawiając drugiego razem ze świeżo zapłodnionymi jajami. Co więcej, istnieje prawdopodobnie brzmiały powód, by w większym stopniu narażonym na porzucenie był właśnie samiec. Możliwe jest, jak można sądzić, wywiązanie się walki ewolucyjnej wokół pierwszeństwa pozbywania się swoich komórek płciowych. Wprawdzie ten, który zrobi to jako pierwszy, uzyskuje przewagę, mogąc pozostawić drugiego w posiadaniu nowych zarodków, z drugiej strony ryzykuje jednak, że jego partner może potem nie zechcieć złożyć swoich komórek. W tym momencie samiec narażony jest bardziej, choćby dlatego, że plemniki są lżejsze i bardziej podatne na rozplynięcie się w toni wodnej niż jaja. Jeśli samica złoży jaja zbyt wcześnie, to znaczy zanim samiec jest gotów, nie ma to wielkiego znaczenia, ponieważ jaja jako względnie duże i ciężkie prawdopodobnie utrzymają się razem przez jakiś czas. Toteż samica może „zaryzykować” przedwczesne złożenie ikry. Samiec nie odważy się ponieść takiego ryzyka, jeśli bowiem wypuści swoje plemniki zbyt wcześnie, rozplyną się one, zanim samica będzie gotowa, a wtedy nie złoży ikry, gdyż nie będzie jej się to opłacało. Ze względu na niebezpieczeństwo rozproszenia się plemników samiec musi czekać, dopóki samica nie złoży jaj, i potem dopiero oblewa je mleczem. Ale to daje samicy kilka cennych sekund, by móc zniknąć, zostawiając samca z przychówkiem i z rozterkami Triversowego wyboru. Tak więc teoria ta zgrabnie tłumaczy, czemu opieka ojcowska, choć rzadka na suchym lądzie, jest tak częsta w środowisku wodnym.

Porzuciwszy ryby, przejdę do drugiej, przyjmowanej przez samice strategii - strategii prawdziwego mężczyzny. Samice gatunków, które ją stosują, godzą się z faktem nie otrzymywania żadnej pomocy od ojca swoich

dzieci, ale za to robią wszystko, by wyposażyć przyszłe dzieci w jak najlepsze geny. Jak poprzednio, używają skutecznej broni: wzbraniają się przed kopulacją. Odmawiają łączenia się z pierwszym lepszym samcem, a do wyboru kandydata do kopulacji przykładają najwyższą wagę. Niektóre samce bez wątpienia dysponują większą liczbą dobrych genów niż inne; genów, które podwyższają szanse przetrwania zarówno synów, jak i córek. Jeśli samica potrafi na podstawie oznak zewnętrznych w jakiś sposób wykryć w samcach dobre geny, wtedy łącząc dobre geny ojcowskie ze swoimi przyczyni się do ich sukcesu. By ponownie użyć analogii do załóg wioślarskich, samica - starając się dobrać dla swoich genów dobrych współtowarzyszy - może zminimalizować ryzyko, że jej geny przepadną, znalazłszy się w złym towarzystwie.

Większość samic będzie prawdopodobnie jednomyślna co do tego, które samce są najlepsze, ponieważ wszystkie dysponują tymi samymi informacjami. Toteż tych kilku szczęściarzy będzie odbywać większość kopulacji. Bez trudu mogą się z tego wywiązać, ponieważ każdej z samic muszą jedynie dostarczyć pewnej ilości niezbyt kosztownych plemników. Tak właśnie dzieje się u słoni morskich i ptaków rajskich. Samice godzą się na to, by nielicznym samcom uchodziła płazem strategia czysto egoistycznego wyzysku, do którego dążą wszystkie samce, bacząc jedynie, by tylko najlepsze z nich dostały tego luksusu.

Czego szuka samica, gdy próbuje wybrać dobre w swoim mniemaniu geny do połączenia z własnymi? Jedną z poszukiwanych przez nią cech jest dowód na zdolność do przetrwania. Bez wątpienia każdy potencjalny partner, który zaleca się do niej, dowiódł już swojej zdolności dotrwania przynajmniej do wieku dorosłego, co jednak nie oznacza, że potrafi przetrwać o wiele dłużej. Całkiem niezłym sposobem mogłoby być preferowanie przez samicę osobników w podeszłym wieku. Mimo swoich obecnych niedomagań, dowiedli przynajmniej, że potrafią przetrwać, toteż może ona być skłonna do połączenia swoich genów z genami na długowieczność. Lecz przecież nie ma sensu zapewniać dzieciom długiego życia, jeśli nie dadzą jej one również wielu wnuków. Długowieczność nie jest równoznaczna z męskością. W rzeczy samej długowieczny samiec mógł przeżyć właśnie dlatego, że nie podejmował ryzyka związanego z rozrodem. Samica wybierająca starego samca nie musi mieć więcej potomków niż jej rywalka wybierająca młodego partnera, który jednak udowadnia w inny sposób, że jest w posiadaniu dobrych genów.

Jakież mogą być te inne dowody? Możliwości jest wiele. Być może, silne mięśnie - jako dowód na zdolność do zdobywania pożywienia, a może długie nogi - jako dowód na zdolność do ucieczki przed drapieżnikiem. Połączenie genów samicy z takimi cechami - potencjalnie użytecznymi zarówno dla synów, jak i dla córek - może być dla jej genów korzystne. Toteż samice powinny wybierać samców przede wszystkim na podstawie doskonale autentycznych znamion czy wskaźników, za którymi ukryte są bez wątpienia dobre geny. Lecz tu napotykamy bardzo interesujący fakt; świadom go był już Darwin, a wyeksponował go Fisher. Otóż w społeczeństwie, w którym samce współzawodniczą ze sobą o to, by zostać przez samice wybrani jako prawdziwi mężczyźni, najlepsze co matka może zrobić dla swoich genów to urodzić syna, który sam z kolei okaże się atrakcyjnym mężczyzną. Jeśli może zagwarantować sobie, że jej dorosły syn stanie się jednym z tych nielicznych szczęśliwych samców, którzy wywalczą sobie prawo do odbywania większości kopulacji w społeczności, będzie miała olbrzymią liczbę wnuków. W rezultacie jedną z najbardziej pożądanых cech, jaką w oczach samicy może mieć samiec, jest po prostu sama atrakcyjność seksualna. Samica, która kojarzy się z superatrakcyjnym prawdziwym mężczyzną, ma większe szanse urodzić synów atrakcyjnych dla samic następnego pokolenia, ci zaś spłodzą jej liczne wnuki. Można więc sądzić, że

choć pierwotnie samice wybierały samców na podstawie cech w oczywisty sposób użytecznych, takich jak silne mięśnie, to w momencie, gdy cechy te zostały wśród samic danego gatunku powszechnie uznane za atrakcyjne, dobór naturalny będzie w dalszym ciągu preferował je już tylko dlatego, że są atrakcyjne.

Takie ekstrawagancje, jak ogony samców rajskich ptaków, mogły więc wyewoluować na drodze swego rodzaju nie kontrolowanego, samonapędzającego się procesu.* Początkowo ogon nieco dłuższy od przeciętnego mógł być przez samice uznawany jako cecha pożądana u samców, ponieważ znamionowała silny i zdrowy organizm. Krótki ogon mógł być wskaźnikiem niedoboru witamin - dowodem słabej zdolności do zdobywania pokarmu. Samce o krótkim ogonie mogły też być nie dość sprawne w ucieczce przed drapieżnikami, i ci odgryzali im ogony. Proszę zauważyć, iż nie musimy nawet zakładać, że krótki ogon był sam przez się cechą dziedziczną, a jedynie, że służył jako wskaźnik pewnych innych genetycznych niedostatków. Załóżmy teraz, że z tego czy innego powodu samice przodka gatunku rajskich ptaków wybierały samce z ogonami dłuższymi niż przeciętne. Jeżeli na zmienność długości ogonów u samców miała wpływ również jakaś komponenta genetyczna, spowodowałoby to z czasem zwiększenie ich przeciętnej długości w populacji. Samice postępowały według prostej zasady: „Przyglądaj się samcom i wybieraj tego z najdłuższym ogonem”. Każda samica, która odchodziła od tej zasady, była karana, nawet jeśli ogony stały się już tak długie, że na dobrą sprawę zawadzały ich właścicielom. Działo się tak dlatego, że każda samica, która nie wydała na świat synów o długich ogonach, miała nikłe szanse, że zostaną oni uznani za atrakcyjnych. Jak moda w damskiej konfekcji lub w stylu amerykańskich samochodów, trend w kierunku coraz dłuższego ogona usamodzielniał się i nabrał rozpędu. Został powstrzymany dopiero wtedy, gdy ogony stały się tak groteskowo długie, że oczywiste niedogodności wynikające z ich posiadania zaczęły przeważać nad korzyściami płynącymi z ich seksualnej atrakcyjności.

Koncepcja ta jest trudna do przełknięcia i prowokowała krytykę już od czasu, gdy pod nazwą doboru płciowego została po raz pierwszy zaproponowana przez Darwina. Jedną z osób nie przekonanych do niej jest A. Zahavi, z którego teorią: „Lisie, lisie chodź tu...” już się spotkaliśmy. Jako konkurencyjne wyjaśnienie wysuwa swoją irytująco przekorną „zasadę upośledzenia”.* Wskazuje, że sam fakt, iż samice próbują wybierać wśród samców dobre geny, otwiera przed samcami pole do oszustw. Silne mięśnie mogą być autentycznie korzystną cechą wybieraną przez samice, cóż jednak jest w stanie powstrzymać samców od wykształcenia u siebie imitacji mięśni, czegoś w rodzaju wywatowanych ramion, imitacji równie imponującej jak prawdziwe? Jeśli uformowanie fałszywych mięśni kosztuje samca mniej niż zbudowanie prawdziwych, dobór płciowy powinien preferować geny na fałszywe mięśnie. Jednak w niedługim czasie kontrselekcja doprowadzi do wyewoluowania samic zdolnych do zdemaskowania tego oszustwa. Założenie, że każdy oszukańczy anons seksualny zostanie prędzej czy później zdemaskowany przez samice, jest zasadniczą przesłanką Zahaviego. Konkluduje on, że prawdziwy sukces odniosą nie te samce, które reklamują się fałszywie, lecz te, które dowiodą namacalnie, że nie oszukują. Samce, które jedynie imitują silne mięśnie, szybko zostaną zdemaskowane przez samice. Natomiast samiec, który może zademonstrować, że naprawdę ma silne mięśnie, dajmy na to podnosząc ciężary lub popisując się pompkami, z pewnością przekona samice o swoich walorach. Innymi słowy, Zahavi uważa, że prawdziwy mężczyzna musi nie tylko wyglądać jak mężczyzna z klasą: musi naprawdę być mężczyzną z klasą, w przeciwnym wypadku nie zostanie zaliczony przez sceptyczne samice do tej kategorii. Będziemy więc mieli do czynienia z ewolucją takich popisów, które tylko autentyczny mężczyzna będzie mógł wykonać.

Jak dotąd rozumowanie jest poprawne. Ale część teorii Zahaviego dosłownie staje ością w gardle. Sugeruje on bowiem, że ogony rajskich ptaków i pawie, a także wielkie wieńce jeleni i inne cechy wykształcone w wyniku doboru płciowego, które zawsze uważano za paradoksalne, ponieważ wydają się upośledzać ich właścicieli, wyewoluowały dokładnie z tego powodu, że ich upośledzają. Samiec ptaka o długim i zawadającym mu ogonie jawi się w oczach samic jako prawdziwy mężczyzna tak silny, że potrafi przetrwać pomimo swojego ogona. Wyobraź sobie kobietę obserwującą wyścig dwóch mężczyzn. Jeśli obaj przybiegli na metę równocześnie, ale jeden z nich celowo zadał sobie utrudnienie biegnąc z workiem węgla na grzbiecie, to kobieta, rzecz jasna, wyciągnie wniosek, że w rzeczywistości szybszym biegaczem jest mężczyzna z brzemieniem węgla.

Osobiście nie wierzę w tę teorię, choć mój sceptycyzm nie jest już tak niewzruszony, jak przy pierwszym z nią zetknięciu. Zwróciłem wtedy uwagę, że logicznym z niej wnioskiem powinno być wyewoluowanie samców o jednej tylko nodze i jednym oku. Zahavi, który pochodzi z Izraela, natychmiast odpalił: „Niektórzy z naszych najlepszych generałów mają tylko jedno oko!” Nie zmienia to jednak faktu, że teoria upośledzenia wydaje się zawierać wewnętrzną sprzeczność. Jeśli upośledzenie jest autentyczne - a istotą teorii jest, że powinno być autentyczne - wtedy samo upośledzenie będzie z równą skutecznością przyciągało samice, jak przynosiło szkodę potomstwu. Tak czy owak, ważne jest, by upośledzenie nie zostało przekazane córkom.

Jeśli sformułujemy teorię upośledzenia, posługując się pojęciami genowymi, dochodzimy do takiego wniosku: gen, który sprawia, że u samca rozwija się upośledzenie, w postaci, dajmy na to, długiego ogona, staje się liczniejszy w puli genów, gdyż samice wybierają samców z upośledzeniami. Samice wybierają takich właśnie samców, gdyż geny, które je do tego skłaniają, również stają się częstsze w puli genów. Dzieje się tak dlatego, że samice mające słabość do samców z upośledzeniami będą tym samym wybierać tych, których geny są pod innymi względami dobre, skoro udało im się dotrzeć do dorosłości pomimo upośledzenia. Te „inne” dobre geny będą przysparzać korzyści ciałom ich dzieci, które dzięki temu przetrwają, rozprzestrzeniając tym samym zarówno geny na samo upośledzenie, jak i geny na preferowanie samców z upośledzeniami. O ile geny na upośledzenie przejawiają się tylko u synów, a geny na preferencję seksualną wobec upośledzonych tylko u córek, teoria ta ma ręce i nogi. Jednak dopóki wyrażona jest jedynie słowami, nie możemy być pewni, czy jest słuszna, czy nie. Lepsze pojęcie o trafności takiej teorii uzyskamy, ujmując ją w postać modelu matematycznego. Próby przełożenia reguły upośledzenia na użyteczny model, podejmowane przez badaczy zajmujących się genetyką matematyczną, jak dotąd kończyły się niepowodzeniem. Może dlatego, że reguła ta nie działa w praktyce albo też badacze nie byli dość bystrzy. Ponieważ jednak jednym z nich był Maynard Smith, przeczucie skłania mnie ku przyjęciu pierwszej z tych możliwości.

Jeśli samiec może wykazać swoją wyższość nad innymi samcami w sposób, który nie wiąże się z rozmyślnym własnym upośledzeniem, bez najmniejszych wątpliwości zwiększa tym samym swój sukces genetyczny. Przecież słonie morskie zdobywają i utrzymują swoje haremy nie dzięki atrakcyjnej dla samic powierzchowności, ale stosując prosty i niezawodny środek łożenia skóry każdemu samcowi, który próbuje się wedrzeć do haremu. Właściciele haremów wygrywają walki z potencjalnymi uzurpatorami z tego tylko powodu, że właśnie te zwycięstwa czynią z nich właścicieli haremów. Uzurpatorzy tak rzadko zaś wygrywają w starciach, bo gdyby potrafili zwyciężać, zrobiliby to już wcześniej! Samica, kojarząca się tylko z właścicielem haremu, łączy tym samym swoje geny z genami samca, który jest dość silny, by sprostać kolejnym wyzwaniom zdesperowanych,

występujących w licznej przewadze kawalerów. Jeśli jej się poszczęści, jej synowie odziedziczą ojcowskie zdolności do utrzymania haremu. W praktyce samica słonia morskiego nie ma wielkich możliwości wyboru, ponieważ właściciel haremu wyłoi skórę i jej, jeśli tylko spróbuje się ona oddalić. Mimo to fakt pozostaje faktem: samice, które decydują się na skojarzenie z samcami zwyciężającymi w starciach, działają w ten sposób na korzyść swoich genów. Już wcześniej zapoznaliśmy się z przykładami samic, które preferują kojarzenie się z samcami posiadającymi terytoria i z samcami dzierżącymi wysoką pozycję w hierarchii dominacji.

Podsumujmy to, co powiedzieliśmy dotąd w tym rozdziale: wielką różnorodność systemów rozrodu, jakie spotykamy wśród zwierząt - monogamię, swobodę seksualną, haremy i tak dalej - można pojmować w kategoriach sprzeczności interesów między samcami a samicami. Osobniki obu płci „pragną” zmaksymalizować swoją ogólną sprawność rozrodczą, przejawianą w ciągu całego życia. Z powodu podstawowej różnicy między plemnikami a jajami co do ich rozmiarów i liczby samce są na ogół skłonne do swobody seksualnej i odmowy sprawowania ojcowskiej opieki. Samice mają do dyspozycji głównie dwa sposoby, by temu przeciwdziałać - nazwałbym je strategią prawdziwego mężczyzny i strategią rodzinnej harmonii. Warunki środowiskowe gatunku będą określać, ku któremu z tych kontrpostaw skłonią się samice; warunki określą również reakcje samców. W naturze spotyka się wszelkie możliwe stadia pośrednie pomiędzy prawdziwym mężczyzną a rodzinną harmonią, a nawet, jak już wiemy, przypadki, gdy ojciec przykłada się do opieki nad dziećmi bardziej niż matka. Książka ta nie wdaje się w szczegóły dotyczące poszczególnych gatunków zwierząt, nie będę więc rozważał czynników mogących skłaniać gatunek do przyjęcia tego czy innego systemu rozrodu. Zastanowię się natomiast nad ogólnymi różnicami między samcami a samicami, jakie się powszechnie dostrzega, i pokażę, jak można je interpretować. Gatunki, w których różnice między płciami są niewielkie i u których samice preferują na ogół strategię rodzinnej harmonii, nie będą więc tutaj brane pod uwagę.

Zacząć trzeba od tego, że atrakcyjne seksualnie paradne kolory przybierają na ogół samce, samice zaś raczej nie rzucają się w oczy. Osobniki obu płci pragną uniknąć pożarcia przez drapieżniki, obydwie płci podlegają więc będą pewnej presji ewolucyjnej, by mieć nie wyróżniające się ubarwienie. Jaskrawe kolory przywabiają bowiem drapieżniki w nie mniejszym stopniu niż partnerów seksualnych. W pojęciach genowych oznacza to, że geny na jaskrawe kolory mają większe szanse, by znaleźć swój koniec w żołądkach drapieżników niż geny na kolory zgaszone. Z drugiej jednak strony geny na takie kolory mają mniejsze szanse od genów na jaskrawe barwy, by znaleźć się w następnym pokoleniu, ponieważ nieatrakcyjne z wyglądu osobniki mają trudności w znalezieniu partnera. Ścierają się tu więc dwie sprzeczne ze sobą presje selekcyjne: drapieżników częściej usuwających z puli genów geny na jaskrawe kolory i partnerów seksualnych usuwających przeważnie geny na nieatrakcyjność. Podobnie jak w rozlicznych innych przypadkach, skuteczną maszyną przetrwania można sobie wyobrazić jako wynik kompromisu pomiędzy sprzecznymi presjami selekcyjnymi. W tym momencie interesuje nas to, że dla samca ten optymalny kompromis wydaje się być inny niż optymalny kompromis dla samicy. Zgadza się to oczywiście w pełni z naszym postrzeganiem samców jako ryzykanckich graczy o dużą stawkę. Plemniki znacznie przeważają liczebnie w populacji nad jajami, ponieważ na każde jajo wytworzone przez samicę samce produkują wiele milionów plemników. Dane jajo ma więc znacznie większe szanse na to, że zostanie zapłodnione niż plemnik, że tego dokona. Jaja to stosunkowo cenne zasoby, toteż samica nie musi być tak seksualnie pociągająca jak samiec, by zapewnić zapłodnienie swoim jajom. Pojedynczy samiec mógłby bez trudu być ojcem wszystkich dzieci urodzonych

w dużej populacji samic. Nawet jeśli samiec żyje krótko, gdyż jego paradny ogon przywabia drapieżniki lub powoduje, że więźnie on w gęstwinie, przed śmiercią mógł zostać ojcem liczego potomstwa. Nieatrakcyjny szarobury samiec może żyć nawet równie długo, jak samica, ale dzieci będzie miał niewiele i jego geny nie zostaną przekazane. Co mu z tego, że zawładnie choćby całym światem, jeśli zaprzepaści swoje nieśmiertelne geny?

Inną powszechną różnicą między płciami jest większa u samic niż u samców wybredność co do tego, z kim się kojarzą. Jednym z powodów przejawiania tej dbałości przez osobników obu płci jest konieczność zapobieżenia wybraniu partnera spośród członków innego gatunku. Krzyżowanie między gatunkowe jest niekorzystne z rozlicznych powodów. Czasem, jak w przypadku człowieka kopulującego z owcą, nie prowadzi to do powstania zarodka, toteż straty są niewielkie. Jednak gdy krzyżują się blisko spokrewnione gatunki, takie jak konie i osły, koszt, przynajmniej dla samicy, może być poważny. Zarodek muła, o ile się utworzy, będzie zajmował miejsce w jej łonie przez jedenaście miesięcy. Zabierze znaczną ilość jej całkowitej inwestycji rodzicielskiej, nie tylko w postaci pokarmu wchłoniętego przez łożysko, a następnie w postaci mleka, ale ponad wszystko w postaci czasu, który mógł być spędzony na wychowywaniu innych dzieci. A gdy wreszcie muł dorasta, okazuje się bezpłodny. Dzieje się tak przypuszczalnie dlatego, że choć chromosomy konia i osła są wystarczająco podobne, by współpracować w dziele budowania silnego i wytrzymałego ciała muła, to jednak nie na tyle, by prawidłowo współdziałać podczas mejozy. Tak czy inaczej, bardzo poważna inwestycja matki w wychowywanie muła została z punktu widzenia jej genów całkowicie zmarnowana. Samice koni powinny bardzo, bardzo uważnie baczyć, by osobnik, z którym kopulują, był też koniem, a nie osłem. W pojęciach genowych każdy koński gen, który mówi swojemu ciału: „Jeśli jesteś samicą, kopuluj z pierwszym lepszym samcem, obojętne czy jest osłem, czy koniem”, może następnie znaleźć się w ślepych zaułku mulego ciała, a inwestycja rodzicielska matki w młodego muła uszczupla znacznie jej zdolność do wychowania płodnych koni. Natomiast jeśli z członkiem niewłaściwego gatunku sparzy się samiec, do stracenia ma mniej, i choć też nic nie zyskuje, powinniśmy oczekiwać, że samce będą mniej wybredne w doborze partnerów seksualnych. Przekonywano się o tym zawsze, ilekroć to testowano.

Nawet w obrębie gatunku mogą istnieć powody do wybrzydzenia. Związki kazirodcze mogą mieć podobnie niszczycielskie konsekwencje genetyczne jak krzyżówki międzygatunkowe, tym razem z powodu ujawnienia się letalnych i semiletalnych genów recesywnych. Jak zawsze, samice mają więcej do stracenia niż samce, ponieważ ich inwestycja w każde dziecko bywa większa. Jeśli gdzieś spotykamy się z zakazem dotyczącym kazirodztwa, powinniśmy obserwować bardziej rygorystyczne przestrzeganie go przez samice niż przez samce. Jeśli za bardziej prawdopodobny uznamy wariant, w którym starszy partner kazirodczego związku jest aktywnym inicjatorem, kazirodcze związki, w których samiec jest starszy, powinniśmy spotykać częściej niż związki, w których starsza jest samica. Na przykład związek ojca z córką powinien być powszechniejszy niż matki z synem. Zaś związek brata z siostrą powinien pod względem powszechności znajdować się gdzieś pośrodku.

Ogólnie rzecz biorąc, samce powinny mieć większą skłonność do swobody seksualnej niż samice. Skoro samica produkuje ograniczoną liczbę jaj we względnie powolnym tempie, niewiele zyskuje na licznych kopulacjach z różnymi samcami. Natomiast samiec, który produkuje codziennie miliony plemników, kojarząc się z kim popadnie i jak najczęściej, może na tym jedynie zyskać. Dodatkowe kopulacje ponad konieczne minimum kosztują wprawdzie samicę jedynie niewielką stratę czasu i energii, nie przynoszą jej jednak żadnych korzyści. Natomiast samiec nigdy nie ma dość kopulacji z tak wieloma różnymi samicami, jak to tylko możliwe: samce nie znają słowa „dość”.

Nie mówiłem tu wprost o człowieku, gdy jednak rozważamy argumenty ewolucyjne, takie jak przedstawione w tym rozdziale, nie możemy powstrzymać się od refleksji na temat naszego własnego gatunku i naszych własnych doświadczeń. Uwagi na temat samic odwiekających kopulację, dopóki samiec nie wykaże się pewnymi oznakami trwałej wierności, brzmią znajomo. Sugerowałoby to, że samice człowieka stosują raczej strategię rodzinnej harmonii niż prawdziwego mężczyzny. Istotnie, wiele ludzkich społeczeństw jest monogamicznych. W naszym własnym społeczeństwie inwestycja rodzicielska obojga rodziców jest znaczna i nie jest rażąco niezrównoważona. Matki z pewnością dają z siebie więcej niż ojcowie, ale ojcowie często ciężko pracują, zdobywając pośrednio zasoby materialne przeznaczone dla dzieci. Z drugiej strony, w niektórych ludzkich społeczeństwach istnieje swoboda seksualna, a w wielu - struktura haremowa. Ta zaskakująca różnorodność sugeruje, że styl życia człowieka w większości zdeterminowany jest raczej przez kulturę, a nie przez geny. Co jednak nie oznacza, że samce człowieka nie mogą mieć na ogół skłonności do swobody seksualnej, samice zaś skłonności do monogamii, co przewidzieliśmy na gruncie ewolucyjnym. To, która z tych skłonności zwycięży w danym społeczeństwie, zależy od konkretnych cech jego środowiska kulturowego, tak jak u różnych gatunków zwierząt zależy od cech środowiska przyrodniczego.

Jedną z cech naszego społeczeństwa, która robi wrażenie zdecydowanej anomalii, jest kwestia anonsów seksualnych. Jak się dowiedzieliśmy, wiele ewolucyjnych przesłanek każe oczekiwać, by tam, gdzie płci różnią się od siebie, samce były atrakcyjne, a samice nie rzucające się w oczy. Współczesny człowiek cywilizacji Zachodu jest pod tym względem bez wątpienia wyjątkiem. Zdarzają się oczywiście mężczyźni ubrani zbyt strojnie i kobiety kopciuszki, ale nie ulega wątpliwości, że w naszym społeczeństwie pawie ogony rozkładają na ogół samice, a nie samce. Kobiety malują sobie twarze i przyklejają sztuczne rzęsy. Mężczyźni tego nie robią, jeśli wykluczyć szczególnie przypadki, na przykład aktorów. Kobiety wydają się zainteresowane swoim wyglądem zewnętrznym i są do tego zachęcane przez kobiece czasopisma. Pisma dla mężczyzn w mniejszym stopniu traktują o ich atrakcyjności seksualnej, a mężczyzna nadmiernie zainteresowany swoim ubiorem i wyglądem może budzić podejrzenia zarówno u innych mężczyzn, jak i u kobiet. Gdy w rozmowie opisuje się kobietę, jest całkiem prawdopodobne, że przede wszystkim zwróci się uwagę na atrakcyjność seksualną lub jej brak, obojętnie czy rozmówca jest mężczyzną czy kobietą. Do opisu mężczyzny używa się przymiotników, które raczej nie mają nic wspólnego z seksem.

Stwierdziwszy te fakty, biolog zaczyna podejrzewać, że mamy oto do czynienia ze społeczeństwem, w którym samice współzawodniczą o samce, a nie odwrotnie. Omawiając przypadek rajskich ptaków, uznaliśmy, że samice są nieatrakcyjne, ponieważ nie potrzebują konkurować o samce. Samce są jaskrawe i okazałe, ponieważ towarem poszukiwanym są samice, które mogą być dzięki temu wybredne. Powodem popytu na samice rajskich ptaków jest to, że jaja są cenniejszym dobrem niż plemniki. Jakie zmiany pod tym względem zaszły u współczesnego człowieka Zachodu? Czy rzeczywiście samiec stał się płcią poszukiwaną, tą, na którą jest popyt i która może sobie pozwolić na wybrzydzenie? A jeśli tak, to dlaczego?

ROZDZIAŁ 10

TY MNIE DRAPIESZ PO PLECACH, A JA JEŹDŹĘ NA TWOICH

Rozważaliśmy do tej pory interakcje zachodzące między maszynami przetrwania należącymi do tego samego gatunku, a dotyczące zachowań rodzicielskich, płciowych bądź agresywnych. Istnieją również inne, nie mniej frapujące postaci zwierzęcych interakcji, które najwyraźniej nie mieszczą się w żadnej z tych kategorii. Jedną z nich jest przejawiana przez tak wiele gatunków zwierząt dążność do życia w grupach. Ptaki skupiają się w stada, owady w chmary, ryby w ławice, ssaki stadnie pasą się lub polują. Skupiska te składają się zwykle z osobników należących do jednego gatunku, ale są wyjątki od tej reguły. Zebry tworzą mieszane stada z antylopami gnu, czasem widuje się również wielogatunkowe stada ptaków.

Lista ewentualnych korzyści, jakie egoistyczny osobnik może uzyskać ze stadnego trybu życia, jest dość zróżnicowana. Nie będę tu prezentował całego ich katalogu, wspomnę jednak o kilku. Powrócę przy tej okazji do przykładów pozornie altruistycznego zachowania, podanych w rozdziale 1, które obiecałem wyjaśnić później. To skieruje nas ku rozważaniom nad owadami społecznymi, bez których omówienie altruizmu zwierzęcego nie byłoby kompletne. Na końcu tego dość urozmaiconego rozdziału wspomnę o koncepcji altruizmu odwzajemnionego, w myśl zasady: „ty mnie drapiesz po plecach, a ja drapię ciebie”.

Jeśli zwierzęta żyją razem w grupach, korzyści, jakie ich geny odnoszą z tego faktu, muszą przewyższać koszty. Stado hien jest w stanie schwytać zdobycz znacznie większą, niż potrafiłaby pojedyncza hiena, toteż każdemu samolubnemu osobnikowi opłaca się polować w stadzie, nawet jeśli pociąga to za sobą konieczność dzielenia się pożywieniem. Z tych samych zapewne powodów niektóre pająki współpracują przy budowie dużej wspólnej pajęczyny. Pingwiny cesarskie, gromadząc się w duże stada, zmniejszają swoje straty ciepła. Każdy z nich zyskuje, gdyż na chłód wystawiona jest mniejsza powierzchnia jego ciała, niż gdyby stał samotnie. Ryba pływająca nieco z boku za drugą rybą korzysta z zawirowań wody wytworzonych przez rybę pływającą z przodu, co może być jednym z powodów skupiania się ryb w ławice. Podobny wybieg wykorzystujący turbulencje powietrza znany jest kolarzom wyścigowym. Również ptaki formujące w czasie lotu klucze zapewne wykorzystują ten sam efekt. Ptaki przypuszczalnie starają się uniknąć niekorzystnej pozycji na czele klucza. Możliwe, że zmiany, jakie robią na niechcianej pozycji lidera, są formą odroczonego altruizmu odwzajemnionego, który omówimy przy końcu rozdziału.

Wiele spośród sugerowanych korzyści z życia w grupie wiąże się z uniknięciem pożarcia przez drapieżniki. Zgrabny kształt nadał tej teorii W. D. Hamilton w artykule pod tytułem „Geometry for the selfish herd” („Geometria samolubnego stada”). Żeby uniknąć nieporozumień muszę koniecznie dodać, że mówiąc „samolubne stado” miał na myśli „stado samolubnych osobników”.

Jak zwykle zaczniemy od prostego modelu, który - choć abstrakcyjny - pomoże nam zrozumieć zjawiska zachodzące w rzeczywistości. Załóżmy, że drapieżnik polujący na osobniki pewnego gatunku zawsze atakuje ofiarę stojącą najbliżej. Strategia ta, jako energetycznie oszczędna, jest z punktu widzenia drapieżnika rozsądna. Ciekawe są jej konsekwencje dla potencjalnej ofiary. Każda z potencjalnych ofiar będzie się bezustannie starała nie być tym osobnikiem, który stoi najbliżej drapieżnika. Jeśli zdoła wykryć go z pewnej odległości, po prostu ucieknie. Lecz jeśli drapieżnik lubi pojawiać się nagle i bez ostrzeżenia, powiedzmy czai się ukryty w wysokiej trawie, każda z

potencjalnych ofiar może mimo wszystko podejmować kroki, by zminimalizować ryzyko znalezienia się najbliższej drapieżnika. Wokół każdej z potencjalnych ofiar możemy wytyczyć umowną „strefę zagrożenia”. Byłby to taki obszar, którego każdy punkt znajduje się bliżej danego osobnika niż jakiegokolwiek innego. Na przykład, jeśli potencjalne ofiary posuwają się w geometrycznie regularnym szyku, strefa zagrożenia, jaka otacza każdą z nich (o ile nie znajduje się ona na skraju) ma z grubsza kształt sześciokąta. Jeśli drapieżnik przyczaił się akurat w obrębie sześciokątnej strefy zagrożenia otaczającej osobnika A, wtedy prawdopodobnie on właśnie zostanie pożarty. Osobniki ze skraju stada są w szczególnym niebezpieczeństwie, ponieważ do ich strefy zagrożenia należy włączyć rozległy obszar na zewnątrz stada.

Rzecz jasna, rozsądnie postępujący osobnik będzie dążył do tego, by jego strefa zagrożenia była możliwie jak najmniejsza. W szczególności będzie próbował uniknąć zepchnięcia na skraj stada. Jeśli się tam znajdzie, będzie się starał natychmiast przemieścić ponownie w kierunku środka. Niestety, zawsze ktoś musi być na skraju, ale przecież tym kimś nie musi być właśnie on! Trwać będzie nie kończące się przemieszczanie osobników od skrajów gromady ku jej środkowi. W rezultacie pierwotnie luźne stado wkrótce ulegnie ciasnemu stłoczeniu. Nawet jeśli w naszym modelu zaczniemy od stanu, w którym brak jest jakichkolwiek tendencji do tworzenia skupisk, a potencjalne ofiary są początkowo rozproszone w sposób przypadkowy, każdy osobnik będzie się starał z egoistycznych pobudek zredukować swoją strefę zagrożenia, próbując się znaleźć pomiędzy innymi osobnikami. W krótkim czasie doprowadzi to do utworzenia skupisk, które zacieśniać się będą coraz bardziej.

W naturze skłonność do skupiania się będzie oczywiście ograniczona tendencjami przeciwnymi: w przeciwnym razie wszystkie osobniki zbiłyby się w jedną spletaną masę! Model ten jest mimo to interesujący, gdyż pokazuje, że zjawisko tworzenia skupisk może wynikać nawet z całkiem prostych założeń wyjściowych. Zaproponowano również inne modele opisujące skupianie się zwierząt w gromady, bardziej rozbudowane i bardziej odpowiadające rzeczywistości. W niczym nie umniejsza to jednak użyteczności prostszego modelu Hamiltona.

Model samolubnego stada jako taki nie uwzględnia współdziałania między osobnikami. Nie ma tu altruizmu, jest jedynie wzajemna samolubna eksploatacja. W rzeczywistości jednak zdarza się, że pojedyncze osobniki podejmują działanie, by - jak się wydaje - ochronić współczłonków grupy przed drapieżnikami. Jako pierwsze przychodzi na myśl okrzyki ostrzegawcze ptaków. Funkcją takich zawołań z całą pewnością jest wszczęcie alarmu, ponieważ osobniki, które je słyszą, natychmiast wykonują manewr uniku. Nie chodzi o to, że wydający okrzyk ptak próbuje odwrócić uwagę drapieżnika od swoich towarzyszy. On tylko informuje o obecności drapieżnika - ostrzega ich. Mimo to, przynajmniej na pierwszy rzut oka, okrzyk ten ma pozory altruizmu, ponieważ jego dodatkowym skutkiem jest skierowanie uwagi drapieżnika na sygnalistę. Wskazują na to pośrednio obserwacje P. R. Marlera. Charakterystyka akustyczna okrzyku wydaje się być tak dobrana, by możliwie jak najtrudniej było go zlokalizować. Gdyby poproszono inżyniera akustyka o zaprojektowanie dźwięku, który trudno byłoby drapieżnikowi umiejscowić, stworzyłby on dźwięk bardzo podobny do prawdziwych okrzyków ostrzegawczych, jakie wydają małe ptaki śpiewające. W naturze okrzyki w takiej formie stworzył oczywiście dobór naturalny i wiemy, co się za tym kryje. To mianowicie, że wielka liczba osobników zginęła, ponieważ ich okrzyki nie były w pełni doskonałe. A zatem wydawanie okrzyków ostrzegawczych może okazać się niebezpieczne. Teoria samolubnego genu musi mieć w zanadrzu przekonujące wytłumaczenie: wydawanie okrzyków ostrzegawczych musi przynosić wystarczająco dużą korzyść, by zrównoważyć powyższe niebezpieczeństwo.

Znalezienie takiego wytłumaczenia nie jest w istocie bardzo trudne. Ptasie okrzyki ostrzegawcze uważano za fakt tak kłopotliwy dla teorii Darwina, że wymyślanie najrozmaitszych uzasadnień tego faktu stało się rodzajem sportu. W rezultacie mamy ich tak wiele, że aż trudno sobie obecnie przypomnieć, na czym ten cały kłopot miał polegać. Naturalnie jeśli są szanse, że w stadzie znajdują się osobniki blisko spokrewnione, gen na wydawanie okrzyku alarmowego dobrze prosperuje w puli genów, gdyż prawdopodobnie będzie obecny w ciałach niektórych z uratowanych osobników. Byłoby tak, nawet gdyby wydający okrzyk drogo zapłacił za swój altruizm, skupiając uwagę drapieżnika na sobie.

Jeśli uzasadnienie wykorzystujące pojęcie doboru krewniaczego cię nie satysfakcjonuje, masz do wyboru jeszcze wiele innych. Wydający okrzyk może z ostrzeżenia towarzyszy odnieść samolubną korzyść na wiele różnych sposobów. Trivers sypnął aż pięcioma dobrymi pomysłami, mnie jednak bardziej przekonują następujące dwa, zresztą mojego autorstwa.

Pierwszy nazywam teorią *cave*, co po łacinie znaczy: „uwaga!” Słowo to jest do dzisiaj używane przez uczniów jako sygnał o zbliżaniu się nauczyciela. Teoria ta stosuje się do ptaków o ubarwieniu maskującym, które w obliczu niebezpieczeństwa kulą się i nieruchomią w podszyciu. Przypuśćmy, że stadko takich ptaków żeruje na otwartej przestrzeni. W pewnej odległości przelatuje jastrząb. Jeszcze nie dostrzegł stadka i nie leci wprost na nie, istnieje jednak niebezpieczeństwo, że jego bystre oczy zauważą je w każdej chwili, a wtedy przystąpi do ataku. Załóżmy, że jeden z członków stada zauważył jastrzębia, ale reszta jeszcze go nie dostrzegła. Ten jeden bystrooki osobnik mógłby natychmiast znieruchomieć i przyciąć się w trawie. Nie przyniosłoby mu to jednak wielkiego pożytku, ponieważ jego kompani wciąż zwracają na siebie uwagę hałaśliwą krzątaniną. Każdy z nich może rzucić się jastrzębiowi w oczy, ściągając niebezpieczeństwo na całe stadko. Z czysto egoistycznego punktu widzenia dla osobnika, który pierwszy zauważył jastrzębia, najlepszym wyjściem jest zaświstać ostrzegawczo na swoich kompanów, uciszając ich tym samym i redukując ryzyko nieumyślnego przywołania jastrzębia w ich pobliże, a tym samym i w jego własne.

Drugą koncepcję, o której chcę wspomnieć, można nazwać: „Nigdy się nie wyłamuj”. Stosuje się do tych gatunków ptaków, które - gdy zbliża się drapieżnik - odlatują, kryjąc się na przykład w koronie pobliskiego drzewa. Znow wyobraźmy sobie, że jeden osobnik w stadzie żerujących ptaków zauważył drapieżnika. Co powinien zrobić? Mógłby po prostu odlecieć bez ostrzegania kolegów. W ten sposób jednak przestałby być częścią względnie anonimowego stada, lecz stałby się ptakiem samotnym, odszczepieńcem; powszechnie zaś wiadomo, że jastrzębie ruszają w pościg właśnie za gołębiami, które odstają od stada. Ale nawet gdyby tak nie było, można przytoczyć wiele argumentów świadczących o tym, że wyłamywanie się może być postępowaniem samobójczym. Nawet jeśli jego towarzysze w końcu za nim podążą, osobnik, który pierwszy wzbije się do lotu, przejściowo powiększa swoją strefę zagrożenia. Obojętne, czy teoria Hamiltona jest słuszna, czy nie, musi być jakaś ważna korzyść płynąca z życia stadnego, inaczej ptaki nie tworzyłyby stad. Jakakolwiek by ona była, osobnik, który porzuca stado wysforowując się przed innymi, pozbawia się przynajmniej częściowo tej korzyści. Cóż więc taki spostrzegawczy ptak ma zrobić, jeśli nie wolno mu się wyłamać? Być może, powinien zerować dalej jakby nigdy nic i polegać na ochronie, jaką zapewnia mu członkostwo w stadzie. Ale to również niesie ze sobą poważne ryzyko. Wciąż jest na otwartej przestrzeni, w wysokim stopniu narażony na atak. Na drzewie byłby znacznie bezpieczniejszy. Najlepszym wyjściem jest z pewnością schronienie się w koronie drzewa, ale pod warunkiem, że wszyscy inni zrobią to samo. W

ten sposób, nie stając się odszczepieńcem i nie tracąc korzyści z wtopienia się w tłum, zyskuje dodatkowo, oddalając się w bezpieczne miejsce. I tym razem wydanie okrzyku ostrzegawczego daje, jak widać, czysto samolubne korzyści. Podobną teorię zaproponowali E. L. Charnov i J. R. Krebs, posuwając się w niej tak daleko, że na określenie postępowania wydającego okrzyk ptaka wobec swojego stadka używają określenia „manipulacja”. Zaiste, oddaliliśmy się dość znacznie od czystego, bezinteresownego altruizmu!

Na pierwszy rzut oka teorie te wydają się przeczyć twierdzeniu, że osobnik, który wydaje okrzyk alarmowy, wystawia się na niebezpieczeństwo. W rzeczywistości nie ma tu żadnej niezgodności. Rzecz w tym, że nie wydając tego okrzyku narażałby się jeszcze bardziej. Niektóre osobniki zginęły dlatego, że wydały okrzyk ostrzegawczy, zwłaszcza te, których okrzyki były łatwe do zlokalizowania. Inne zaś zginęły, ponieważ takiego okrzyku nie wydały. Cave i „nie wyłamuj się” to tylko dwie z wielu koncepcji tłumaczących przyczyny, dla których ptaki to robią.

A co ze wspomnianymi w rozdziale 1 podskokami gazeli tomi, których pozornie samobójczy altruizm skłonił Ardreya do obstawania przy twierdzeniu, że nie da się ich wyjaśnić inaczej, jak tylko doborem grupowym? Zjawisko to jest dla teorii samolubnego genu jeszcze bardziej emocjonującym wyzwaniem. Okrzyki ostrzegawcze u ptaków odnoszą swój skutek, ale zostały pomyślane tak, by jak najmniej wybijały się z tła, by były jak najbardziej dyskretne. Nie można tego powiedzieć o podskokach. Są ostentacyjne aż do jawnej prowokacji. Gazele zachowują się tak, jakby rozmyślnie zachęcały drapieżnika, niemal się z nim drażniły. Obserwacja ta zaowocowała hipotezą zachwycającą swoją śmiałością. Jej pierwotny zarys był dziełem N. Smythe'a, ale jej logiczny wniosek nieodparcie przywodzi na myśl rozumowanie A. Zahaviego.

Kluczowym punktem w wywodzie Zahaviego jest koncepcja, że w rzeczywistości podskoki wcale nie są sygnałem dla innych gazeli, lecz dla drapieżników. Są zauważane przez inne gazele i wpływają na ich zachowanie, ale jest to tylko skutek uboczny, gdyż pierwotnie zostały wyselekcjonowane jako przekaz zaadresowany do drapieżnika. W wolnym tłumaczeniu na ludzki język brzmi on następująco: „Popatrz tylko, jak wysoko potrafię skakać, mam tak dobrą kondycję i zdrowie, że na pewno nie dasz rady mnie złapać, dlatego zrobisz mądrzej, próbując raczej schwytać mojego sąsiada, który tak wysoko nie skacze!” Mówiąc mniej antropomorficznie, ryzyko zjedzenia przez drapieżniki genów na wysokie i ostentacyjne skoki jest małe, ponieważ wybierają one zdobycz, która na oko jest łatwa do złapania, w szczególności sztuki stare i chore. Takie preferencje są obserwowane u wielu ssaków drapieżnych. Osobnik, który wysoko podskakuje, w ten przesadny sposób ogłasza, iż nie jest ani stary, ani chory. W myśl hipotezy Zahaviego pokaz ten jest więc jak najdalszy od altruizmu. Jeśli już, to jest raczej przejawem egoizmu, gdyż ma na celu zachęcenie drapieżnika do pościgu za kimś innym. Są to swego rodzaju zawody o to, kto skacze najwyżej, a kto przegra - tego wybiera drapieżnik.

Innym przykładem, do którego obiecałem powrócić, jest przypadek pszczół kamikadze, które, żądając rabusiów miodu, niemal zawsze tracą życie. Pszczoła miodna jest tylko jednym z przedstawicieli owadów społecznych o wysokim stopniu organizacji. Należą do nich także osy, mrówki i termity. Nie chcąc ograniczać się tu jedynie do samobójczych pszczół, omówię przypadek owadów społecznych nieco ogólniej. Wyczyny owadów społecznych są legendarne, w szczególności ich zdumiewająca umiejętność współpracy i pozorny altruizm. Atak kończący się samobójczym uządleniem jest ucieleśnieniem najwyższego samowyrzeczenia. U mrówek miodowych z rodzaju *Myrmecocystus* istnieje kasta robotnic, zwanych baryłkami, o groteskowo nabrzmiałym, wypełnionym pożywieniem odwłoku, których jedyną funkcją życiową jest zwisanie w bezruchu z sufitu jak pękate banki i służenie

innym robotnicom za magazyny żywności. Jako osobniki w ludzkim sensie tego słowa nie istnieją one wcale: ich indywidualność podporządkowana jest dobru społeczności. Społeczeństwo mrówek, pszczoł czy termitów zyskuje swego rodzaju indywidualność na wyższym poziomie. Dzielenie się pokarmem zachodzi na taką skalę, że można mówić o istnieniu wspólnego żołądka. Wymiana informacji drogą sygnałów chemicznych i sławnego „tańca” pszczoł jest tak skuteczna, że społeczność zachowuje się tak, jakby była jednostką obdarzoną własnym układem nerwowym i narządami zmysłów. Obcy są rozpoznawani i eliminowani z wybiórczością bliską tej, jaka znamionuje układ odpornościowy. Dość wysoka temperatura panująca we wnętrzu ula regulowana jest niemal tak precyzyjnie, jak temperatura ciała ludzkiego, choć pojedyncza pszczoła nie jest zwierzęciem stałocieplnym. I wreszcie, co najważniejsze, analogia ta odnosi się również do rozmnażania. Większość osobników w kolonii owadów społecznych to bezpłodne robotnice. [U termitów - również samce (przyp. red.).]

Szlak płciowy - linia ciągłości nieśmiertelnych genów - biegnie poprzez ciała nielicznej podgrupy osobników płodnych. Są one analogiem naszych komórek rozrodczych w jądrach i jajnikach. Bezpłodne robotnice są odpowiednikiem naszej wątroby, mięśni i komórek nerwowych.

Zachowania samobójcze oraz inne formy altruizmu i współpracy u robotnic przestają dziwić, gdy uwzględnimy fakt, że są one bezpłodne. Geny typowego osobnika starają się zapewnić swoje przetrwanie manipulując ciałem tak, by wydawało potomstwo i opiekowało się innymi osobnikami zawierającymi te same geny. Samobójstwo w interesie ochrony innych osobników jest nie do pogodzenia z wydawaniem w przyszłości własnego potomstwa. Toteż do aktów samobójczego poświęcenia dochodzi rzadko. Ale pszczoła robotnica nigdy nie wydaje własnego potomstwa. Wszystkie jej wysiłki skierowane są na zachowanie swoich genów poprzez opiekę nad krewniakami innymi niż własne potomstwo. Śmierć jednej bezpłodnej robotnicy nie jest dla jej genów wydarzeniem poważniejszym niż zrzucanie jesienią liści dla genów drzewa.

Kusi, by do kwestii owadów społecznych podejść w sposób bardziej wzniosły, ale nie ma w istocie takiej potrzeby. Warto natomiast przyjrzeć się nieco dokładniej, w jaki sposób do kwestii tej podchodzi teoria samolubnego genu, a w szczególności temu, w jaki sposób tłumaczy ewolucyjne powstanie tak niezwykłego zjawiska, jak bezpłodność robotnic, z czego tak wiele zdaje się wynikać.

Kolonia owadów społecznych jest wielką rodziną będącą zwykle potomstwem jednej matki. Robotnice, które rozmnażają się rzadko lub wcale, są często podzielone na liczne odrębne kasty, takie jak małe robotnice, duże robotnice, żołnierze oraz na kasty tak wysoko wyspecjalizowane, jak wspomniane wyżej baryłki. Samice zdolne do rozmnażania nazywane są królowymi. Zdolnych do rozmnażania samców zwie się trutniami lub królami. W bardziej rozwiniętych społecznościach osobniki zdolne do rozrodu zajmują się wyłącznie prokreacją, ale za to w tej jedynej funkcji, jaką mają do wypełnienia, wykazują niezwykłą sprawność. Dostarczanie pokarmu i ochrona pozostaje na głowie robotnic, one też odpowiedzialne są za opiekę nad przychowkiem. U niektórych gatunków mrówek i termitów, królowa rozrośnięta do rozmiarów setki razy większych od robotnicy stanowi gigantyczną fabrykę jaj, całkowicie niezdolną do samodzielnego poruszania się, i trudno w niej w ogóle rozpoznać owada. Jest przez cały czas obsługiwana przez robotnice, które ją pielęgnują, karmią i transportują nie kończący się strumień jaj do wspólnych żłobków. Jeśli zdarzy się, że taka monstrualna królowa zmuszona jest ruszyć się z królewskiej komnaty, czyni to z wielkim ceremoniałem, odbywając podróż na grzbietach szwadronów umęczonych robotnic.

W rozdziale 7 wprowadziłem rozróżnienie między wydawaniem potomstwa na świat a opieką nad nim.

Powiedziałem wtedy, że przeważnie ewoluują strategie mieszane, łączące w sobie oba te działania. W rozdziale 5 zaś dowiedzieliśmy się, że mogą istnieć dwa podstawowe typy stabilnych ewolucyjnie strategii mieszanych. Albo każdy osobnik w populacji zachowuje się zgodnie ze strategią mieszaną: w ten sposób osobniki osiągają rozsądną proporcję między rozrodem a opieką, albo też w populacji wyróżniać się będą dwie odrębne kategorie osobników, w taki sposób po raz pierwszy przedstawiliśmy równowagę pomiędzy jastrzębiami a gołębiami. Tak więc stabilna ewolucyjnie równowaga rozrodu i opieki może być teoretycznie zrealizowana tym drugim sposobem: populacja może być podzielona na rodzące i piastunki. Warunkiem jej ewolucyjnej stabilności jest jednak to, by piastunki były bliskimi krewnymi osobników, którymi się opiekują, przynajmniej tak bliskimi, jak ich własne dzieci, gdyby mogły je mieć. Choć teoretycznie ewolucja mogła potoczyć się w tym właśnie kierunku, w rzeczywistości jednak stało się tak, jak się wydaje, jedynie w przypadku owadów społecznych.*

Osobniki owadów społecznych dzielą się na dwie główne klasy: rozmnażających się i opiekujących potomstwem. Rozmnażają się płodne samice i samce. Robotnicy, czyli bezpłodne samce i samice, sprawują opiekę nad potomstwem u termitów, a bezpłodne samice u wszystkich pozostałych owadów społecznych. Każda z klas dużo sprawniej wykonuje wyznaczone sobie zadanie, ponieważ nie musi zmagać się z drugim. Lecz kto na tej sprawności korzysta? Zarzut pod adresem teorii Darwina ma jak zawsze tę samą, dobrze nam znaną postać: „Co z tego mają robotnicy?”

Niektórzy odpowiadają: „Nic”. Są zdania, że to królowa rządzi wszystkim po swojemu. Osiąga swoje egoistyczne cele, manipulując na drodze chemicznej robotnikami tak, by opiekowali się jej liczny potomstwem. Jest to wersja „manipulacji rodzicielskiej” Alexandra, z którą zetknęliśmy się w rozdziale 8. Przeciwna koncepcja głosi, że osobniki zdolne do rozrodu są „hodowane” przez robotników, którzy manipulują nimi dla zwiększenia skuteczności w rozprzestrzenianiu kopii genów robotnic. Choć bowiem produkowane przez królową maszyny przetrwania nie są potomstwem robotników, bez wątpienia jednak są ich bliskimi krewnymi. Wykazał to w sposób genialny sam Hamilton, dowodząc, że - przynajmniej u mrówek, pszczół i os - robotnice mogą być spokrewnione z pielęgnowanym przez siebie lęgiem nawet bliżej niż sama królowa! Tym samym najpierw on, a później też Trivers i Hare przyczynili się do jednego z najbardziej spektakularnych triumfów teorii samolubnego genu. Oto jego rozumowanie: owady należące do rzędu błonkówek (Hymenoptera), w tym mrówki, pszczoły i osy, mają bardzo osobliwy system determinacji płci. Termyty, które nie należą do tej grupy, nie przejawiają tej osobliwości. W gnieździe błonkówek żyje zwykle tylko jedna dojrzała królowa. W młodości wykonała lot godowy, a otrzymane podczas lotu plemniki zmagazynowała na resztę swojego długiego życia, trwającego dziesięć i więcej lat. W ciągu tych lat, gospodarując oszczędnie plemnikami, zapładnia swoje jaja w czasie ich przemieszczania się przez jajowody. Lecz pewna część jaj nie ulega zapłodnieniu. Z nich rozwijają się samce. Tak więc samiec nie ma ojca, a wszystkie komórki jego ciała zamiast podwójnego zestawu jak u nas (jednego od ojca i jednego od matki) zawierają tylko pojedynczy zestaw chromosomów (wszystkie otrzymane od matki). Posługując się analogią z rozdziału 3, samiec błonkówek ma tylko jedną kopię każdego „tomu” w każdej ze swoich komórek zamiast typowych dwóch.

Natomiast samica błonkówek jest pod tym względem normalna - ma ojca i zwyczajny podwójny zestaw chromosomów we wszystkich swoich komórkach. To, czy samica rozwinie się w robotnicę, czy w królową, nie zależy od jej genów, ale od sposobu pielęgnacji. Innymi słowy, każda samica ma zarówno kompletny zestaw genów potrzebnych do stworzenia królowej, jak i komplet konieczny do stworzenia robotnicy (czy też raczej komplety

genów na stworzenie każdej z wyspecjalizowanych kast: robotników, żołnierzy itd.). Włączenie określonych zestawów genów uzależnione jest od sposobu opieki nad samicą, a w szczególności od rodzaju otrzymywanego pokarmu.

W ogólnych zarysach tak to mniej więcej wygląda, choć oczywiście szczegółowy opis bardzo by ten obraz skomplikował. Nie wiemy, dlaczego wyewoluował tak niezwykle system rozmnażania płciowego. Bez wątplenia istniały po temu racjonalne powody, chwilowo jednak potraktujmy to po prostu jako zadziwiający fakt z życia błonkówek. Obojętnie jaki jest pierwotny powód tej osobliwości, zaburza ona klarowność reguł obliczania współczynnika spokrewnienia podanych w rozdziale 6. Albowiem u błonkówek wszystkie plemniki pochodzące od danego samca są dokładnie takie same, a nie każdy inny - jak u nas. Samiec ma tylko pojedynczy zestaw genów we wszystkich komórkach swojego ciała. Każdy plemnik musi więc otrzymać pełny zestaw jego genów, a nie ich 50-procentową reprezentację, toteż wszystkie plemniki wyprodukowane przez danego samca są identyczne. Spróbujmy teraz policzyć spokrewnienie pomiędzy matką a synem. Jeśli wiadomo, że syn ma gen A, to jakie są szanse, że matka ma go również? Odpowiedź musi brzmieć: 100 procent, albowiem samiec nie ma ojca i wszystkie swoje geny otrzymał od matki. Ale jeśli jakiś gen, powiedzmy B, ma królowa, to szanse, że ma go także jej syn, wynoszą tylko 50 procent, ponieważ on ma tylko połowę jej genów. Brzmi to jak sprzeczność, ale nią nie jest. Samiec otrzymuje wszystkie swoje geny od matki, jednak matka daje synowi tylko połowę swoich genów. Rozwiązanie tego pozornego paradoksu leży w tym, że samiec ma jedynie połowę zwykłej liczby genów. Łamanie sobie głowy, czy „prawdziwy” współczynnik spokrewnienia wynosi $1/2$ czy 1 , jest bezcelowe. Współczynnik jest tylko miarą stworzoną przez człowieka, a jeśli w jakiejś sytuacji stwarza nam kłopoty, możemy nie brać go pod uwagę i w wyliczeniach oprzeć się na zasadach podstawowych. Z punktu widzenia genu A znajdującego się w ciele królowej szansa, że gen ten ma też jej syn, wynosi $1/2$, podobnie jak dla córki. Z punktu widzenia królowej jej potomstwo obojga płci jest więc z nią spokrewnione równie blisko jak ludzkie dzieci ze swoją matką.

Dopiero gdy przechodzimy do siostr, zaczyna się robić ciekawie. Rodzone siostry nie dość, że mają wspólnego ojca - dwa plemniki, którymi je splodzone, były gen w gen identyczne. Pod względem genów ojcowskich siostry są więc jak jednojajowe bliźniaczki. Jeśli jedna z nich ma gen A, musiała otrzymać go albo od ojca, albo od matki. Jeśli dostała go od matki, istnieje 50-procentowa szansa, że jej siostra ma go również. Ale jeśli dostała go od ojca, szansa na to, że gen ten ma również jej siostra, wynosi 100 procent. U błonkówek spokrewnienie między rodzonymi siostrami wynosi więc nie $1/2$ jak u zwierząt o typowym sposobie determinacji płci, ale $3/4$.

Wynika z tego, że samica błonkówek jest bardziej spokrewniona ze swoimi rodzonymi siostrami niż ze swym potomstwem płci obojga.* Hamilton uświadomił nam (choć on sam wyraził to trochę inaczej), że fakt ten może predysponować samicę do hodowania swojej własnej matki jako wydajnej maszyny produkującej siostry. Gen na zlecenie produkcji siostr będzie pomnażał się szybciej niż gen na samodzielną produkcję potomstwa. W następstwie tego wyewoluowała bezpłodność robotnic. Zapewne nie jest przypadkiem, że prawdziwe społeczności owadów, w których robotnicy są bezpłodni, wyewoluowały w rzędzie błonkówek co najmniej jedenaście razy niezależnie i tylko raz u całej reszty królestwa zwierząt - u termitów.

W rozumowaniu tym jest jednak słaby punkt. By robotnice mogły z powodzeniem hodować swoją matkę w charakterze wytwórni ich siostr, muszą jakoś ukrócić jej naturalną tendencję do równoczesnej produkcji w równej liczbie także ich młodszych braci. Z punktu widzenia robotnicy szansa na to, by jej brat miał dowolny jej gen wynosi

tylko 1/4. Gdyby więc pozwolić królowej na produkcję płodnych samców i samic w równych proporcjach, hodowla taka nie byłaby z punktu widzenia interesów robotnic intratna. Ich drogocenne geny byłyby rozprzestrzeniane w sposób daleki od optymalnego.

Trivers i Hare doszli do przekonania, że robotnice będą próbowały nagiąć proporcję płci na korzyść samic. Zmodyfikowali wyliczenia Fishera dotyczące optymalnej proporcji płci (które analizowaliśmy w poprzednim rozdziale) tak, by przystosować je do szczególnego przypadku owadów błonkoskrzydłych. Po dokonaniu obliczeń okazało się, że stabilna proporcja inwestycji matczynej wynosi jak zwykle 1:1. Ale stabilna proporcja dla siostry wynosi 3:1 na korzyść sióstr. Oznacza to, że jeśli się jest samicą błonkówki, najskuteczniejszą metodą rozprzestrzeniania swoich genów będzie powstrzymanie się od rozrodu i sprawienie, by własna matka dostarczała płodnych sióstr i braci w proporcji 3:1. Jeśli jednak jest się już zmuszonym do rodzenia dzieci osobiście, własne geny korzystają najbardziej, jeśli ma się płodnych synów i córki w równych proporcjach.

Jak stwierdziliśmy, różnica między królowymi a robotnicami nie jest zapisana w genach. Larwa samicy może być przeznaczona albo do roli robotnicy, której geny „chcą” proporcji płci 3:1, albo do roli królowej, która „chce” proporcji 1:1. Cóż więc to „chcenie” może oznaczać? To mianowicie, że gen, który znajdzie się w ciele królowej, będzie się rozprzestrzeniał najsprawniej, jeśli ciało to zainwestuje po równo w płodnych samców i samice. Lecz ten sam gen, znalazłszy się w ciele robotnicy, rozprzestrzeni się najskuteczniej, jeśli sprawi, by matka tego ciała urodziła więcej córek niż synów. Tak naprawdę, nie ma tu paradoksu. Gen musi robić jak najlepszy użytek z możliwości, jakie w danej chwili ma do swojej dyspozycji. Jeśli nadarzy mu się okazja wpływania na rozwój ciała, którego przeznaczeniem jest stać się królową, optymalna strategia służąca wykorzystaniu tej sytuacji będzie inna niż wtedy, gdy trafi mu się sposobność wpływania na rozwój robotnicy.

Oznacza to, że na farmie hodowlanej zaznacza się konflikt interesów. Królowa „stara się” inwestować po równo w samców i samice. Robotnice próbują zmodyfikować proporcje płodnych osobników tak, by na trzy samice przypadał tylko jeden samiec. Jeśli mamy rację przedstawiając robotnice jako hodowców, a królową jako ich kłacz zarodową, to robotnicom powinno udać się wymusić proporcję 3:1. Jeśli zaś, zgodnie ze swoim tytułem, rządzi królowa, a robotnice są jej niewolnikami i posłusznymi opiekunami królewskich żłobków, wtedy powinniśmy się spodziewać „preferowanej” przez nią proporcji 1:1. Któż więc wygrywa w tym szczególnym przypadku walki pokoleń? Problem ten można skonfrontować z rzeczywistością i właśnie tego dokonali Trivers i Hare, analizując wiele gatunków mrówek.

Interesuje nas proporcja płodnych samców do płodnych samic. Są to duże uskrzydłone formy, które co pewien czas wydostają się całymi chmarami z mrowisk, by odbyć lot godowy, po którym młode królowe próbują założyć nowe kolonie. By ocenić proporcję płci, policzyć trzeba właśnie te uskrzydłone formy. Trzeba mieć przy tym na uwadze, że u wielu gatunków płodne samce i samice bardzo się różnią rozmiarami. To wprowadza pewne komplikacje, ponieważ - jak dowiedzieliśmy się w poprzednim rozdziale - obliczenia Fishera dotyczące optymalnej proporcji płci odnoszą się, ściśle rzecz biorąc, nie do liczby samców i samic, ale do wielkości inwestycji ulokowanych w samcach i w samicach. Trivers i Hare uwzględnili ten czynnik ważąc je. Wybrali 20 gatunków mrówek i oszacowali proporcję płci wyrażoną poprzez inwestycję w płodne osobniki. Otrzymali wartość dość przekonująco bliską proporcji 3:1 samic do samców, którą przewiduje teoria wskazująca na robotnice jako stronę aktywną, kierującą dla własnych korzyści przebiegiem wydarzeń.* A zatem, jak się wydaje, u badanych mrówek w

konflikcie interesów wygrywają robotnice. Nie dziwi to zbytnio, jeśli wziąć pod uwagę, że ciała robotnic będących strażnikami wylęgarni mają w praktyce większą władzę niż ciała królowych. Posunięcia genów, próbujących manipulować światem poprzez ciała królowych, mogą być obrócone wniwecz przez działania genów manipulujących światem poprzez ciała robotnic. Interesujące byłoby wyszukanie takich szczególnych warunków, w których można by się spodziewać, że królowe będą miały więcej rzeczywistej władzy niż robotnice. Trivers i Hare doszli do przekonania, że takie warunki, nadające się do wykorzystania jako kontrola poprawności teorii, rzeczywiście istnieją.

Znane są mianowicie pewne gatunki mrówek, które polują na niewolnice. Robotnice tych gatunków albo w ogóle nie pracują, albo idzie im to nieskładnie. Jedyne, co potrafią robić dobrze, to polowanie na niewolnice. Prawdziwe działania wojenne, w których wielkie wrogie armie toczą śmiertelne boje, spotyka się tylko wśród ludzi i owadów społecznych. U wielu gatunków mrówek istnieje wyspecjalizowana kasta robotnic zwanych żołnierzami, uzbrojonych w straszliwe zuwaczki i poświęcających swój czas walce w obronie kolonii przeciwko innym armiom mrówek. Jednym z rodzajów wojennego rzemiosła są właśnie polowania na niewolnice. Łowczynie niewolnic przypuszczają atak na gniazdo mrówek należących do innego gatunku, uśmiercają broniące go robotnice lub żołnierzy, po czym zabierają nie wyklute jeszcze poczwarki. Młode mrówki wyklute z poczwarek w gnieździe swoich ciemniczków nie zdają sobie sprawy, że są w niewoli i przystępują do pracy zgodnie z programami wbudowanymi w ich układ nerwowy, wypełniając wszystkie obowiązki, jakie normalnie wykonywałyby w swoim własnym gnieździe. Robotnice, czy raczej żołnierze, gatunku polującego na niewolnice udają się na następne ekspedycje, podczas gdy niewolnice pozostają w domu i zajmują się codziennymi obowiązkami prowadzenia mrowiska, utrzymywania go w czystości, zaopatrywania w żywność i opieki nad potomstwem.

Niewolnice żyją rzeczą jasną w błogiej nieświadomości faktu, że nie są spokrewnione z królową ani z dziatwą, której doglądają. Nieświadomie wychowują nowe zastępy łowczyń niewolnic. Bez wątpienia dobór naturalny działający na geny gatunków stających się ofiarami niewolnictwa faworyzuje przystosowania, które by temu przeciwdziałały. Najwyraźniej nie są one jednak w pełni skuteczne, jako że niewolnictwo jest zjawiskiem szeroko rozpowszechnionym.

Cóż jednak interesującego wynika z tego faktu dla naszych rozważań? Otóż królowa gatunku polującego na niewolnice ma teraz sposobność do modyfikacji proporcji płci w kierunku, który ona „preferuje”. Albowiem jej własne rodzone dzieci - łowczynie niewolnic - nie sprawują już kontroli nad żłobkami. Funkcję tę przejęły niewolnice. Te zaś, „myśląc”, że opiekują się własnym rodzeństwem, czynią przypuszczalnie wszystko, co należałoby czynić w ich własnym mrowisku, by osiągnąć pożądaną przez nie proporcję 3:1 na korzyść siostr. Jednak królowa gatunku polującego na niewolnice może temu skutecznie przeciwdziałać i nie ma żadnego doboru działającego na niewolnice, który neutralizowałby te przeciwdziałania, ponieważ niewolnice są całkowicie nie spokrewnione z piastowanym potomstwem.

Przypuśćmy na przykład, że królowe jakiegoś gatunku mrówek „próbują” uchronić przed rozpoznaniem jaja zawierające męskie zarodki, sprawiając, że pachną tak samo jak jaja z żeńskimi zarodkami. Dobór naturalny faworyzowałby naturalnie zdolność robotnic do „rozpoznawania” jaj mimo takiego kamuflażu. Możemy wyobrazić sobie zmagania ewolucyjne, w których królowe ciągle „zmieniają kod”, a robotnice go „łamią”. Zwycięsko wyjdzie z nich ten, komu uda się przekazać następnemu pokoleniu więcej swoich genów w ciałach płodnych osobników. Na

ogół, jak już stwierdziliśmy, są nimi robotnice. Gdy jednak królowa gatunku parającego się łowieniem niewolnic zmieni kod, zniewolone robotnice nie mogą wykształcić umiejętności złamania tego kodu - żaden bowiem gen na „łamanie kodu” obecny w zniewolonej robotnicy nie ma swojej kopii w ciele płodnego osobnika, toteż nie zostanie przekazany. Wszystkie osobniki płodne należą do gatunku polującego na niewolnice i są spokrewnione z królową, ale nie z niewolnicami. Geny niewolnic mogą trafić jedynie do tych osobników płodnych, które wyfrunęły z ich własnego rodzinnego gniazda. Zniewolone robotnice będą więc trudziły się, jeśli już, łamaniem nie tego kodu, co trzeba! Tak więc królowe gatunku polującego na niewolnice mogą bezkarnie zmieniać kod, bez obawy, że w następnym pokoleniu mogłyby się rozprzestrzenić geny na jego złamanie.

Wniosek jaki płynie z tego dość zagmatwanego wywodu jest taki, że u gatunków polujących na niewolnice mamy prawo oczekiwać, iż proporcja inwestycji w osobniki płodne obu płci będzie zbliżona raczej do 1:1 niż do 3:1. Tutaj bowiem królowa ma możliwość zarządzania wszystkim po swojemu. I to właśnie stwierdzili Trivers i Hare, choć badaniom poddali tylko dwa gatunki polujące na niewolnice.

Nie będę ukrywał, że swój wywód przeprowadziłem w sposób wyidealizowany. Rzeczywistość nie jest tak klarowna i uporządkowana. Pszczoła miodna chociażby, najlepiej znany gatunek owada społecznego, robi coś, co z pozoru jest poważnym błędem. Inwestuje bowiem znacznie więcej w samców niż w królowe - co wydaje się nie mieć sensu zarówno z punktu widzenia robotnic, jak i królowej matki. Pewne wyjaśnienie tej zagadki zaproponował Hamilton. Zwrócił on uwagę, że gdy młoda królowa opuszcza ul, towarzyszy jej wielki rój robotnic potrzebnych, by założyć nową kolonię. Robotnice te są stracone dla macierzystego ula i koszt ich wyprodukowania musi być uwzględniony w całkowitych kosztach rozmnażania: dla każdej odchodzącej królowej wyprodukować trzeba wiele dodatkowych robotnic. Inwestycję w te robotnice powinno się liczyć jako część inwestycji w płodne samice. Przy wyliczaniu proporcji płci te dodatkowe robotnice powinny być położone na szali przeciwnej do samców. Jak się więc w końcu okazało, nie była to dla teorii zbyt poważna trudność.

Znacznie bardziej przykrą skazą na jej doskonałości jest fakt, że u niektórych gatunków młoda królowa w czasie swojego lotu godowego kopuluje z kilkoma samcami zamiast z jednym. Oznacza to, że przeciętne spokrewnienie pomiędzy jej córkami jest mniejsze niż $3/4$ i w skrajnych przypadkach może być nawet bliskie $1/4$. Kusząca byłaby myśl, choć, być może, nie całkiem logiczna, że jest to podstępny cios zadany robotnicom przez królowe! Sugerowałoby to, nawiasem mówiąc, konieczność pilnowania przez robotnice obyczajności królowej w czasie jej lotu godowego, by zapobiec więcej niż jednej kopulacji. W żaden jednak sposób nie pomogłoby to własnym genom robotnic, a jedynie genom ich następnych pokoleń. Wśród klasy robotnic brak jest jednak ducha solidarności. Jedyne, co każda z nich ma na względzie, to własne geny. Robotnica mogłaby „chcieć” służyć za przyzwoitkę własnej matce, ale nie miała takiej sposobności, gdyż nie była jeszcze wtedy poczęta. Młoda królowa udająca się w lot godowy jest siostrą, a nie matką aktualnego pokolenia robotnic. Toteż trzymać one będą raczej jej stronę, a nie stronę następnego pokolenia robotnic, które są tylko ich siostrzenicami. W głowie mi się od tego wszystkiego kręci, najwyższy więc czas, by zamknąć już rozważania na ten temat.

Na określenie działań robotnic wobec swoich królowych użyłem określenia „hodowla”. Jest to naturalnie hodowla genów. Robotnice wykorzystują swoją matkę jako wytwórnice kopii swoich genów, która robi to wydajniej niż one same. Geny schodzą z taśmy produkcyjnej w opakowaniach, zwanych płodnymi osobnikami. Nie należy mylić tej hodowlanej analogii z hodowlą w znaczeniu dosłownym, jaką prowadzą owady społeczne. Owady

społeczne dokonały bowiem tego samego odkrycia, które znacznie później uczynił człowiek - mianowicie, że uprawa pożywienia może być znacznie wydajniejsza niż polowanie i zbieractwo.

Kilka gatunków mrówek Nowego Świata, a także - zupełnie niezależnie - afrykańskie termity uprawiają tak zwane ogródki grzybowe. Najlepiej znane pod tym względem są południowoamerykańskie mrówki grzybiarki, zwane też parasolowymi. Są gatunkiem bardzo ekspansywnym i dobrze prosperującym. Spotykano pojedyncze kolonie liczące więcej niż dwa miliony osobników. Ich gniazda składają się z rozległych podziemnych kompleksów przejść i galerii, sięgających w głąb ziemi na trzy i więcej metrów, których budowa wymagała wydobywania aż 40 ton ziemi. W podziemnych komorach mieszczą się plantacje grzybów. Mrówki specjalnie obsadzają określonym gatunkiem grzyba kompostowe rabatki, specjalnie do tego celu przygotowane z rozdrobnionych żuwaczkami liści. Zamiast gromadzić pożywienie bezpośrednio dla siebie, zbierają liście, by robić zeń kompost. „Apetyt” na liście kolonii mrówek parasolowych jest isticie gargantuiczny. Czyni to z nich szkodniki przynoszące poważne straty ekonomiczne, liście nie są jednak pokarmem dla nich, lecz dla ich grzybów. Mrówki zbierają potem grzyby i je zjadają, a także karmią nimi potomstwo. Grzyby skuteczniej rozkładają tkankę liściową, niż zrobiłyby to żołądki mrówek, toteż układ taki jest dla mrówek korzystny. Możliwe, iż grzyby, mimo że stanowią pokarm, również na tym korzystają. Mrówki roznoszą je znacznie skuteczniej, niż mógłby tego dokonać ich własny system rozsiewania zarodników. Co więcej, mrówki „pielą” plantacje grzybowe, uwalniając je od obcych gatunków grzybów. Pozbycie się konkurencji jest zapewne odnoszoną przez udomowione odmiany korzyścią. Można by rzec, że między mrówkami a grzybami istnieje wzajemna altruistyczna zależność. Bardzo podobny system hodowli grzybów powstał niezależnie u całkowicie niespokrewnionych z mrówkami termitów, co jest godne uwagi.

Mrówki mają nie tylko swoje rośliny uprawne, ale i zwierzęta domowe. Mszyce i tym podobne owady wyspecjalizowały się w wysysaniu soków roślinnych. Ich sprawność w pompowaniu soków roślinnych przewyższa ich własne zapotrzebowanie pokarmowe. W rezultacie wydzielają ciecz, która wciąż jest bogata w składniki odżywcze. Kropelki słodkiej „spadzi” wydostają się z ich odwłoków w bardzo szybkim tempie, czasem w ciągu godziny wypływa jej więcej, niż wynosi całkowita masa owada. Spadź zwykle opada na ziemię - być może, była tym opatrnościowym pokarmem, znanym ze Starego Testamentu jako „manna”. Może jednak być przechwytywana przez mrówki, gdy tylko wydostanie się z owada. Mrówki „doją” mszyce, uderzając tylne części ich ciał czułkami i odnóżami, mszyce zaś odpowiednio na to reagują. Czasem zdają się wstrzymywać wypływ cieczy, dopóki mrówka ich nie dotknie, a nawet wsysają kroplę z powrotem, jeśli mrówka nie jest jeszcze gotowa, by ją odebrać. Sugerowano, że odwłok niektórych mszyc wyewoluował tak, by z wyglądu i w dotyku przypominał głowę mrówki, co tym skuteczniej przyciąga te owady. Korzyścią, jaką w tym układzie odnoszą mszyce, jest najprawdopodobniej obrona przed ich naturalnymi wrogami. Wiodą bezpieczny żywot na podobieństwo naszego bydła mlecznego, toteż gatunki mszyc, które na ogół są hodowane przez mrówki, utraciły swoje wrodzone umiejętności obronne. W niektórych przypadkach mrówki przechowują jaja mszyc w swoich podziemnych gniazdach, potem karmią młode mszyce, by w końcu, gdy te dorosną, delikatnie zanieść je na chronione przez siebie pastwiska.

Związki, których wynikiem są wzajemne korzyści odnoszone przez członków odrębnych gatunków, noszą nazwę mutualizmu lub symbiozy. Przedstawiciele różnych gatunków często mają sobie nawzajem wiele do zaoferowania, ponieważ mogą w partnerstwo wnieść odmienne „sprawności”. Może to zaowocować stabilnymi ewolucyjnie strategiami wzajemnej współpracy. Mszyce mają narząd gębowy odpowiedni do tego, by wysysać sok

roślin, ale tego typu narządy gębowe nie nadają się do obrony. Mrówki kiepsko wysysają sok z roślin, dobrze za to potrafią walczyć, toteż geny na hodowanie i obronę mszyc były preferowane w pulach genowych mrówek. Natomiast geny mszyc na współpracę z mrówkami były preferowane w pulach genowych mszyc.

Zależności symbiotyczne przynoszące wzajemne korzyści są powszechne wśród roślin i zwierząt. Porost wydaje się na pierwszy rzut oka rośliną taką samą jak każda inna. W rzeczywistości jednak jest bardzo ścisłym symbiotycznym związkiem między grzybem a glonem. Żaden z partnerów nie mógłby się bez drugiego utrzymać przy życiu. Gdyby ich związek stał się choć trochę ściślejszy, już pewnie w ogóle nie moglibyśmy stwierdzić, że na porost składają się dwa organizmy. Może to skłaniać do przypuszczeń o istnieniu także i innych organizmów, których dwu- lub wieloskładnikowość uszła naszej uwadze. Może nawet my sami do nich należymy?

Wewnątrz każdej z naszych komórek znajdują się liczne małe ciała zwane mitochondriami. Są one fabrykami chemicznymi odpowiedzialnymi za dostarczanie większości potrzebnej nam energii. Gdybyśmy stracili nasze mitochondria, zginęlibyśmy w ciągu paru sekund. Rozważano ostatnio możliwość, że mitochondria były pierwotnie symbiotycznymi bakteriami, które bardzo wcześnie w przebiegu ewolucji połączyły swe siły z komórkami takiego typu, jakie obecnie wchodzi w skład naszych ciał. Podobne sugestie wysuwano też wobec innych ciałek wypełniających nasze komórki. Jest to jedna z tych rewolucyjnych idei, których zaakceptowanie wymaga czasu, ale na które pora właśnie nadeszła. Rozmyślam również nad tym, że przyjdzie nam pogodzić się z ideą jeszcze radykalniejszą, a mianowicie, że jednostką uczestniczącą w symbiozie jest każdy z naszych genów. My zaś jesteśmy gigantycznymi koloniami symbiotycznych genów. Trudno doprawdy mówić o dowodach na poparcie tej idei, ale jak już wskazywałem we wcześniejszych rozdziałach, nie ma w rzeczywistości znaczenia, jak wyobrażamy sobie mechanizm działania genów w rozmnażających się płciowo gatunkach. Idąc dalej tym tropem, wirusy mogłyby z kolei zostać uznane za geny, które wyrwały się na wolność z takich jak my „kolonii”. Wirusy składają się z czystego DNA (lub podobnej samoreplikującej się cząsteczki), zamkniętego w otoczce białkowej. Są absolutnymi pasożytami. Sugeruje się, że wyewoluowały ze „zbuntowanych” genów, które wydostały się na wolność i teraz podróżują od ciała do ciała już nie typowymi pojazdami - plemnikami i jajami - lecz przenoszą się bezpośrednio w powietrzu. Jeśli to prawda, to równie dobrze moglibyśmy za kolonie wirusów uważać także siebie samych! Rozróżnialibyśmy wśród nich takie, które symbiotycznie współpracują i podróżują od ciała do ciała w plemnikach i jajach. I te są klasycznymi „genami”. Inne zaś prowadzą pasożytniczy tryb życia i podróżują w każdy dostępny im sposób. Pasożytniczy DNA podróżujący za pośrednictwem plemników i jaj tworzy, być może, ten „paradoksalny” nadmiar DNA, o którym wspominałem w rozdziale 3. Lecz jeśli podróżuje w powietrzu, otrzymuje nazwę „wirusa” w typowym znaczeniu tego słowa.

W przyszłości przyjdzie jeszcze pora na podjęcie tych spekulacji. Obecnie interesuje nas symbioza na wyższym poziomie - zachodząca między organizmami wielokomórkowymi, a nie w nich samych. Słowo „symbioza” jest zwyczajowo stosowane dla określania związków pomiędzy przedstawicielami różnych gatunków. Lecz teraz, gdy odrzuciliśmy spojrzenie na ewolucję z punktu widzenia „dobra gatunku”, brak, jak się wydaje, logicznych przesłanek, by odróżniać zależności występujące między członkami różnych gatunków od tych, które zawiązują się między przedstawicielami tego samego gatunku. Mówiąc najogólniej, związki tworzone dla osiągnięcia wzajemnych korzyści będą ewoluowały wtedy, gdy profit każdego z partnerów będzie większy od wniesionego wkładu. Zasada ta ma zastosowanie zarówno do członków tego samego stada hien, jak i do stworzeń tak odmiennych, jak mrówki i

mszyce, czy pszczoły i kwiaty. W praktyce trudne może się natomiast okazać odróżnienie przypadków autentycznej obustronnej korzyści od przypadków wykorzystywania jednej ze stron przez drugą.

Teoretycznie łatwo sobie wyobrazić ewolucję związków opartych na wzajemnych korzyściach, o ile przysługi są sobie wyświadczane równocześnie, tak jak się to dzieje u partnerów tworzących porost. Problemy pojawiają się wtedy, gdy między oddaniem przysługi a rewanżem upływa pewien czas. Bowiem ten, który jako pierwszy był odbiorcą przysługi, może doznawać pokusy, by odmówić zrewanżowania się, gdy nadejdzie jego kolej. Rozwiązanie tego problemu jest interesujące i warte szczegółowego przedyskutowania. Najlepiej, jeśli posłużę się hipotetycznym przykładem.

Załóżmy, że na pewnym gatunku ptaka pasożytuje wyjątkowo nieprzyjemny rodzaj kleszcza, który roznosi groźną chorobę. Jak najszybsze usuwanie takich kleszczy jest wobec tego bardzo ważne. Ptak robi to zwykle samodzielnie podczas czyszczenia upierzenia. Na czubku głowy jest wszakże takie miejsce, którego nie może dosięgnąć własnym dziobem. Każdy z nas natychmiast znalazłby rozwiązanie tego problemu. Jeśli nie sposób dosięgnąć swojej głowy, cóż prostszego jak poprosić o to przyjaciela. Później, gdy pasożyty zaatakują jego głowę, można mu się będzie zrewanżować za jego dobry uczynek. Zarówno u ptaków, jak i u ssaków wzajemne iskanie się jest w istocie bardzo częste.

Intuicyjnie wyczuwamy sensowność tego układu. Każdy, kto jest obdarzony zdolnością przewidywania, zda sobie sprawę, że wchodzenie w układy wzajemnego świadczenia sobie usług jest podejściem rozsądnym. Lecz nauczyliśmy się już być czujnymi wobec czegoś, co intuicyjnie wydaje się rozsądne. Geny nie potrafią przewidywać. Czy wobec tego teoria samolubnych genów potrafi wyjaśnić wzajemne świadczenie sobie usług, inaczej mówiąc „altruizm odwzajemniony”, jeśli między dobrym uczynkiem a rewanżem upłynął jakiś czas? We wzmiankowanej już przeze mnie książce wydanej w 1966 roku Williams przedyskutował pokrótce ten problem. W ślad za Darwinem doszedł on do wniosku, że odroczone altruizm odwzajemniony może wyewoluować u gatunków, w których osobniki potrafią się nawzajem rozpoznawać. W 1971 roku Trivers poszedł jeszcze dalej. Kiedy o tym pisał, nie dysponował jeszcze pojęciem strategii ewolucyjnie stabilnej autorstwa Maynarda Smitha. Gdyby miał je do dyspozycji, zrobiłby, jak sądzę, z niego użytek, ponieważ jest ono naturalnym środkiem wyrażenia jego myśli. Zastosowanie tu przez niego idei Dylematu Więźnia - ulubionego problemu teorii gier - wskazuje, że jego myśli już wtedy biegły tym samym torem.

Załóżmy, że osobnik B ma pasożyta na czubku głowy. Osobnik A go od niego uwalnia. Po jakimś czasie pasożyt zaatakował głowę A. Ten stara się oczywiście odszukać B, gdyż spodziewa się, że B zrewanżuje mu się za jego dobry uczynek. Tymczasem B odwraca się na pięcie i odchodzi. B okazał się oszustem, osobnikiem, który korzysta z altruizmu innych, ale się nie rewanżuje lub robi to w stopniu niedostatecznym. Oszustom wiedzie się lepiej niż altruistom, ponieważ odnoszą korzyści nie ponosząc kosztów. Bez wątpienia koszt wiążący się z iskaniem głowy innego osobnika wydaje się niewielki w porównaniu z korzyściami, wynikającymi z usunięcia niebezpiecznego pasożyta, ale nie jest do pominięcia. Trzeba przecież wydatkować pewną ilość cennego czasu i energii.

Załóżmy, że osobniki wchodzące w skład populacji przyjmują jedną z dwóch strategii. Tak jak w analizach Maynarda Smitha nie chodzi nam o świadome strategie, ale nieświadome programy zachowań zdeterminowane przez geny. Strategie te nazwijmy strategiami frajera i oszusta. Frajerzy iskają każdego, kto tego potrzebuje, nie

wyróżniając nikogo. Oszuści przyjmują przejawy altruizmu od frajerów, ale sami nigdy nikogo nie iskają, nawet tych, którzy iskali ich wcześniej. Podobnie jak w przypadku jastrzębi i gołębi, przypiszmy im umowne punkty, jakie mogą zarobić. Dokładne wartości nie są tu istotne, byle tylko korzyść z bycia iskanym przewyższała koszt iskania. Jeśli pasożyty występują często, każdy frajer w populacji frajerów może liczyć na to, że będzie iskany równie często, jak iska on sam. Przeciętny zarobek frajera wśród innych frajerów jest więc dodatni. Faktycznie wiecie im się całkiem dobrze, toteż słowo „frajer” wydaje się tu nie na miejscu. Załóżmy jednak teraz, że w populacji tej pojawi się oszust. Będąc jedynym oszustem, może liczyć na iskanie przez wszystkich pozostałych, niczym się w zamian nie rewanżując. Jego przeciętny zarobek jest wyższy od przeciętnej dla frajera. Geny na oszustwo zaczną się więc szerzyć w populacji. Natomiast geny na bycie frajerem wkrótce wyginą. Niezależnie bowiem od występujących aktualnie w populacji proporcji strategii, oszustom zawsze będzie się wiodło lepiej niż frajerom. Rozważmy na przykład przypadek, gdy populacja składa się w 50 procentach z frajerów i w 50 procentach z oszustów. Przeciętny zarobek zarówno jednych, jak i drugich będzie mniejszy od zarobku osiąganego przez każdego osobnika w populacji złożonej w 100 procentach z frajerów. Wciąż jednak oszustom wieść się będzie lepiej, ponieważ uzyskują wszystko, co jest w danej sytuacji do zyskania, nic w zamian nie płacąc. Gdy udział oszustów sięgnie 90 procent, przeciętny zarobek osobnika będzie bardzo mały: wielu z nich, zarówno frajerów, jak i oszustów, będzie już wtedy umierać na skutek przenoszonej przez kleszcze infekcji. Ale w dalszym ciągu oszuści będą w lepszej sytuacji niż frajerzy. Nigdy nie nadejdzie taki moment, nawet gdyby populacja zmierzała ku wymarciu, w którym frajerom wiodłoby się lepiej niż oszustom. Gdyby więc istniały tylko te dwie strategie, nic, jak widać, nie mogłoby zapobiec wymarciu frajerów i, co wielce prawdopodobne, również całej populacji.

Lecz załóżmy teraz, że istnieje trzecia strategia o nazwie: pamiętliwy. Pamiętliwi iskają osobników sobie nie znanych oraz tych, którzy iskali ich poprzednio. Jeśli jednak ktoś ich oszuka, pamiętają ten incydent i chowają urazę, co przejawia się tym, że w przyszłości odmawiają iskania tego osobnika. W populacji złożonej z pamiętliwych i frajerów strategii te są nie do odróżnienia. Oba typy zachowują się altruistycznie wobec wszystkich innych i oba osiągają równie wysokie zyski. W populacji składającej się głównie z oszustów, pojedynczy pamiętliwy nie odniósłby sukcesu. Straciłby wiele energii, iskając większość spośród napotkanych osobników, gdyż upłynęłoby sporo czasu, nim nabrałby do nich wszystkich urazy. Jemu natomiast nikt w tym czasie nie rewanżowałby się iskaniem. Jeśli pamiętliwi są w populacji oszustów nieliczni, geny na pamiętliwość zanikają. W momencie jednak, gdy uda im się osiągnąć liczebność przewyższającą pewną wartość krytyczną, ich szanse na wzajemne spotkanie się będą już dostatecznie duże, by zrównoważyć wysiłek tracony na iskanie oszustów. Gdy to nastąpi, ich przeciętne zyski zaczną być wyższe od zarobków oszustów i ci w coraz szybszym tempie będą wymierać. Gdy oszuści będą już bardzo bliscy wyginięcia, szybkość ich wymierania ulegnie spowolnieniu i jako mniejszość mogą przetrwać jeszcze całkiem długo, albowiem szanse, by rzadko występujący oszust spotkał dwa razy tego samego pamiętliwego, są bardzo niskie. W rezultacie odsetek osobników żywiących urazę do danego oszusta będzie niewielki.

Cały ten wywód przedstawiłem tak, jakby następstwo zdarzeń było intuicyjnie oczywiste. W rzeczywistości wcale tak nie jest i by upewnić się, że intuicja mnie nie zmyliła, przeprowadziłem symulację komputerową. Strategia pamiętliwego istotnie okazała się strategią ewolucyjnie stabilną wobec frajerów i oszustów w tym sensie, że populacja złożona głównie z pamiętliwych nie jest podatna na inwazję ani frajerów, ani oszustów. Strategią ewolucyjnie stabilną jest jednak również oszust, ponieważ populacji złożonej głównie z nich nie grozi inwazja ani

pamiętliwych, ani frajerów. Populacja może więc osiąść w jednym z tych dwóch punktów stabilnych. Natomiast w długiej skali czasowej populacja mogłaby przeskakiwać od jednej strategii do drugiej. W zależności od rzeczywistych wielkości zysków - założenia przyjęte w symulacji były oczywiście czysto umowne - albo jeden, albo drugi ze stanów stabilnych będzie miał większą „strefę przyciągania” i większe będą szanse, że populacja będzie go osiągać. Warto, nawiasem mówiąc, zauważyć, że choć populacja oszustów jest bardziej zagrożona wyginięciem niż populacja pamiętliwych, w najmniejszym stopniu nie podważa to jej statusu strategii ewolucyjnie stabilnej. Jeśli w populacji ustali się strategia, która będzie ją prowadziła do wymarcia, to populacja wymrze, i po prostu mówi się: trudno.*

Śledzenie przebiegu symulacji komputerowej może być bardzo zajmujące. Zaczyna się od znacznej przewagi frajerów, niewielkiej liczby pamiętliwych, zaledwie trochę większej niż liczebność krytyczna, i mniej więcej takiej samej liczby oszustów. Z początku następuje gwałtowne załamanie populacji frajerów, będące skutkiem ich bezwzględnej wykorzystywania przez oszustów. Obserwujemy niepoohamowaną eksplozję populacji oszustów, osiągającą swój szczyt wraz ze śmiercią ostatniego frajera. Lecz oszuści muszą się jeszcze rozprawić z pamiętliwymi. Wraz z dramatycznym spadkiem liczby frajerów liczba pamiętliwych również stopniowo malała, zbierali oni bowiem ciągi od znakomicie prosperujących oszustów i z ledwością mogli przetrwać. Lecz gdy odszedł ostatni frajer i egoistyczna eksploatacja już nie uchodzi oszustom na sucho, liczba pamiętliwych zaczyna kosztem oszustów powoli rosnać. Wzrost liczebności pamiętliwych stopniowo nabiera tempa. Potem ostro przyspiesza, populacja oszustów zaś załamuje się. Gdy oszuści są już bliscy wymarcia, tempo spadku ich liczebności maleje, gdyż korzystają oni z przywileju rzadkości, co zapewnia im względną niezależność od pamiętliwych. Mimo to powoli i nieubłagane oszuści odchodzą w niebyt, a na placu boju jako jedyni pozostają pamiętliwi. Paradoksalne jest to, że na początku frajerzy są dla pamiętliwych wręcz zagrożeniem, ponieważ swoją obecnością przyczyniają się do przejściowych sukcesów oszustów.

A swoją drogą, taki wybrany przeze mnie hipotetyczny przykład szkodliwości braku iskania jest wielce prawdopodobny. U trzymanyh w odosobnieniu myszy na partiach głowy, których nie mogą same osiągnąć, pojawiają się nieprzyjemne rany. Natomiast myszy, które w innej serii doświadczeń trzymano w grupach, nie zapadały na tego rodzaju schorzenia, ponieważ lizały sobie nawzajem głowy. Tak więc myszy mogłyby się okazać dogodnym obiektem do eksperymentalnego przetestowania teorii altruizmu odwzajemnionego, czego wyniki mogłyby być interesujące.

Trivers przytacza szczególnie przykłady symbiozy ryb-czyścicieli. Znanych jest około pięćdziesięciu gatunków małych rybek i krewetek, których tryb życia polega na oczyszczaniu z pasożytów powierzchni ciała większych okazów i innych gatunków ryb. Korzyścią dużej ryby jest oczywiście pozbycie się pasożytów, czyściciel zaś ma dostęp do obfitego źródła pokarmu. Jest to związek typu symbiotycznego. Nierzadko duże ryby pozwalają czyścicielom wpłynąć w głąb swojej paszczy, by te wyczyściły im zęby z resztek pokarmu, a następnie wypłynąć przez skrzel, które również poddawane są zabiegom pielęgnacyjnym. Spodziewalibyśmy się, że duża ryba chytrze odczeka, aż czyściciel upora się z robotą, by go następnie połknąć. Najczęściej jednak pozwala czyścicielowi odpłynąć w spokoju. Jest to godny uwagi przykład pozornego altruizmu, jako że w wielu przypadkach czyściciel ma takie same rozmiary, jak typowa zdobycz obsługiwanej przez niego ryby.

Ryba-czyściciel odznacza się prążkowanymi wzorami i demonstrowuje charakterystyczny popis taneczny,

który umożliwia odróżnienie jej od innych ryb. Widząc małe rybki o odpowiednim układzie prążków, które zbliżają się wykonując odpowiednie płasy, duże ryby powstrzymują się od ich zjadania. Zamiast tego popadają w stan podobny do odrętwienia i zapewniają czyszcicielom swobodny dostęp do zewnętrznych i wewnętrznych partii swojego ciała. Będąc świadomym egoizmu genów trudno się dziwić, że pojawiają się oszuści wykorzystujący to w sposób bezwzględny. Znane są gatunki małych rybek, które wyglądają tak jak czyszciciele i tańczą w taki sam sposób, co zapewnia im możliwość bezpiecznego podejścia w pobliże dużej ryby. Gdy ta popada w oczekiwany stan odrętwienia, oszust, miast zająć się zdejmowaniem pasożytów, odgryza jej kawałek płetwy i pośpiesznie się oddala. Lecz pominiawszy tych oszustów, stosunki między czyszcicielami a ich klientelą przeważnie są przyjaźnielskie i stabilne. Zawód czyszciciela odgrywa ważną rolę w codziennym życiu społeczności rafy koralowej. Każdy czyszciciel ma własne terytorium i widywano duże ryby czekające w kolejce po usługę niczym klienci u cyrulika. W tym przypadku ewolucja odroczonego altruizmu odwzajemnionego możliwa była zapewne właśnie dzięki stałości lokalizacji terytorium czyszciciela. Dla dużej ryby korzyść wynikająca z możliwości wielokrotnego odwiedzania tego samego „cyrulika” zamiast ciągłych poszukiwań nowego równoważy zapewne koszt powstrzymania się od zjedzenia go. Nietrudno się z tym zgodzić, zważywszy na małe rozmiary czyszcicieli. Istnienie oszustów podszywających się pod czyszcicieli stanowi, być może, pośrednie niebezpieczeństwo dla autentycznych czyszcicieli, gdyż wywiera na duże ryby niewielką presję, by zjadać prążkowanych tancerzy. Przywiązanie do miejsca, przejawiane przez prawdziwych czyszcicieli, umożliwia klientom odszukanie ich i uniknięcie oszustów.

U człowieka pamięć i zdolność do rozpoznawania poszczególnych osobników jest bardzo dobrze rozwinięta. Moglibyśmy się więc spodziewać, że altruizm odwzajemniony odgrywał w naszej ewolucji znaczącą rolę. Trivers posuwa się w swoich sugestiach znacznie dalej. Uważa, że wiele z charakterystycznych dla ludzkiej psychiki uczuć - jak zawiść, poczucie winy, wdzięczność, współczucie itd. - zostało ukształtowanych przez dobór naturalny po to, by udoskonalić nasze umiejętności oszukiwania, wykrywania oszustw i unikania posądzeń o oszustwo. Szczególnie interesujący są „wyrafinowani oszuści”, którzy pozornie odwzajemniają się, ale którzy konsekwentnie dają w rewanżu mniej, niż otrzymują. Jest wręcz możliwe, że rozrośnięty mózg człowieka i jego predyspozycje do ścisłego, matematycznego rozumowania wyewoluowały jako narzędzie dla coraz bardziej przebiegłych oszustw i coraz bardziej wnikliwego wykrywania oszustw dokonywanych przez innych. Sformalizowanym nośnikiem naszego odroczonego altruizmu odwzajemnionego jest pieniądz.

Zastosowanie idei altruizmu odwzajemnionego do naszego własnego gatunku może być źródłem niekończących się, fascynujących spekulacji. Choć kusi mnie, by się w nich pograżyć, nie sądzę, bym robił to lepiej niż ktokolwiek inny, zostawię więc tę przyjemność czytelnikowi.

ROZDZIAŁ 11

MEMY: NOWE REPUKATORY

Jak dotąd człowiek nie był głównym obiektem moich rozważań, choć nigdy nie twierdziłem, że należy go z nich wykluczyć. Terminu „maszyna przetrwania” używałem po części dlatego, że słowo „zwierzę” nie obejmowałoby roślin, a dla wielu nie mieściłoby się w nim również ludzie. Wysuwane przeze mnie argumenty powinny dać się zastosować wprost do każdej istoty, jaka powstała drogą ewolucji. Jeżeli jakiś gatunek miałby być traktowany inaczej niż inne, musiałyby istnieć po temu istotne powody. Czy istnieją zatem istotne powody, by nasz własny gatunek uważać za wyjątkowy? Jestem przekonany, że tak.

Większość tego, co decyduje o wyjątkowości człowieka, kryje się w jednym słowie: „kultura”. Nie chodzi mi o elitarne, snobistyczne znaczenie tego słowa, ale takie, w jakim używa go naukowiec. Przekaz kulturowy, mimo że jest w zasadzie konserwatywny, może zarazem podlegać pewnej formie ewolucji. I to właśnie upodabnia go do przekazu genetycznego. Geoffrey Chaucer [Poeta angielski, nazywany ojcem poezji angielskiej, żyjący w XIV wieku (przyp. red.)] nie potrafiłby prowadzić rozmowy ze współczesnym Anglikiem, mimo iż łączy ich nieprzerwany łańcuch około dwudziestu pokoleń Anglików, z których każdy mógł porozumiewać się ze swoimi najbliższymi sąsiadami w łańcuchu jak ojciec z synem. Język bowiem „ewoluuje”, choć w sposób niegenetyczny, i to w tempie o całe rzędy wielkości szybszym niż ewolucja genetyczna.

Zjawisko transmisji kulturowej występuje nie tylko u człowieka. Najlepszy znany mi przykład, nie dotyczący naszego gatunku, został ostatnio zaobserwowany u żyjącego na wyspach u wybrzeży Nowej Zelandii kurobroda siodłatego, którego śpiewy badał P. F. Jenkins. Na jednej z tych wysp pełny repertuar obejmował dziewięć różnych pieśni. Każdy z samców wyśpiewywał tylko jedną lub najwyżej kilka z nich, można ich więc było poklasyfikować na grupy dialektyczne. Jedną z pieśni, nazwaną CC, śpiewała na przykład grupa złożona z ośmiu samców zajmujących sąsiadujące terytoria. Inne grupy śpiewały odmienne pieśni. Czasem członkowie grupy dialektycznej mieli więcej niż jedną wspólną, charakteryzującą ich pieśń. Porównując śpiew ojców i synów, Jenkins wykazał, że wybór określonych pieśni nie był dziedziczony genetycznie. Każdy z młodych samców mógł na drodze naśladownictwa przyswoić sobie pieśni od sąsiadów z pobliskich terytoriów w sposób analogiczny do tego, w jaki przyswajamy sobie ludzki język. Przez większość spędzonego na wyspie czasu Jenkins stwierdzał istnienie stałej liczby pieśni, rodzaj „puli standardów muzycznych” z której młody samiec wybierał sobie swój własny, mały repertuar. Lecz czasem Jenkinsowi zdarzała się rzadka okazja: był świadkiem „wynalezienia” nowej piosenki, w wyniku pomyłki w naśladownictwie. Oto jego słowa: „Nowe formy pieśni powstawały na różne sposoby: poprzez zmianę wysokości nuty, jej powtórzenie, łączenie nut i przez łączenie fragmentów innych, już istniejących piosenek (...) Pojawienie się nowej formy było zdarzeniem nagłym, a jego rezultat pozostawał niezmienny przez następnych kilka lat. Co więcej, w wielu przypadkach powstały wariant był precyzyjnie przekazywany w swojej odmienionej formie młodszym adeptom, co prowadziło do powstania wyraźnie wyróżniającej się spójnej grupy podobnych sobie śpiewaków”. Jenkins, pisząc o pojawianiu się nowych piosenek, używa określenia: „mutacje kulturowe”.

Pieśń u kurobroda siodłatego rzeczywiście ewoluuje, ale proces ten nie ma nic wspólnego z ewolucją genetyczną. Wśród ptaków i małą znaleźlibyśmy jeszcze więcej przykładów ewolucji kulturowej, ale wszystkie one są jedynie interesującymi osobliwościami. Dopiero nasz gatunek pokazał, czego ewolucja kulturowa potrafi

naprawdę dokonać. Język jest tu tylko jednym z wielu przykładów. Modne stroje, tradycje kulinarne, ceremonie i zwyczaje, sztuka i architektura, inżynieria i technologia, wszystkie te dziedziny powstawały w czasie historycznym w sposób, który przypomina przebiegającą w znacznym przyspieszeniu ewolucję genetyczną, ale który w rzeczywistości nie ma z nią nic wspólnego. Jednak, podobnie jak w ewolucji genetycznej, przemiany mogą mieć charakter postępowy. Można przecież powiedzieć, że współczesna nauka stoi na wyższym poziomie niż nauka starożytności. W miarę jak mijały stulecia, nasze rozumienie wszechświata nie tylko się zmieniało, ono stawało się coraz lepsze. Co prawda, obecna eksplozja postępu zapoczątkowana została zaledwie w okresie renesansu, a poprzedzona była posępnym okresem stagnacji, kiedy to kultura naukowa Europy zastygła w bezruchu na poziomie osiągniętym przez Greków. Lecz przecież, jak zauważyliśmy w rozdziale 5, ewolucja genetyczna może również przebiegać w postaci serii krótkich zrywów przedzielonych okresami stabilnych plateai.

Wielokrotnie wskazywano na analogie między ewolucją genetyczną a kulturą, czasami z całkiem niepotrzebnym mistycznym zabarwieniem. Szczególnie interesujące były objaśnienia analogii między postępem naukowym a ewolucją genetyczną drogą doboru naturalnego, przedstawione przez Sir Karla Poppera. Ja chciałbym pójść jeszcze dalej, wybierając kierunek, którym podążyli też między innymi: genetyk L. L. Cavalli-Sforza, antropolog F. T. Cloak i etolog J. M. Cullen.

Będąc entuzjastą darwinizmu, nie czułem się usatysfakcjonowany objaśnieniami zachowań człowieka oferowanymi przez innych podobnych mi entuzjastów. W rozmaitych atrybutach ludzkiej cywilizacji próbowali oni doszukać się „korzyści biologicznych”. Wierzenia plemienne uważano na przykład za mechanizm wzmacniający poczucie grupowej tożsamości, rzecz bardzo pożądaną dla gatunku, którego przedstawiciele polują zespołowo i muszą polegać na współpracy w chwytaniu dużej i szybkiej zdobyczy. Teorie takie często formułowane są w duchu - nie zawsze wyrażonej wprost - koncepcji doboru grupowego; jest jednak, jak sądzę, możliwe wyrażenie ich w kategoriach klasycznego doboru genowego. Zapewne znaczną część ostatnich kilku milionów lat człowiek spędził żyjąc w małych rodzinnych grupach. Wiele spośród podstawowych cech naszej psychiki i naszych skłonności ukształtował działający na nasze geny dobór krewniczy i dobór faworyzujący altruizm odwzajemniony. Pojęcia te w zupełności wystarczały przy omawianiu wcześniej analizowanych zagadnień, uważam jednak, że nie są w stanie sprostać ogromnemu wyzwaniu, jakie niesie ze sobą próba opisanie kultury i jej ewolucji, jak również olbrzymiego bogactwa jej odmian spotykanych na całym świecie - począwszy od bezwzględego egoizmu Ików w Ugandzie, opisywanego przez Colina Turnbulla, aż do łagodnego altruizmu Arapeshów, przybliżonego nam przez Margaret Mead. Sądzę, że musimy zacząć od nowa, cofnąwszy się aż do elementarnych założeń. Teza, którą chcę postawić, może się wydać zaskakująca, zwłaszcza w ustach autora wcześniejszych rozdziałów, twierdzą jednak, że aby pojąć ewolucję współczesnego człowieka, musimy przede wszystkim odrzucić gen jako jedyną podstawę naszego pojmowania ewolucji. Jestem entuzjastą darwinizmu i właśnie dlatego uważam, że darwinizm jest zbyt wielką teorią, by ograniczać jej zastosowanie jedynie do genu. W mojej tezie gen pojawi się jako analogia i nic ponadto.

Cóż jest w końcu w genach tak wyjątkowego? To mianowicie, że są replikatorami. Powszechnie uważa się, że prawa fizyki są jednakowe w całym dostępnym naszym obserwacjom wszechświecie. A czy podobne zasady, mające walor uniwersalnej stosowalności, istnieją też w biologii? Gdy w poszukiwaniu pozaziemskiego życia astronauty wyruszą do odległych planet, mogą się tam spodziewać spotkania istot tak dziwnych, że aż niewyobrażalnych. Czy istnieje jednak prawda właściwa każdemu życiu, niezależnie od tego, gdzie je znajdziemy i

jakie będą jego chemiczne podstawy? Jeśli istnieją formy życia, których chemia oparta jest na krzemie i amoniaku, a nie na węglu i wodzie, jeśli odkryjemy istoty umierające z gorąca w temperaturze -100°C , jeśli znajdziemy formę życia w ogóle nie opartą na reakcjach chemicznych, ale na reagujących na bodźce obwodach elektronicznych - czy wciąż będziemy mogli doszukać się jakiejś ogólnej zasady, prawdziwej dla każdego życia? Oczywiście nie mogę tego wiedzieć, ale gdybym zmuszony był się założyć, postawiłbym na jedną podstawową zasadę. Jest nią prawo, głoszące, że wszelkie życie ewoluuje na drodze zróżnicowanej przeżywalności replikujących się bytów.* Przypadkiem, dominującą na naszej planecie replikującą się jednostką został gen, cząsteczka DNA. Ale przecież mogą być i inne. Jeśli tak, to o ile spełnione będą pewne warunki, jest niemal pewne, że staną się one podstawą procesów ewolucyjnych.

Czy jednak dla znalezienia innych rodzajów replikatorów, a tym samym innych rodzajów ewolucji, musimy udawać się do odległych światów? Sądzę, że nowy rodzaj replikatora pojawił się właśnie na tej planecie. Co więcej, spotykamy się z nim twarzą w twarz. Wciąż jeszcze jest w powijkach, niezdarne unosząc się w swoim bulionie pierwotnym, ale pod względem osiąganego tempa przemian ewolucyjnych zostawia stare, zdyszane geny daleko w tyle.

Nowym bulionem jest bulion ludzkiej kultury. Dla nowego replikatora potrzebujemy nazwy, która zawierałaby pojęcie jednostki przekazu kulturowego, czy też jednostki naśladownictwa. Pasowałoby tu słowo „mimem” [mimesis - po grecku: naśladownictwo (przyp. red.)], gdyż wywodzi się z odpowiedniego greckiego rdzenia. Mnie jednak potrzebne jest słowo jednosylabowe, które choć trochę przypominałoby słowo „gen”. Mam nadzieję, że moi przyjaciele, którym bliska jest kultura klasyczna, wybaczą mi, jeśli słowo mimem skrócę do słowa mem.* Jeśli potrzebne byłoby jakieś dodatkowe uzasadnienie, słowo to można również uważać za spokrewnione z angielskim słowem memory (pamięć) lub francuskim merne (taki sam).

Przykładami memów są melodie, idee, obiegowe zwroty, fasony ubrań, sposoby lepienia garnków lub budowania łuków. Tak jak geny rozprzestrzeniają się w puli genowej, przeskakując z ciała do ciała za pośrednictwem plemników lub jaj, tak memy propagują się w puli memów, przeskakując z jednego mózgu do drugiego w procesie szeroko rozumianego naśladownictwa. Jeśli naukowiec przeczyta lub usłyszy jakiś dobry pomysł, przekazuje go kolegom i studentom. Wspomina o nim w artykułach i na wykładach. O propagowaniu się nośnej idei można powiedzieć wtedy, gdy przenosi się ona z mózgu do mózgu. N. K. Humphrey podsumował wstępną wersję tego rozdziału taką oto trafną uwagą: „(...)memy należy traktować jako struktury żywe nie tylko w sensie metaforycznym, ale i dosłownym.* Gdy wprowadzasz do mojego umysłu płodny mem, to tak jakbyś umieścił w nim pasożyta, wykorzystując mój mózg jako narzędzie do rozprzestrzeniania memu w dokładnie taki sam sposób, w jaki wirus podporządkowuje sobie aparat genetyczny komórki gospodarza. I nie jest to tylko kwestia sformułowań. Dajmy na to, mem na »wiarę w życie po śmierci« jest fizycznie urzeczywistniany po milionkroć jako struktura w układach nerwowych ludzi na całym świecie”.

Rozważmy ideę Boga. Nie wiemy, skąd się wzięła w puli memów. Przypuszczalnie powstała wiele razy na drodze niezależnych mutacji. W każdym razie z pewnością jest bardzo stara. W jaki sposób się replikuje? Słowem mówionym i pisany, wspomaganym przez wspaniałą muzykę i wielkie dzieła sztuki. Czemu ma tak wysoką przeżywalność? W tym przypadku „przeżywalność” nie jest oczywiście własnością genu w puli genów, ale memu w puli memów. Pytanie to znaczy w istocie tyle: co w idei Boga stanowi o tak wielkiej jej stabilności i zdolności do

penetrowania środowiska kulturowego? Zdolność przetrwania memu Boga w puli memów wynika z tego, że przemawia on bardzo silnie do psychiki. Udziela prawdopodobnie brzmiącej odpowiedzi na głębokie i dręczące pytania o sens istnienia. Zdaje się obiecywać, że niesprawiedliwości tego świata zostaną naprawione na tamym. „Nieśmiertelne zastępy” łagodzą dotkliwosc doczesnych niedostatków, i choć istnieją tylko w naszej wyobraźni, nie są przez to ani trochę mniej skuteczne, będąc w tym podobne do placebo podanego przez lekarza. Oto niektóre z powodów łatwości, z jaką idea Boga jest kopiowana przez mózgi kolejnych pokoleń. Bóg istnieje, przynajmniej jako mem o dużej zdolności przetrwania, czy też wybitnej zaraźliwości, w środowisku tworzonym przez kulturę człowieka.

Niektórzy z moich kolegów uważali powyższe wyjaśnienie zdolności przetrwania memu Boga za niedostateczne. Koniec końców zawsze chcą się dopatrzeć „korzyści biologicznych”. Powiedzenie, że idea Boga „silnie przemawia do psychiki”, im nie wystarcza. Chcą jeszcze wiedzieć, dlaczego. Jeśli coś przemawia do psychiki, to znaczy, że porusza umysły, a te ukształtował dobór naturalny genów w pulach genowych. Pytają więc o przyczynę, dla której posiadanie takiego umysłu zwiększa szanse przetrwania genu.

Mam dla tego podejścia wiele zrozumienia i nie wątpię o istnieniu korzyści genetycznych z posiadania umysłu właśnie takiego jak nasz. Niemniej uważam, że gdyby moi koledzy przyjrzeni się starannie podstawom własnych założeń, stwierdziliby, że i oni podobnie jak ja, przechodzą do porządku dziennego nad wieloma wątpliwościami. Zasadniczym powodem, dla którego słuszne jest wyjaśnianie zjawisk biologicznych w kategoriach korzyści odnoszonych przez geny, jest to, że geny są replikatorami. Od momentu, gdy bulion pierwotny zapewnił warunki, w których cząsteczki mogły wytwarzać swoje kopie, władzę przejęły replikatory. Przez ponad trzy tysiące milionów lat istniał w świecie tylko jeden liczący się replikator - DNA. Nie oznacza to jednak, że utrzyma on swój monopol przez cały czas. Gdy tylko zaistnieją warunki do powstawania kopii nowego rodzaju replikatorów, one z kolei znajdują się u władzy i zapoczątkują nową, własną i niezależną ewolucję. Rozpoczęta ewolucja w żadnej mierze nie musi być podporządkowana starej. Stara ewolucja, oparta na doborze genowym, tworząc mózgi doprowadziła tym samym do pojawienia się „bulionu”, w którym powstały pierwsze memy. W momencie pojawienia się memów zdolnych do samokopiowania wystartowała ich własna, znacznie szybsza ewolucja. Idea ewolucji genetycznej wrosła nam, biologom, tak głęboko w umysły, że skłonni jesteśmy zapominać, iż jest to tylko jeden z wielu możliwych jej typów.

Replikacja memów zachodzi na drodze szeroko rozumianego naśladownictwa. Lecz niektórym memom z puli memów replikacja udaje się lepiej niż innym, podobnie jak nie wszystkie zdolne do replikacji geny są pod tym względem jednakowo skuteczne. Istnieje więc coś w rodzaju doboru naturalnego. Wspominałem o pewnych konkretnych własnościach, które nadają memom wysoką zdolność przetrwania. Lecz w ogólności wszystkie one sprowadzają się do takich własności, o jakich mówiliśmy w rozdziale 2 przy okazji replikatorów: długowieczności, płodności i wierności kopiowania. Długowieczność dowolnej pojedynczej kopii memu jest zapewne stosunkowo mało istotna, podobnie jak długowieczność jednej kopii genu. Kopia pieśni Auld Lang Syne istniejąca w moim mózgu trwać będzie tylko do końca mojego życia.* Niewiele dłużej przetrwa zapewne jej kopia wydrukowana w moim egzemplarzu The Scottish Students Song Book. Spodziewam się jednak, że kopie tej melodii przetrwają na papierze i w umysłach ludzkich jeszcze przez wiele stuleci. Tak jak w przypadku genów, od trwałości poszczególnych kopii memu znacznie ważniejsza jest jego płodność. Jeśli mem jest ideą naukową, jego

rozprzestrzenianie się będzie zależało od tego, w jakim stopniu może być ona zaakceptowana przez populację naukowców. Przybliżoną miarę jej współczynnika przetrwania uzyskujemy podliczając, ile razy w kolejnych latach była cytowana w czasopiśmie naukowych.* Jeśli jest to popularna melodia, jej rozpowszechnienie w puli memów można oszacować na podstawie liczby osób pogwizdujących ją na ulicy. Jeśli jest to fason damskich butów, memetyk populacyjny może posłużyć się statystykami sprzedaży ze sklepów z obuwem. Niektóre memy, tak jak pewne geny, osiągają krótkotrwałe olśniewające sukcesy błyskawicznie się rozprzestrzeniając, równie jednak szybko znikają z puli memów. Przykładami są tu popularne melodie albo buty na szpilkach. Inne zaś, jak choćby prawa religii żydowskiej, mogą trwać nie zmienione przez tysiące lat, najczęściej dzięki temu, że słowo pisane może w sprzyjających warunkach przetrwać bardzo długo.

To zbliża mnie do trzeciej z podstawowych cech, jakimi powinny odznaczać się skuteczne replikatory: do wierności kopiowania. I tu, muszę przyznać, czuję, że zaczynam stąpać po niepewnym gruncie. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że memy w ogóle tej cechy nie mają. Naukowiec, który posłyszawszy jakąś ideę chce ją komuś zrelacjonować, zawsze skłonny jest podać ją w postaci nieco zmodyfikowanej. Nie ukrywałem, że wiele z zawartych w mojej książce idei jest autorstwa R. L. Triversa. Nie przytaczałem ich jednak jego słowami. W zależności od potrzeb dowolnie nimi manipulowałem, przemieszczając ich punkty ciężkości, stapiając je z ideami własnymi i innych ludzi. Memy są przekazywane w postaci zmodyfikowanej. Ani trochę nie przypomina to charakterystycznej dla genów transmisji typu: wszystko albo nic. Przekazywane memy zdają się podlegać bezustannym mutacjom i mieszaniu.

Możliwe jednak, że ten pozór płynności jest iluzoryczny i że analogia do genów nie ulega załamaniu. W końcu jeśli przyjrzymy się wielu cechom dziedzicznym, takim jak wzrost człowieka czy kolor jego skóry, to nie wskazują one na działanie niepodzielnych i nie mieszających się ze sobą genów. Potomstwem związku, w którym jedno ma jasną skórę, a drugie ciemną, będą dzieci koloru pośredniego, a nie białe albo czarne. Lecz przecież nie oznacza to, że odpowiedzialne za to geny są podzielne. O kolorze skóry decyduje po prostu bardzo wiele genów, przy czym udział każdego z nich w determinowaniu tej cechy jest niewielki, co sprawia wrażenie, że mieszają się ze sobą. Jak dotąd milcząco zakładałem, że definicja pojedynczego memu jest dla każdego oczywista. Lecz naturalnie jest ona daleka od oczywistości. Za pojedynczy mem uznałem melodię. W takim razie, ile memów zawiera symfonia? Czy memem jest każda jej część, każda dająca się wyróżnić fraza, każdy takt, każdy akord, czy może jeszcze coś innego?

Do pomocy przywołam ten sam chwyt werbalny, którego użyłem w rozdziale 3. Podzieliłem wtedy „kompleks genowy” na duże i małe jednostki genetyczne i na jednostki wewnątrz jednostek. „Gen” nie został wtedy zdefiniowany ściśle i jednoznacznie, lecz w sposób intuicyjny jako odcinek chromosomu odznaczający się wiernością kopiowania na tyle wysoką, by być użyteczną jednostką doboru naturalnego. Jeśli pojedyncza fraza z dziewiątej symfonii Beethovena wystarczająco się wyróżnia i na tyle mocno potrafi wryć się w pamięć, by można ją wydobyć z całej symfonii i użyć jako sygnału wywoławczego irytująco natrętnej europejskiej stacji radiowej, to w takim razie zasługuje ona na miano pojedynczego memu. Nawiasem mówiąc, fakt ten zmniejszył w znacznym stopniu moją zdolność do czerpania przyjemności ze słuchania tej symfonii.

Podobnie, gdy mówimy, że wszyscy biologowie są obecnie zwolennikami teorii Darwina, nie mamy na myśli tego, że w umyśle każdego biologa wyryta jest identyczna wierna kopia słów samego Karola Darwina. Każdy

interpretuje jego myśli na swój sposób. Zapewne nie poznał ich z lektury pism samego Darwina, ale autorów bliższych naszym czasom. Wiele z tego, co napisał Darwin jest w szczegółach błędne. On sam, czytając tę książkę, z trudem dopatrzyłby się w niej swojej oryginalnej teorii, choć mam nadzieję, że spodobałby mu się sposób, w jaki ją ująłem. Pomimo to jednak w głowie każdego, kto tę teorię rozumie, tkwi coś, co jest jakąś kwintesencją darwinizmu. Gdyby tak nie było, wtedy powiedzenie, że dwóch ludzi ma zgodne poglądy, nie znaczyłoby nic. „Mem idei” mógłby być zdefiniowany jako byt, który może zostać przekazany z jednego mózgu do drugiego. Mem teorii Darwina obejmowałby więc te najistotniejsze podstawy jego idei, które wspólne są wszystkim rozumiejącym ją umysłom. Z definicji nie wchodzi więc w skład memu różnice pojawiające się w sposobach przedstawiania tej teorii przez poszczególne osoby. Jeśli w teorii Darwina dałoby się wyróżnić części składowe tak, iż niektórzy wierzą w składnik A, ale odrzucają składnik B, podczas gdy inni wierzą w składnik B, ale nie w A, wtedy A i B należy traktować jako osobne memy. Jeśli zaś prawie każdy, kto wierzy w A, wierzy też i w B, jeśli - używając terminu genetycznego - memy są blisko „sprzężone”, wtedy dogodnie jest scalić je w jeden mem.

Poszukajmy dalszych analogii między memami a genami. W wielu miejscach tej książki przestrzegałem przed traktowaniem genów jako czynników świadomych i dążących do jakichś celów. Skoro jednak ślepy dobór naturalny sprawia, że zachowują się tak, jakby miały świadomie wytyczone cele, wygodnie było zastosować pewien skrót myślowy i potraktować geny jako byty obdarzone celowością. Gdy mówimy na przykład: „Geny starają się zwiększyć swoją liczebność w przyszłych pulach genowych”, w rzeczywistości mamy na myśli: „Geny, które zachowują się tak, by zwiększyć swoją liczebność w przyszłych pulach genowych, okazują się być tymi genami, których efekty działania dostrzegamy w otaczającym nas świecie”. Skoro potraktowanie genów jako aktywnych obiektów działających z rozmysłem na rzecz swojego przetrwania okazało się tak dogodne, może byłoby pożytecznie potraktować w ten sam sposób także memy. Nie musimy do tego angażować mistycyzmu, ponieważ w obu przypadkach idea celowości jest tylko metaforą, i to bardzo owocną, jak już mieliśmy okazję się o tym przekonać na przykładzie genów. Wobec genów używaliśmy nawet takich słów, jak „egoistyczny” i „bezwzględny”, mając pełną świadomość ich umowności. Czy na tej samej zasadzie można poszukiwać egoistycznych lub bezwzględnych memów?

Problem, z którym się tu stykamy, wiąże się z samą naturą współzawodnictwa. W procesie rozmnażania płciowego każdy gen współzawodniczy ze swoimi allelami - konkurentami do tej samej przegródki chromosomu. W świecie memów nie istnieje nic, co można by przyrównać do chromosomów, ani nic, co byłoby równoważne allelom. Wprawdzie wiele idei ma swoje „przeciwieństwa”, rozumiane w potocznym znaczeniu tego słowa. Na ogół jednak memy przypominają raczej dawne replikujące się cząsteczki, pływające beładnie i swobodnie w bulionie pierwotnym, niż współczesne geny ustawione w równym, chromosomowym dwuszeregu. W jaki więc sposób memy mogą ze sobą współzawodniczyć, skoro nie mają alleli? Czy możemy spodziewać się po nich „egoizmu” lub „bezwzględności”? Mimo tych wszystkich zastrzeżeń odpowiedź brzmi - tak, albowiem w pewnym sensie zachodzi między nimi pewien rodzaj współzawodnictwa.

Każdy z użytkowników komputerów dużej mocy wie, jak cenny jest czas ich pracy i zasoby pamięci wykorzystywane do przechowywania danych. W wielu dużych ośrodkach obliczeniowych mają one realną wartość pieniężną. Każdemu użytkownikowi przydziela się mierzoną w sekundach porcję czasu i mierzoną w „słowach” porcję zasobów pamięci. Memy mieszkają w takich właśnie komputerach. Są nimi ludzkie umysły.* W tym

przypadku ważniejszym czynnikiem ograniczającym jest raczej czas, a nie pojemność pamięci, i o niego głównie toczy się srogie współzawodnictwo. Ludzki umysł i kontrolowane przezeń ciało mogą wykonywać równocześnie jedną czynność lub co najwyżej kilka. Jeśli mem ma zawładnąć uwagą ludzkiego umysłu, siłą rzeczy musi to zrobić kosztem „konkurencyjnych” memów. Inne obszary, będące polem współzawodnictwa memów, to czas antenowy w radiu i telewizji, przestrzeń zajmowana na tablicy ogłoszeń lub na gazetowej kolumnie, jak również przestrzeń na półkach bibliotecznych.

Jak się dowiedzieliśmy w rozdziale 3, w puli genowej mogą pojawić się kompleksy genowe podlegające koadaptacji. Duża grupa genów związanych z mimikrą u motyli uległa sprzężeniu na tym samym chromosomie do tego stopnia, że można ją uważać za jeden gen. W rozdziale 5 zetknęliśmy się z bardziej uniwersalną ideą stabilnego ewolucyjnie zestawu genów. W puli genowej mięsożerców ewoluowały wzajemnie do siebie pasujące zęby, pazury, przewód pokarmowy i narządy zmysłów, podczas gdy w puli genowej roślinożerców kształtował się odmienny, ale równie stabilny zestaw charakterystycznych cech. Czy coś podobnego może się zdarzyć w puli memów? Czy, dajmy na to, mem Boga może być skojarzony z jakimiś innymi, określonymi memami i czy może to się przysłużyć przetrwaniu każdego z tych memów? Kościół z właściwą mu architekturą, rytuałem, prawami, muzyką, sztuką i pisaną tradycją mógłby być zapewne traktowany jako taki właśnie koadaptujący, stabilny zestaw wzajemnie wspierających się memów.

By posłużyć się konkretnym przykładem, częścią doktryny wiary bardzo skutecznie wymuszającą przestrzeganie nakazów religijnych jest groźba mąk piekielnych. Wiele dzieci, a nawet niektórzy dorośli są przeświadczeni, że jeśli nie dochowają zasad wiary, po śmierci cierpieć będą straszliwe męki. Jest to wybitnie odstręczająca technika perswazji, która była w wiekach średnich, a bywa nawet i dzisiaj, powodem dotkliwej udręki psychicznej. Niemniej jednak jest bardzo skuteczna. Można by sądzić, że makiaweliczny kler, biegły w psychologicznych technikach głębokiej indoktrynacji, wprowadził ją z premedytacją. Osobiście wątpię jednak, by duchowni byli aż tak przebiegli. Już bardziej prawdopodobne, że to nieświadome memy zapewniły sobie własne przetrwanie na mocy tej samej, nazwijmy to, bezwzględności, jaką przejawiają te geny, które z powodzeniem utrzymują się w puli genowej. Idea ognia piekielnego, dzięki swemu głębokiemu oddziaływaniu na psychikę, zapewnia sama sobie nieśmiertelność. Uległa sprzężeniu z memem Boga, ponieważ wzmacniają się one wzajemnie i wspomagają nawzajem swoje trwanie w puli memów.

Kolejnym elementem religijnego zestawu memów jest wiara. Oznacza ona ślełą ufność przy braku dowodów, a nawet na przekór dowodom. Historię niewiernego Tomasza przytacza się nie po to, by stawiać go nam za wzór, lecz po to, byśmy, na zasadzie kontrastu, podziwiali pozostałych apostołów. Tomasz domagał się dowodów, tymczasem dla pewnych rodzajów memów nie ma nic bardziej zgubnego niż potrzeba znalezienia dowodów. Jako warty naśladowania wskazuje się nam pozostałych apostołów, których wiara była tak silna, że obywała się bez dowodów. Mem ślepej wiary zapewnia sobie wieczne trwanie drogą prostego, nieświadomego wybiegu - nakłaniania do rezygnacji z racjonalnych dociekań.

Ślepa wiara potrafi usprawiedliwić wszystko.* Jeśli człowiek wierzy w innego boga, a nawet jeśli dla oddawania czci temu samemu bogu używa innego rytuału, ślepa wiara potrafi go skazać na śmierć - na krzyżu, na stosie, przez przebicie mieczem krzyżowca, zastrzelenie na ulicy w Bejrucie lub rozerwanie bombą w barze w Belfaście. Memy ślepej wiary, zarówno w sferze religii, jak patriotyzmu czy polityki, mają swoje własne

bezwzględne sposoby na rozprzestrzenianie się.

Memy i geny często mogą się nawzajem wzmacniać, czasami jednak stają wobec siebie w opozycji. Celibat na przykład nie jest, jak domniemywam, dziedziczony genetycznie. Z wyjątkiem bardzo szczególnych warunków, jakie spotykamy u owadów społecznych, gen na celibat jest w puli genów skazany na przegraną. Nie umniejsza to jednak szans sukcesu memu na celibat - w puli memów. Załóżmy na przykład, że powodzenie memu zależy w decydującym stopniu od tego, ile czasu spędzają ludzie na aktywnym przekazywaniu go innym ludziom. Wtedy każda chwila spędzona przy innych czynnościach niż próby przekazywania memu będzie z punktu widzenia memu uważana za czas stracony. Mem na celibat przekazywany jest przez duchownych młodym chłopcom, którzy nie podjęli jeszcze decyzji, co zrobić ze swoim życiem. Środkiem przekazu mogą być różnego rodzaju oddziaływania, w tym słowo mówione i pisane, przykład osobisty i tak dalej. Dla dobra naszych rozważań przypuśćmy, że małżeństwo duchownego rzeczywiście osłabia jego siłę oddziaływania na swoją trzódkę, choćby dlatego, że absorbuje znaczną część jego czasu i uwagi. W istocie właśnie to wysuwano jako oficjalny powód narzucenia duchownym celibatu. Jeśli tak, to automatycznie przeżywalność memu celibatu przewyższa przeżywalność memu małżeństwa. Dla genu na celibat prawdziwe byłoby naturalnie dokładnie przeciwne stwierdzenie. Jeśli duchowny jest dla memów maszyną przetrwania, celibat byłby użytecznym atrybutem, który należałoby w nią wbudować. Celibat jest tylko pomniejszym partnerem w wielkim zespole wzajemnie wspierających się memów religii.

Sądzę, że koadaptowane zespoły memów ewoluują w sposób zbliżony do koadaptowanych zespołów genów. Dobór preferuje te memy, które wykorzystują dla własnych korzyści środowisko kulturowe. Natomiast środowisko to stanowią inne memy, które również podlegają doborowi. Pula memów zaczyna więc nabierać własności zespołu ewolucyjnie stabilnego, do którego trudno jest wtargnąć nowym memom.

To, co powiedziałem o memach, miało do tej pory odcień z lekka negatywny, mają one jednak także swoją jaśniejszą stronę. Po naszej śmierci pozostają po nas dwie rzeczy: geny i memy. Zbudowani zostaliśmy jako maszyny genowe, stworzone po to, by przekazywać dalej nasze geny. Mimo to ten aspekt naszej istoty pograży się w niepamięć już po trzech generacjach. Twoje dziecko, a nawet jeszcze twój wnuk, może cię przypominać rysami twarzy, talentem muzycznym, kolorem włosów. Ale z każdą generacją udział twoich genów maleje dwukrotnie. I wkrótce stanie się pomijalny. Nasze geny mogą być nieśmiertelne, ale kolekcja genów, którą stanowi każdy z nas, w sposób nieuchronny ulegnie rozproszению. Elżbieta II jest w prostej linii potomkiem Wilhelma Zdobywcy. Jest jednak wielce prawdopodobne, że nie ma ani jednego z genów dawnego władcy. Rozmnażanie nie zapewni nam nieśmiertelności, nie tu powinniśmy jej szukać.

Jeśli jednak wniosłeś coś do światowej kultury, jeśli oświeciła cię jakaś pożyteczna myśl, skomponowałeś melodię, wymyśliłeś świecę zapłonową, napisałeś poemat - wszystko to wciąż będzie trwało w nie zmienionej postaci nawet wtedy, gdy twoje geny dawno już rozpląną się we wspólnej puli. Jak zauważył G. C. Williams, do dnia dzisiejszego na świecie ostał się może jeden lub dwa, a może nie ostał się żaden z genów Sokratesa, ale czy ma to jakiegokolwiek znaczenie? Zestawy memów Sokratesa, Leonarda, Kopernika czy Marconiego wciąż są pełne wigoru.

Obojętne jak bardzo spekulatywna może się wydać moja teoria memów, jest jedna rzecz, którą chcę jeszcze raz z naciskiem powtórzyć. Chodzi mi o to, że gdy spoglądamy na ewolucję cech kulturowych i ich zdolność przetrwania, musimy sobie uświadomić, o czyje przetrwanie nam chodzi. Biologowie, jak już wiemy, zwykli szukać

korzyści na poziomie genu (albo, wedle upodobania, osobnika, grupy czy gatunku). Nigdy wcześniej natomiast nie braliśmy pod uwagę możliwości, że jakaś cecha kulturowa powstała w takim a nie innym kształcie po prostu dlatego, że jest to korzystne dla niej samej.

Dla zjawisk takich jak religia, muzyka, czy taniec rytualny nie musimy poszukiwać klasycznych, biologicznych zdolności przetrwania, choć, być może, dałoby się takowe odnaleźć. W momencie, gdy geny wyposażyły swoje maszyny przetrwania w mózgi zdolne do sprawnego naśladownictwa, memy automatycznie wkroczyły do akcji. Nie musimy nawet postulować, że zdolność do naśladownictwa zapewnia korzyści genetyczne, choć z pewnością tak jest. Jedynym warunkiem koniecznym jest sprawienie, by mózg był zdolny do naśladownictwa, a pojawią się memy i wykorzystają tę zdolność do maksimum.

Podsumowując temat nowych replikatorów, zakończę ten rozdział nutą ostrożnej nadziei. Unikalną cechą człowieka, która być może, choć nie ma co do tego pewności, wyewoluowała memicznie, jest jego zdolność do przewidywania przyszłości. Samolubne geny (a jeśli zaakceptować zawarte w tym rozdziale spekulacje, również memy) tego nie potrafią. Są nieświadomymi, ślepyimi replikatorami. Ich replikowanie się oraz inne dodatkowe warunki sprawiają, że chcąc nie chcąc zmiernają w kierunku wykształcenia pewnych własności, które w szczególnym sensie stosowanym w tej książce można określić mianem egoizmu. Po prostym replikatorze, obojętne genie czy memie, nie należy się spodziewać, że wyrzeknie się doraźnej egoistycznej korzyści, nawet jeśli na dłuższą metę naprawdę by mu się to opłaciło. Skonstatowaliśmy ten fakt w rozdziale poświęconym agresji. Nawet gdyby dla każdego pojedynczego osobnika „pakt gołębi” był korzystniejszy niż strategia ewolucyjnie stabilna, nie co innego, lecz właśnie ona będzie preferowana przez dobór naturalny.

Jeszcze inną cechą, właściwą przypuszczalnie wyłącznie człowiekowi, jest zdolność do autentycznego, bezinteresownego altruizmu. Mam przynajmniej taką nadzieję, choć nie mam zamiaru dyskutować tej kwestii ani spekulować na temat ewentualnej memicznej ewolucji altruizmu. Chcę teraz jedynie podkreślić, że nawet jeśli przyjmujemy pesymistyczny punkt widzenia i uznamy, że pojedynczy człowiek jest z gruntu egoistyczny, nasza świadomość przyszłości - zdolność do jej symulacji w wyobraźni - mogłaby nas ustrzec przed najbardziej samolubnymi wybrykami ślepych replikatorów. A przynajmniej odpowiednie wyposażenie naszych umysłów umożliwia nam kierowanie się długofalowymi egoistycznymi celami, a nie tylko egoistycznymi celami doraźnymi. Umiemy dostrzegać trwałe korzyści płynące z uczestnictwa w „pakcie gołębi” i potrafimy zasiąść przy wspólnym stole, by przedyskutować, co uczynić, by ten pakt był owocny. Mamy moc przeciwstawienia się samolubnym genom, z którymi przyszliśmy na świat, a jeśli trzeba, także samolubnym memom, którymi nas indoktrynowano. Możemy nawet zastanowić się nad sposobami świadomego kultywowania i rozwijania czystego, bezinteresownego altruizmu - czegoś, co w naturze nie występuje, czegoś, czego nigdy przedtem w całej historii świata nie było. Zostaliśmy zbudowani jako maszyny genowe i wychowani jako maszyny memowe, ale dana jest nam siła przeciwstawienia się naszym kreatorom. My, jako jedyni na Ziemi, możemy zbuntować się przeciw tyranii samolubnych replikatorów.*

ROZDZIAŁ 12

UPRZEJMI FINISZUJĄ JAKO PIERWSI

Uprzejmi finiszują jako ostatni. Powiedzenie to zrodziło się chyba w świecie baseballu, choć niektórzy skłonni są doszukiwać się jego źródeł gdzie indziej. Biolog amerykański Garrett Hardin użył tego zwrotu, by wyrazić w skrócie przesłanie zawarte w czymś, co nazwać można „nauką o naszych samolubnych korzeniach”. Nietrudno dostrzec jego trafność. Jeśli przełożymy potoczne określenie „uprzejmego” na jego darwinowski odpowiednik, uprzejmy będzie takim osobnikiem, który swoim kosztem pomaga innym przedstawicielom własnego gatunku w przekazywaniu ich genów następnemu pokoleniu. Toteż liczebność uprzejmych wydaje się nieubłaganie spadać - uprzejmość umiera śmiercią darwinowską. Jednak potoczne słowo „uprzejmy” ma jeszcze inne fachowe znaczenie. Jeśli przyjmiemy tę definicję, która zresztą nie odbiega zbytnio od znaczenia potocznego, wtedy okaże się, że uprzejmi mogą finiszować jako pierwsi. Rozdział ten poświęcony będzie w całości rozwinięciu tego właśnie optymistycznego wniosku.

Przypomnij sobie pamiętliwych omawianych w rozdziale 10. Były to te ptaki, które pomagały sobie nawzajem w sposób pozornie altruistyczny, ale odmawiały pomocy tym osobnikom, które im wcześniej pomocy odmówiły (żywiły do nich urazę). Pamiętliwi zdominowali populację, ponieważ następnym pokoleniom przekazali więcej genów niż frajerzy (którzy pomagali wszystkim bez różnicy i wobec tego byli wykorzystywani), i więcej niż oszuści (którzy próbowali wszystkich bezwzględnie wykorzystać, działając w ten sposób wzajemnie na swoją szkodę). Przykład ten ilustrował ważną zasadę ogólną, którą Robert Trivers nazwał altruizmem odwzajemnionym. Przypadek ryb-czyszcicieli (strony 259-261) pokazał nam, że altruizm odwzajemniony nie ogranicza się tylko do przedstawicieli jednego gatunku. Funkcjonuje we wszystkich związkach zwanych symbiotycznymi - jak na przykład między mrówkami a dojonym przez nie mszycowym „bydłem mlecznym” (strona 252). Od czasu napisania rozdziału 10 politolog amerykański Robert Axelrod (we współpracy z W. D. Hamiltonem, którego nazwisko pojawiało się na tak wielu stronach tej książki) przystosował ideę altruizmu odwzajemnionego do zastosowania w nowych, ekscytujących dziedzinach. To właśnie Axelrod przypisał słowu „uprzejmy” fachowe znaczenie, do którego nawiązałem w początkowym akapicie.

Axelrod, jak wielu politologów, ekonomistów, matematyków i psychologów, zafascynowany był prostą grą hazardową, zwaną Dylematem Więźnia. Jest tak prosta, że aż zmyliło to wiele ze znanych mi, inteligentnych osób tak bardzo, iż uparcie doszukiwały się w niej czegoś więcej! Lecz jej prostota jest zwodnicza. W bibliotekach całe półki poświęcone są różnym wariantom tej perfidnej gry. Wiele wpływowych osobistości uważa, że jest ona kluczem do planów obrony strategicznej i że dla zapobieżenia trzeciej wojnie światowej powinniśmy poświęcić się studiom nad tą grą. Jako biolog zgadzam się z Axelrodem i z Hamiltonem, że wiele dzikich zwierząt i roślin uczestniczy w nie kończącej się, przebiegającej w czasie ewolucji grze w Dylemat Więźnia.

W wersji oryginalnej, przeznaczonej dla ludzi, gra się w nią następująco. Rozgrywają ją dwaj gracze, a oprócz nich jest jeszcze „bankier”, który rozstrzyga o zwycięstwie i wypłaca wygranę. Przypuśćmy, że ja gram przeciwko tobie (choć, jak się przekonamy, nie zawsze musi to być „przeciwko”). Każdy z nas ma w ręku tylko dwie karty z napisem odpowiednio: WSPÓŁPRACA i ZDRADA. W czasie gry wybieramy jedną z kart i kładziemy na stole napisem do dołu, po to, by żaden z nas nie mógł się kierować decyzją podjętą przez drugiego. W efekcie nasze

posunięcia są równoczesne. Teraz w napięciu czekamy na odwrócenie kart przez bankiera. Napięcie bierze się stąd, że nasze wygrane zależą nie tylko od tego, jaką kartą my zagraliśmy (ta jest nam znana), ale i od karty przeciwnika (której nie znamy, dopóki bankier jej nie odsłoni).

Skoro obaj mamy po dwie karty, możliwe są cztery rezultaty końcowe. Nasze wygrane dla każdej z możliwości przedstawiają się następująco (wyrażone są w dolarach przez wzgląd na północnoamerykańskie pochodzenie gry):

Rezultat I: Obydwaj zagraliśmy WSPÓŁPRACA. Bankier wypłaca każdemu z nas po 300 dolarów. Ta dość pokaźna suma jest nagrodą za wzajemną współpracę.

Rezultat II: Obydwaj zagraliśmy ZDRADA. Bankier karze nas obu grzywną po 10 dolarów. Obaj dostaliśmy karę za wzajemną zdradę.

Rezultat III: Ty zagrałeś WSPÓŁPRACA, a ja ZDRADA. Bankier wypłaca mi 500 dolarów (zachęta do zdrady), a od ciebie, frajera, ściąga grzywnę 100 dolarów.

Rezultat IV: Ty zagrałeś ZDRADA, a ja WSPÓŁPRACA. Bankier wypłaca tobie 500 dolarów jako zachętę do zdrady i pobiera ode mnie, frajera, grzywnę 100 dolarów.

Rezultaty III i IV są oczywiście zwierciadlanymi odbiciami: jednemu z graczy wiedzie się bardzo dobrze, a drugiemu bardzo źle. W rezultatach I i II obydwu nam wiedzie się jednakowo, ale rezultat I jest dla nas obu lepszy niż II. Dokładne sumy pieniędzy nie są istotne. Nie ma nawet znaczenia, ile spośród nich ma wartość dodatnią (wypłaty), a ile, jeśli w ogóle, wartość ujemną (grzywny). By grę można było uznać za autentyczny Dylemat Więźnia, ważne jest ich uszeregowanie. Zachęta do zdrady musi być opłacona lepiej niż nagroda za wzajemną współpracę, która musi być ceniona wyżej niż kara za wzajemną zdradę, która z kolei musi przewyższać zarobek frajera. (Gwoli ścisłości, jest jeszcze jeden wymóg, by grę można było uznać za prawdziwy Dylemat Więźnia: średnia z zachęty do zdrady i zarobku frajera nie może być wyższa niż nagroda za wzajemną współpracę. Powód, dla którego konieczny jest ten dodatkowy warunek, wyjdzie na jaw później). Te cztery rezultaty zostały przedstawione w tabeli wygranych:

Twoje posunięcia

Współpraca Zdrada

Dość dobrze Bardzo źle

Współpraca NAGRODA za wzajemną współpracę

ZAROBEK FRAJERA Moje np. 300\$ grzywna, np. 100\$ posunięcia Bardzo dobrze Kiepsko Zdrada ZACHĘTA do zdrady KARA za wzajemną zdradę np. 500\$grzywna, np. 10\$ Tabela A. Moje wygrane w wyniku różnych posunięć w grze w Dylemat Więźnia.

Skąd ta nazwa - „dylemat”? By to zrozumieć, przyjrzyjmy się tabeli zysków i wyobraźmy sobie myśli, które przechodzą mi przez głowę, gdy gram przeciwko tobie. Wiem, że możesz zagrać tylko jedną z dwóch kart, WSPÓŁPRACA lub ZDRADA. Rozważmy je po kolei. Jeśli zagrałeś ZDRADA (czyli rozpatrujemy prawą kolumnę), najlepiej byłoby, gdybym i ja zagrał kartą ZDRADA. Dostanę co prawda karę za wzajemną zdradę, ale gdybym zdecydował się na współpracę, otrzymałbym zarobek frajera, a to byłoby wyjściem jeszcze gorszym. A

teraz rozważmy drugie z twoich możliwych posunięć, zagranie kartą WSPÓŁPRACA (kolumna lewa). Tu również najlepszym wyjściem z mojej strony jest ZDRADA. Gdybym i ja przyjął wariant współpracy, obaj dostalibyśmy dość sporo, bo po 300 dolarów. Ale jeśli zdradzę, dostanę więcej, bo 500 dolarów. Stąd wniosek, że niezależnie od tego, jaką zagrasz kartą, moim najlepszym posunięciem jest zawsze zdradzać.

Posługując się nieskazitelnym wywodem logicznym, wykazałem niezbitcie, że - niezależnie od twoich posunięć - ja muszę zdradzić. Ty zaś, posługując się równie nieskazitelną logiką, dojdiesz do identycznej konkluzji. Toteż, gdy spotkają się dwaj racjonalnie myślący gracze, obaj dostaną grzywnę lub niewielki zarobek, pomimo pełnej świadomości, że gdyby tylko obaj zagrali WSPÓŁPRACA, i jeden, i drugi uzyskaliby dość wysoką nagrodę za wzajemną współpracę (w naszym przykładzie 300 dolarów). Oto dlaczego gra nazywa się dylematem, dlaczego wydaje się tak irytująco paradoksalna i dlaczego wyrażano nawet opinie, że powinna być prawnie zakazana.

A dlaczego „więźnia”? Otóż wzięło się to z pewnego fikcyjnego przykładu. W tym wypadku walutą nie jest pieniądz, ale liczba lat wyroku. Dwaj mężczyźni - niech zważ się Peterson i Moriarty - siedzą w więzieniu, w osobnych celach, podejrzani o współudział w przestępstwie. Każdy z nich jest namawiany do wydania swojego kolegi (ZDRADA), czyli dostarczenia przeciwko niemu koronnych dowodów. Rezultat końcowy zależy od tego, co uczynią obaj więźniowie, z których żaden nie wie, co zrobi drugi. Jeśli Peterson zrzuci winę na Moriarty'ego, a Moriarty milczeniem uprawdopodobni tę wersję (współpracując ze swoim dawnym, jak się teraz okazało niegodnym zaufania, przyjaciele), dostanie wysoki wyrok, natomiast Peterson wywinie się - otrzymując zachętę do zdrady. Jeśli obaj się nawzajem wydadzą, obydwu udowodniona zostanie wina, lecz za dostarczenie dowodów obaj uzyskają złagodzenie kary i nieco mniejszy, choć wciąż surowy wyrok - karę za wzajemną zdradę. Jeśli obaj współpracują (ze sobą, a nie z wymiarem sprawiedliwości) odmawiając zeznań, z braku dostatecznych dowodów nie można ich oskarżyć o główne przestępstwo i otrzymują niewielki wyrok za małe wykroczenie - nagroda za wzajemną współpracę. Choć dziwne może się wydać nazywanie kary więzienia „nagrodą”, mężczyźni ci tak by to odebrali, mając jako alternatywę spędzenie za kratkami znacznie dłuższego czasu. Zauważ, że choć „zyski” nie są w dolarach, ale w latach odsiadki, zasadnicze elementy gry zostały zachowane (zwróć zwłaszcza uwagę na uszeregowanie czterech rezultatów pod względem ich atrakcyjności). Postaw się w sytuacji jednego bądź drugiego z więźniów. Zakładając, iż obaj kierują się w sposób racjonalny własną korzyścią, i pamiętając o niemożności wzajemnego porozumiewania się, stwierdzisz, że dla obu jedynym wyjściem jest wydanie kolegi, co prowadzi do skazania ich obu na długoletnie więzienie.

Czy z tego dylematu jest jakieś wyjście? Obaj gracze wiedzą, że obojętnie co zrobi przeciwnik, najlepszą rzeczą, jaką mogą uczynić jest zdrada, będąc jednocześnie świadomi, że gdyby tylko obaj współpracowali, każdemu z nich wyszłoby to na dobre. Gdyby tylko... gdyby tylko... gdyby tylko był sposób na osiągnięcie ugody, jakiś sposób na upewnienie się każdego z graczy, że ten drugi jest godzien zaufania i nie będzie samolubnie dążył do wygranej za wszelką cenę. Gdyby był jakiś sposób na wypracowanie kompromisu.

W prostej grze w Dylemat Więźnia nie ma sposobu na uzyskanie pewności co do zachowań przeciwnika. O ile przynajmniej jeden z nich nie jest święty i prostoduszny, zbyt dobry by pasował do tego nikczemnego świata, rezultat gry jest przesądzony - wzajemna zdrada z jej paradoksalnie kiepskimi skutkami dla obydwu graczy. Istnieje jednak inna wersja tej gry. Nazywa się Iterowanym, czyli powtarzanym Dylematem Więźnia. Gra iterowana jest bardziej skomplikowana i to rokuje pewne nadzieje.

Gra iterowana jest po prostu zwykłą grą, tyle że powtarzaną przez tych samych graczy nieskończoną liczbę razy. Jak poprzednio, ty i ja spotykamy się twarzą w twarz, a między nami siedzi bankier. Jak przedtem, każdy z nas ma tylko dwie karty podpisane WSPÓŁPRACA i ZDRADA. Nasz ruch jak zawsze polega na wyłożeniu jednej z kart, a bankier wypłaca wygraną lub ściąga grzywnę, zgodnie z podanymi wcześniej regułami.

Teraz jednak gra się na tym nie kończy. Zabieramy z powrotem swoje karty i przystępujemy do następnej rundy. Kolejne rundy gry otwierają przed nami sposobność do nabrania zaufania lub pozostania przy nieufności, do odwetu lub pojednania, wybaczenia lub zemsty. Ważną własnością gry o nie sprecyzowanym czasie trwania jest to, że tu wygrana jednego gracza nie musi pociągać za sobą przegranej drugiego, ale daje im obu możliwość wygrania kosztem bankiera.

Po dziesięciu rundach mógłbym teoretycznie wygrać aż 5000 dolarów, ale tylko pod tym warunkiem, że ty byłbyś wyjątkowo głupi (lub święty) i nie zważając na moje konsekwentne zdrady, za każdym razem grał WSPÓŁPRACA. W bardziej realistycznym wariacie każdy z nas mógłby bez trudu ściągnąć kosztem bankiera po 3000 dolarów, jeśli przez wszystkie dziesięć rund obaj gralibyśmy WSPÓŁPRACA. I nie będzie to z naszej strony wyłącznie prostoduszność, ponieważ poprzednie posunięcia przeciwnika pozwalają ocenić, czy można mu zaufać. W rezultacie jesteśmy w stanie kontrolować nawzajem swoje zachowanie. W jeszcze innym z możliwych wariantów żaden z nas nie ufa drugiemu i przez całe dziesięć rund obaj gramy ZDRADA, a bankier zarabia na każdym z nas po 100 dolarów w postaci grzywien. Jednak najbardziej prawdopodobny okaże się wariant, w którym będziemy ufali sobie tylko do pewnego stopnia i grali czasem WSPÓŁPRACA, a czasem ZDRADA, uzyskując w rezultacie jakąś pośrednią sumę pieniędzy.

Ptaki opisane w rozdziale 10, które usuwały sobie nawzajem kleszcze z piór, grały właśnie w Iterowany Dylemat Więźnia. Jak? Pamiętasz zapewne, że pozbywanie się kleszczy jest dla ptaka bardzo ważne, nie potrafi jednak usunąć ich z czubka swojej głowy, potrzebuje więc do pomocy towarzysza. Zrewanżowanie mu się później za tę uprzejmość wydawałoby się jak najbardziej na miejscu. Dla ptaka usługa ta wiąże się jednak z pewnym, choć niezbyt wielkim, wydatkiem czasu i energii. Jeśli uda się ptakowi naciągnąć kogoś na usunięcie jego kleszczy, a potem odmówić rewanzu, uzyskuje wszelkie korzyści, nie ponosząc kosztów. By przekonać się, że jest to autentyczna gra w Dylemat Więźnia, wystarczy przyjrzeć się możliwym końcowym rezultatom. Wzajemna współpraca (usuwanie sobie nawzajem kleszczy) daje dość dobry wynik, lecz wciąż mamy chęć, by odmówiwszy płacenia kosztów odwzajemnienia się uzyskać jeszcze więcej. Obustronna zdrada (odmowa usuwania kleszczy) jest dość marnym wynikiem, ale nie aż tak złym, jak wariant, w którym włożyło się wysiłek w usunięcie komuś kleszczy, a samemu wciąż jest się przez nie opanowanym. Oto tabela wygranych:

Jest to zaledwie jeden przykład. Lecz im dłużej będziemy się nad tym zastanawiać, tym bardziej utwierdzimy się w przekonaniu, że życie, i to nie tylko człowieka, ale również zwierząt i roślin, jest nie kończącym się pasmem gier w Iterowany Dylemat Więźnia. Roślin też? A czemuż by nie? Pamiętaj, że nie chodzi nam o świadome strategie (choć czasami są i takie), ale o strategie w znaczeniu podanym przez Maynarda Smitha, takie, które geny mogłyby zawczasu zaprogramować. W dalszej części rozdziału spotkamy rośliny, różne gatunki zwierząt, a nawet bakterie grające w Iterowany Dylemat Więźnia. Najpierw jednak zanalizujemy dokładniej, co ważnego kryje się w iteracji.

W przeciwieństwie do prostej gry, w której, jak łatwo przewidzieć, jedyną racjonalną strategią jest zdrada,

wersja iterowana oferuje bogactwo strategicznych wariantów. W prostej grze możliwe są tylko dwie strategie: współpraca i zdrada. Iteracja dopuszcza natomiast wielką różnorodność strategii, z których żadna nie jest w rzucający się w oczy sposób najlepsza. Oto przykład jednej spośród tysięcy możliwości: „Przez większość czasu współpracuj, ale w dowolnej jednej z dziesięciu rund zdradzaj”. Strategie mogą też być uzależnione od wcześniejszego przebiegu gry. Jej przykładem jest mój pamiętliwy. Ma dobrą pamięć do twarzy i, choć przejawia gotowość do współpracy, zdradza, jeśli przeciwnik zdradził go kiedykolwiek przedtem. Inne strategie mogą być bardziej wielkoduszne i mieć krótszą pamięć.

Zaiste, w grze iterowanej liczbę potencjalnych strategii ogranicza tylko nasza pomysłowość. Czy potrafilibyśmy ustalić, która z nich jest najlepsza? Taki właśnie cel wyznaczył sobie Axelrod. Wpadł na ciekawy pomysł zorganizowania zawodów i zwrócił się do ekspertów od teorii gier z zachętą do zgłaszania swoich strategii. Strategie miały mieć w tym przypadku postać zaprogramowanych reguł postępowania, co umożliwiała współzawodnikom nadsyłanie swoich zgłoszeń w języku komputerowym. Przesłano czternaście strategii. Jako kontrolną Axelrod dodał piętnastą, nazwaną przypadkową, która po prostu na chybił trafił grała WSPÓŁPRACA lub ZDRADA i służyła jako swego rodzaju „niestrategiczny” poziom odniesienia: jeśli jakaś strategia wypada gorzej od przypadkowej, to musi być naprawdę kiepska.

Axelrod zapisał wszystkie 15 strategii w tym samym języku programowania i wystawił je przeciwko sobie w jednym dużym komputerze. Każda, ze strategii grała w Iterowany Dylemat Więźnia kolejno przeciwko wszystkim pozostałym (w tym ze swoją własną kopią). Strategii było 15, toteż odbyło się 15 x 15, czyli 225 osobnych spotkań. Każde z nich składało się z 200 rund. Wygrane z nich wszystkich były sumowane, po czym ogłaszano zwycięzcę.

Nie jest dla nas istotne, że ta czy tamta strategia okazała się lepsza od jakiejś jeszcze innej. Ważne jest to, która strategia zgromadziła po podsumowaniu wszystkich 15 spotkań najwięcej „pieniędzy”. „Pieniądze” były po prostu punktami przyznawanymi według następującego schematu: wzajemna współpraca - 3 punkty, zachęta do zdrady - 5 punktów, kara za wzajemną zdradę - 1 punkt (odpowiednik niskiej grzywny w naszej wcześniejszej grze), zarobek frajera - 0 punktów (odpowiednik wysokiej grzywny w naszej wcześniejszej grze).

Najlepszy teoretycznie możliwy do uzyskania przez strategię wynik wynosił 15 000 (200 rund, przy 5 punktach z każdej rundy i 15 przeciwnikach). Wynik minimalny wynosił 0. Nie muszą dodawać, że żadna z tych skrajności nie została osiągnięta. Największa wygrana, na jaką przeciętnie liczyć może strategia w każdym ze swoich 15 spotkań, nie może wynieść wiele ponad 600 punktów. Po tyle otrzymaliby obaj gracze, gdyby konsekwentnie współpracowali i zarabiali po 3 punkty w każdej z 200 rund gry. Gdyby jeden z nich uległ pokusie zdrady, prawdopodobnie uzyskałby w rezultacie mniej niż 600 punktów, na skutek odwetu ze strony drugiego gracza (rodzaj zachowania odwetowego został wbudowany do większości nadesłanych strategii). Wartość 600 możemy więc uznać za wynik wzorcowy dla gry i wszystkie wyniki wyrażać jako procent tego wyniku. W tej skali teoretycznie możliwe jest uzyskanie wyniku 166 procent - równoważne 1000 punktów, lecz w praktyce średni wynik żadnej ze strategii nie przekroczył 600.

Miej na uwadze, że graczami w turnieju nie są ludzie, lecz programy komputerowe - zaplanowane wcześniej strategie. Ludzie będący ich autorami odgrywali tu tę samą rolę, co geny programujące ciała (przypomnij sobie szachy komputerowe i komputer z Andromedy omawiane w rozdziale 4). Strategie te można uważać za miniaturowych „pełnomocników” działających w imieniu ich autorów. W istocie jeden autor mógłby nadesłać

więcej niż jedną strategię (choćby były to oszustwo i przypuszczalnie Axelrod nie pozwoliłby autorowi zgłosić „podstawionych” strategii, których jedyną rolą byłoby poświęcanie się na rzecz jednej, przewidzianej do zwycięstwa).

Niektóre spośród nadesłanych strategii były bardzo przemyślane, choć oczywiście daleko mniej niż ich autorzy. Co godne uwagi, zwyciężyła strategia najprostsza i pozornie najmniej ze wszystkich pomysłowa. Nazywała się wet za wet i została przedłożona przez profesora Anatola Rapoport, znanego psychologa i znawcę teorii gier z Toronto. Wet za wet w pierwszym posunięciu zaczyna od współpracy, a potem po prostu kopiuje poprzednie posunięcie przeciwnika.

W jaki sposób przebiega gra wykorzystująca strategię wet za wet? Jak zawsze - to co się stanie zależy od posunięcia drugiego gracza. Najpierw przyjmijmy, że drugi gracz też gra według wet za wet (pamiętamy, że każda ze strategii grała zarówno przeciw pozostałym czternastu, jak i przeciwko swojej kopii). Obaj gracze typu wet za wet zaczynają od współpracy. W następnym ruchu obaj gracze powtarzają poprzedni ruch swoich przeciwników, czyli grają WSPÓŁPRACA. Kontynuując to aż do samego końca, obaj uzyskują 100-procentowe „wzorcowe” 600 punktów.

Przyjmijmy teraz, że wet za wet gra przeciwko strategii zwanej prostodusznym testerem. Strategia prostodusznego testera nie była w rzeczywistości wystawiona do zawodów Axelroda, ale jest bardzo pouczająca. W gruncie rzeczy jest prawie identyczna z wet za wet z tą tylko różnicą, że od czasu do czasu, na chybił trafił, raz na, powiedzmy, dziesięć posunięć, dopuszcza się niczym nie uzasadnionej zdrady, przyznając sobie tym samym wysoki wynik zachęty do zdrady. Dopóki prostoduszny tester nie zacznie swoich próbnych zdrad, gra toczy się jak pomiędzy dwoma graczami wet za wet. Wydaje się, że pasmo wzajemnie korzystnej współpracy trwać będzie aż do końca, zwieńczone 100-procentowym wzorcowym wynikiem dla obu graczy. Lecz oto prostoduszny tester nagle i bez ostrzeżenia zdradza. W tym posunięciu wet za wet oczywiście zagrał WSPÓŁPRACA i skończyło się to dla niego zarobkiem frajera wynoszącym 0 punktów. Prostoduszemu testerowi pozornie się powiodło, gdyż w tym ruchu uzyskał 5 punktów. Lecz następny ruch jest odwetem wet za wet. Postępując zgodnie z zasadą naśladowania poprzedniego ruchu przeciwnika, zagrywa ZDRADA. Tymczasem prostoduszny tester, ślepo stosując się do własnej wbudowanej zasady kopiowania, skopiował ruch przeciwnika WSPÓŁPRACA. W efekcie jemu tym razem dostał się zarobek frajera - 0 punktów, gdy tymczasem wet za wet dostał 5. W następnym posunięciu prostoduszny tester „odgrywa się” - można rzec bezprawnie - za zdradę wet za wet. I w ten sposób gra przeradza się w ciąg naprzemiennych zdrad. W ich wyniku obaj gracze otrzymują przeciętnie po 2,5 punktu z każdej rundy (średnia z 5 i 0). Jest to mniej niż gwarantowane w każdym posunięciu 3 punkty, gdy obaj gracze konsekwentnie współpracują (przy okazji, dlatego właśnie wprowadzony został ten nie wyjaśniony przeze mnie na stronie 282 „dodatkowy warunek”). Tak więc, gdy prostoduszny tester gra przeciwko wet za wet, obu wiedzie się gorzej niż wtedy, gdy wet za wet gra przeciwko innemu wet za wet. A gdy prostoduszny tester gra przeciwko innemu prostoduszemu testerowi, wiedzie im się jeszcze gorzej, gdyż ciągi naprzemiennych zdrad będą zaczynały się wcześniej.

A oto jeszcze inna strategia - testera skruszonego. Tester skruszony podobny jest do prostodusznego testera, z tą jednak różnicą, że podejmuje kroki służące przerwaniu ciągu wzajemnych obwinień. Potrzebna mu jest do tego nieco lepsza pamięć od tej, jaką mają wet za wet i prostoduszny tester. Tester skruszony zachowuje w pamięci fakt, że właśnie dokonał niczym nie sprowokowanej zdrady, oraz to, że jej skutkiem był natychmiastowy odwet. Wtedy w

ramach skruchy godzi się na jeden nie skontrowany cios przeciwnika. Dzięki temu ciągi wzajemnych oskarżeń są tłamszone w zarodku, co daje się zauważyć, jeśli zanalizujemy wyimaginowaną grę pomiędzy testerem skruszonym a wet za wet. Większość gier między tymi przeciwnikami upływa na wzajemnej współpracy, a obaj gracze mogą się w jej wyniku cieszyć wysoką wygraną. Testerowi skruszonemu w starciu z wet za wet wiedzie się lepiej niż prostodusznemu testerowi, ale nie tak dobrze, jak wet za wet grającemu z samym sobą.

Niektóre ze strategii wystawionych w turnieju Axelroda były daleko bardziej wyrafinowane niż prostoduszny tester czy tester skruszony, lecz i one kończyły gry ze średnio mniejszą liczbą punktów niż prosty wet za wet. Prawdę mówiąc, najbardziej wyszukana strategia była jednocześnie najmniej udaną ze wszystkich (nie licząc przypadkowej). Jej autor zastrzegł sobie nieujawnianie swojego nazwiska, co stało się bodźcem do uciesznych spekulacji: może to jakaś szara eminencja z Pentagonu? szef CIA? Henry Kissinger? sam Axelrod? Zapewne nigdy się tego nie dowiemy.

Wdawanie się w szczegóły każdej z nadesłanych strategii nie jest aż tak interesujące. Książka ta nie ma być hołdem dla pomysłowości programistów. Bardziej nas interesuje poklasyfikowanie strategii na pewne kategorie i zanalizowanie ich pod względem skuteczności działania. Najważniejszym z wyróżnianych przez Axelroda kryteriów klasyfikacyjnych jest „uprzejmość”. Strategia uprzejma nigdy nie zdradza jako pierwsza. Jej przykładem jest wet za wet. Jest zdolna do zdrady, ale czyni to tylko w odwecie. Zarówno prostoduszny tester, jak i tester skruszony są strategiami wrednymi, ponieważ czasami, choć z rzadka, zdradzają nie będąc sprowokowane. Spośród 15 wystawionych w turnieju strategii, 8 było uprzejmych. Jest godne podkreślenia, że* te właśnie strategie zajęły 8 pierwszych miejsc, pozostawiając 7 wrednych sporo w tyle. Wet za wet uzyskał przeciętną 504,5 punktu, czyli 84 procent naszych wzorcowych 600, co jest bardzo dobrym wynikiem. Pozostałe uprzejme strategie uzyskały tylko nieco mniej - ich wyniki zawierały się w przedziale od 83,4 do 78,6 procent. Między tym wynikiem a rezultatem 66,8 procent otrzymanym przez najlepszą wśród wrednych strategii - strategię Graaskamp - widoczna jest znaczna różnica. Nie ulega wątpliwości, że w tej grze uprzejmi są górami.

Kolejnym kryterium, jakie wyróżnił Axelrod, jest „wielkoduszość”. Strategia wielkodusza, choć potrafi się mścić, ma krótką pamięć. Chętnie wybacza dawne przewinienia. Wet za wet jest strategią wielkoduszną. Daje zdrajcy nauczkę, ale potem - co było, to było. Pamiętliwy z rozdziału 10 nie ma w sobie ani krzty wielkoduszości. Zachowuje wszystko w pamięci do końca gry. Nigdy nie zapomina urazy do gracza, który kiedykolwiek, choćby tylko raz, go zdradził. Strategia pod względem formalnym identyczna z pamiętliwym zgłoszona została do turnieju Axelroda pod nazwą Friedman i nie wiodło jej się zbyt dobrze. Pamiętliwy-Friedman była przedostatnią spośród wszystkich strategii uprzejmych (zwróć uwagę, że jest uprzejma, choć całkowicie niewyrozumiała). Powodem braku powodzenia takich strategii jest ich niezdolność do przerywania pasma wzajemnych obwinień, nawet jeśli przeciwnik „wyraża gotowość poprawy”.

Możliwa jest nawet większa wielkoduszość niż ta, którą prezentuje wet za wet. Wet za dwa wety dopuszcza dwie kolejne zdrady przeciwnika, zanim dokona odwetu. Mogłoby się to wydać aż nazbyt święte i wielkoduszne. Axelrod jednak doszedł do tego, że gdyby ktoś zgłosił wet za dwa wety, wygrałby turniej. Strategia ta bowiem wyjątkowo skutecznie wytlumia pasma wzajemnych zdrad.

Oto więc zidentyfikowaliśmy dwie cechy charakteryzujące zwycięskie strategie. Są nimi uprzejmość i wielkoduszość. Ta niemal utopijnie brzmiąca konkluzja - że posiadanie tych cech popłaca - była niespodzianką dla

wielu ekspertów, którzy próbowali przechytryć przeciwników wystawiając strategie wyrafinowanie wredne. Przecież nawet ci, którzy wystawili uprzejme strategie, nie poważyli się na coś tak wielkodusznego, jak wet za dwa wety.

Wkrótce potem Axelrod ogłosił drugi turniej. Otrzymał 62 zgłoszenia i jak poprzednio dołączył do nich strategię przypadkową, co w sumie dało 63. Tym razem liczba posunięć w grze nie była w sztywny sposób limitowana. Były po temu rzeczowe powody, o których powiem później. Wyniki w dalszym ciągu mogą być wyrażone w procentach „wyniku wzorcowego”, czyli wyniku „zawsze współpracuj”, choć nie wynosi on już zawsze 600 punktów i jego obliczenie jest teraz bardziej skomplikowane.

Programistom uczestniczącym w drugim turnieju dostarczono wyniki poprzedniego wraz z przeprowadzoną przez Axelroda analizą przyczyn powodzenia strategii wet za wet i innych strategii uprzejmych i wielkodusznym. Spodziewano się, że zawodnicy skorzystają, w taki czy inny sposób, z tych wyjściowych danych. Istotnie, zaznaczyły się wśród nich dwie szkoły rozumowania. Niektórzy uznali, że uprzejmość i wielkoduszość są cechami ewidentnie gwarantującymi zwycięstwo, i zgodnie z tym nadesłali strategie odznaczające się tymi cechami. Najdalej posunął się John Maynard Smith, wystawiając superwielkoduszną wet za dwa wety. Członkowie drugiej szkoły wyszli z założenia, że wielu ich kolegów, przeczytawszy analizy Axelroda, przedłoży strategie uprzejme i wielkoduszne. Wystawili więc strategie wredne, próbując wykorzystać spodziewaną obecność mięczaków!

Ale i tym razem bycie wrednym nie opłaciło się. Jak poprzednio, wygrała wet za wet wystawiona przez Anatola Rapoportę, uzyskawszy imponujące 96 procent wyniku wzorcowego. I tak jak poprzednio, strategie uprzejme na ogół odnosiły większe sukcesy niż wredne. Wśród piętnastu strategii z góry tabeli, wszystkie, poza jedną, były uprzejme, a wśród piętnastu z końca stawki wszystkie, poza jedną, były wredne. Ale choć święcie wielkoduszny wet za dwa wety wygrałby pierwszy turniej, gdyby został w nim wystawiony, w drugim turnieju nie zwyciężył. Stało się tak dlatego, że w szranki stanęło tym razem więcej strategii wyrafinowanie wrednych, zdolnych do bezwzględnego żerowania na takich jak on kompletnych mięczakach.

Fakt ten dostarcza nam bardzo ważnej informacji. Powodzenie danej strategii zależy od tego, wśród jakich innych strategii przypadkiem się znajdzie. Jest to jedyne możliwe wyjaśnienie różnicy między drugim turniejem, w którym wet za dwa wety znalazła się dość nisko w tabeli, a pierwszym, w którym mogła być wygrać. Lecz jak już wcześniej zaznaczyłem, w książce tej nie interesuje nas pomysłowość programistów, a raczej to, czy istnieje obiektywne, bardziej uniwersalne i mniej arbitralne kryterium określające, jaki rodzaj strategii jest naprawdę najlepszy. Czytelnicy poprzednich rozdziałów wiedzą już, że odpowiedź na to pytanie może dać teoria strategii ewolucyjnie stabilnych.

Zaproszenie do udziału w drugim turnieju, wraz z wynikami z pierwszego, dostałem od Axelroda i ja. Nie stanąłem jednak do zawodów, lecz zasugerowałem mu coś innego. Axelrod zaczynał już wtedy rozmawiać kategoriami strategii ewolucyjnie stabilnych, ja zaś czułem, że obranie tego kierunku jest tutaj kluczowe. Napisałem więc do niego, proponując mu skontaktowanie się z W. D. Hamiltonem, który pracował wtedy, choć Axelrod o tym nie wiedział, na innym wydziale tej samej uczelni - uniwersytecie stanu Michigan. Rzeczywiście skontaktował się natychmiast z Hamiltonem, a rezultatem ich współpracy był znakomity, wspólnie napisany artykuł, opublikowany w miesięczniku „Science” w 1981 roku. Zdobył on Nagrodę Newcomba Clevelanda przyznaną przez Amerykańskie Towarzystwo Krzewienia Nauki. Oprócz przedyskutowania pewnych, zachwycających swą osobliwością,

przykładów Iterowanego Dylematu Więźnia istniejących w przyrodzie, artykułem tym dali wyraz należnego uznania dla podejścia wykorzystującego pojęcie strategii ewolucyjnie stabilnej.

Skonfrontujmy to podejście z systemem „każdy z każdym”, zgodnie z którym, jak w rozgrywkach ligowych, przebiegały turnieje Axelroda. Każda ze strategii grała przeciwko wszystkim pozostałym taką samą liczbę razy. Uzyskany przez strategię wynik końcowy był sumą punktów zdobytych we wszystkich tych spotkaniach. By odnieść sukces w turnieju typu „każdy z każdym”, dana strategia musi sobie dobrze radzić w starciu z pozostałymi zgłoszonymi do tego turnieju. Strategię, która potrafi sprostać wielu rozmaitym strategiom, Axelrod nazwał „odporną”. Wet za wet okazała się strategią odporną. Ale zestaw strategii, które nadesłali uczestnicy danego turnieju jest zestawem arbitralnym. To właśnie nas przed chwilą niepokoiło. Fakt, że spośród strategii zgłoszonych do pierwszego turnieju Axelroda blisko połowa należała do strategii uprzejmych, był czystym przypadkiem. W tym otoczeniu wygrała wet za wet, a wygrałaby wet za dwa wety, gdyby została zgłoszona. Lecz co by było, gdyby przypadkiem prawie wszystkie zgłoszone strategie były wredne? Równie dobrze mogło zdarzyć się i tak. Przecież 6 z 14 wystawionych strategii było wrednych. Gdyby wrednych było 13, wet za wet by nie wygrała. „Aura” nie byłaby dla niej sprzyjająca. Nie tylko zdobyta liczba punktów, ale i zajmowane przez strategie miejsca zależą od tego, jakie strategie w danym turnieju uczestniczą, innymi słowy, zależą od czegoś tak przypadkowego, jak ludzki kaprys. Czy można w jakiś sposób zredukować tę dowolność? Tak, poprzez analizę w kategoriach strategii ewolucyjnie stabilnych.

O ile pamiętasz z wcześniejszych rozdziałów, ważną cechą strategii ewolucyjnie stabilnej jest to, że jej powodzenie utrwała się wówczas, gdy staje się liczna w populacji. Stwierdzenie, przykładowo, że wet za wet jest strategią ewolucyjnie stabilną, oznacza, że wiedzie się jej dobrze w otoczeniu zdominowanym przez wet za wet. Można to uważać za pewien szczególny rodzaj „odporności”. Jako ewolucjonistów kusi nas nawet, by ten rodzaj odporności uważać za jedyny, który się liczy. Czemu jest on aż tak ważny? Ponieważ w darwinowskim świecie wygrane wypłacane są nie w pieniądzech czy punktach, ale w potomstwie. Dla darwinisty strategia odnosi sukces, jeśli staje się liczniejsza w populacji strategii. Warunkiem trwałości sukcesu strategii jest, by odnosiła go w szczególności wtedy, gdy przeważa liczebnie, czyli w otoczeniu zdominowanym przez własne kopie.

Trzeci turniej, jaki zorganizował Axelrod, przeprowadzony był właśnie w taki sposób, w jaki zrobiłaby to natura - tak, by znaleźć strategię ewolucyjnie stabilną. Co prawda, nie nazwał go trzecim turniejem, ponieważ nie poprosił o nowe zgłoszenia, lecz użył tych samych 63 strategii wystawionych do turnieju drugiego. Mnie osobiście odpowiada jednak traktowanie go jako turnieju trzeciego, ponieważ uważam, że różni się od pozostałych dwóch rozgrywanych na zasadzie „każdy z każdym” bardziej, niż te różniły się między sobą.

Axelrod wprowadził te 63 strategie do komputera, stwarzając tym samym „pokolenie nr 1” w ewolucyjnym następstwie pokoleń. W pokoleniu nr 1 na „aurę” składały się wszystkie 63 strategie w równych proporcjach. Pokolenie to zakończyło się wypłaceniem każdej strategii jej wygranej, lecz nie w pieniądzech czy punktach, ale w potomstwie, tożsamym z ich (bezpłciowymi) rodzicami. Z każdą mijającą generacją pewne strategie stawały się coraz radsze, aż w końcu zanikały. Inne zaś stawały się liczniejsze. Toteż wraz ze zmieniającymi się proporcjami zmieniała się i „aura”, w jakiej przebiegały kolejne rundy gry.

W końcu, po upływie około 1000 pokoleń, ustały zmiany w proporcjach, przestała się tym samym zmieniać i aura. Stabilność została osiągnięta. Przedtem powodzenie rozmaitych strategii wznosiło się i opadało, tak jak w

mojej symulacji komputerowej oszustów, frajerów i pamiętliwych. Niektóre strategie wymierały od samego początku, a większość wymarła przed upływem 200 generacji. Spośród strategii wrednych, jedna czy dwie zaczęły od wzrostu liczebności, ale ich powodzenie, podobnie jak powodzenie oszustów w mojej symulacji, miało krótki żywot. Jedyna wredna strategia, która przetrwała więcej niż 200 generacji, występowała pod nazwą Harrington. Jej powodzenie stromo narastało przez pierwsze niemal 150 generacji. Następnie powoli opadało, by w pobliżu pokolenia 1000 być bliskie zeru. Przejściowe powodzenie Harringtona miało te same przyczyny, co powodzenie mojego oszusta. Opierało się na wykorzystywaniu mięczaków w rodzaju wet za dwa wety (nazbyt wielkodusznych), dopóki te wciąż jeszcze istniały. Gdy mięczaki wyginęły, Harrington podążył ich śladem, nie znajdując już łatwego łupu. Zwalniało się pole dla uprzejmych, ale drażliwych strategii w rodzaju wet za wet.

I rzeczywiście, podobnie jak w turnieju pierwszym i drugim, w pięciu spośród sześciu powtórzeń turnieju trzeciego najlepszą okazała się wet za wet. Pięć innych, uprzejmych acz drażliwych strategii odniosło sukces (wysoką częstość w populacji) prawie równy sukcesowi wet za wet, w istocie jedna z nich nawet wygrała szóste powtórzenie. Gdy wszystkie wredne strategie wyginęły, strategie uprzejme stały się od siebie nieodróżnialne i w swoim zachowaniu tożsame z wet za wet, ponieważ, jako uprzejme, grały po prostu WSPÓŁPRACA we wszystkich spotkaniach.

Skutkiem tej niemożności rozróżnienia jest to, że choć wet za wet wydaje się być strategią ewolucyjnie stabilną, w gruncie rzeczy nią nie jest. Pamiętaj, że aby zasłużyć na to miano, strategia, która występuje w przewadze, musi być odporna na inwazję ze strony rzadkiej zmutowanej strategii. Co prawda, wet za wet nie jest podatna na inwazję ze strony strategii wrednej, ale sprawy mają się inaczej w przypadku innej strategii uprzejmej. Dopiero co przecież skonstatowaliśmy, że gdy w populacji znajduje się kilka tego typu strategii, wszystkie one wyglądają i zachowują się dokładnie tak samo, grając przez cały czas WSPÓŁPRACA. Toteż dowolna inna strategia uprzejma, choćby skrajnie święta: zawsze współpracuj, nie dozna wprawdzie przewagi selekcyjnej nad wet za wet, to jednak może przeniknąć nie zauważona do populacji. Dlatego właśnie wet za wet nie jest, ściśle rzecz biorąc, strategią ewolucyjnie stabilną.

Ktoś mógłby zaoponować: cóż nam szkodzi uznać ją za strategią ewolucyjnie stabilną, skoro nawet przy takim obrocie spraw świat wciąż niezmiennie pozostaje uprzejmy. Niestety, popatrzmy tylko, co dzieje się dalej. W przeciwieństwie do wet za wet, strategia zawsze współpracuj nie jest odporna na inwazję ze strony strategii wrednych w rodzaju zawsze zdradzaj. Strategii zawsze zdradzaj powodzi się znakomicie w spotkaniach ze strategią zawsze współpracuj, ponieważ za każdym razem uzyskuje wysoki wynik „zachęty do zdrady”. Toteż pojawiające się strategie wredne w rodzaju zawsze zdradzaj będą utrzymywać liczebność strategii nadto uprzejmych, takich jak zawsze współpracuj, na niskim poziomie.

Choć jednak wet za wet nie jest, ściśle rzecz biorąc, autentyczną strategią ewolucyjnie stabilną, potraktowanie pewnego zestawu różnych, uprzejmych, ale zdolnych do odwetu strategii przypominających wet za wet, jako przybliżonego równoważnika strategii ewolucyjnie stabilnej, jest w praktyce zapewne słuszne. Być może w skład tej mieszanki wchodziłaby niewielka domieszka strategii wrednych. W jednym z ciekawszych eksperymentów, będących rozwinięciem pracy Axelroda, Robert Boyd i Jeffrey Lorberbaum przeanalizowali mieszankę wet za dwa wety i strategii nazwanej podejrzliwy wet za wet. Podejrzliwy wet za wet jest z formalnego punktu widzenia wredny, ale tylko nieznacznie. Wrednym czyni go to, że w pierwszym posunięciu zawsze zdradza,

potem jednak zachowuje się dokładnie jak wet za wet. W otoczeniu zdominowanym przez wet za wet, podejrzliwy wet za wet prosperuje kiepsko, gdyż jego początkowa zdrada wyzwała nie kończące się pasmo wzajemnych obwinień. Natomiast w spotkaniu z graczem wet za dwa wety, dzięki właściwej tamtemu większej wielkoduszności, pasmo oskarżeń duszone jest w zarodku. Obaj gracze kończą grę z co najmniej wzorcowym wynikiem za stałą współpracę, a podejrzliwy wet za wet uzyskuje dodatkową premię za początkową zdradę. Boyd i Lorberbaum wykazali, że populacja wet za wet jest podatna na inwazję ze strony mieszaniny dwóch strategii: wet za dwa wety i podejrzliwy wet za wet, które w swoim towarzystwie prosperują znakomicie. Jest niemal pewne, że nie jest to jedyny zestaw, który w ten sposób mógłby dokonać inwazji. Takich kombinacji strategii z lekka wrednych ze strategiami bardzo wielkodusznymi, które razem są zdolne do dokonania inwazji, istnieje prawdopodobnie całe mnóstwo. Niektórzy dostrzegliby w tym odzwierciedlenie dobrze nam znanych aspektów ludzkiego życia.

Uznawszy, że wet za wet nie jest, ściśle rzecz biorąc, strategią ewolucyjnie stabilną, Axelrod wymyślił na jej określenie zwrot „strategia zbiorowo stabilna”. Tak jak i w przypadku prawdziwych strategii ewolucyjnie stabilnych, możliwe jest, by równocześnie istniało więcej strategii kolektywnie stabilnych, i jest jedynie kwestią przypadku, która z nich zdominuje populację. W analogiczny sposób stabilna jest strategia zawsze zdradzaj. W populacji, która została już zdominowana przez zawsze zdradzaj, żadnej innej strategii nie wiedzie się lepiej. Możemy traktować ten system jako bistabilny, w którym jednym stabilnym punktem jest zawsze zdradzaj, a drugim wet za wet (lub jakaś kompozycja zasadniczo uprzejmych, ale zdolnych do odwetu strategii). Obojętne, który ze stanów stabilnych jako pierwszy zdominuje populację, już w tej dominującej pozycji pozostanie.

Jak można tę dominację wyrazić w kategoriach ilościowych? Ile musi być strategii wet za wet, by zaczęło im się powodzić lepiej niż zawsze zdradzaj? Zależy to od konkretnych wielkości wygranych, jakie zgodnie z umową wypłaca w danej grze bankier. Można jedynie powiedzieć, że musi istnieć pewna liczebność graniczna, pewien punkt krytyczny. Po jednej stronie przekroczony zostaje próg liczebności wet za wet i dobór sprzyja wzrostowi jego liczby. Po drugiej zaś stronie przekroczony zostaje próg liczebności zawsze zdradzaj i dobór zaczyna sprzyjać zwiększaniu się właśnie jego liczby. Z odpowiednikiem takiego krytycznego punktu spotkaliśmy się, jak zapewne pamiętasz, w rozdziale 10, w przykładzie o pamiętliwych i oszustach.

Nie jest więc, rzecz jasna, obojętne, po której akurat stronie punktu krytycznego populacja znajdzie się na starcie. Chcemy się również dowiedzieć, czy możliwe jest, by w jakikolwiek sposób populacja mogła przeskakiwać od czasu do czasu z jednej strony punktu krytycznego na drugą. Załóżmy, że w punkcie wyjścia, od którego zaczynamy analizę populacji, znajduje się ona po stronie przewagi zawsze zdradzaj. Kilka osobników wet za wet nie spotyka się ze sobą na tyle często, by mogło im to przynieść wystarczającą obustronną korzyść. Toteż dobór naturalny spycha populację jeszcze bardziej w kierunku skrajności zawsze zdradzaj. Gdyby tylko udało się populacji przypadkowo zdryfować na drugą stronę punktu krytycznego, niepowstrzymanie podążyłaby w stronę wet za wet i wszystkim zaczęłoby się wieść znacznie lepiej na koszt bankiera (lub „natury”). Lecz populacje nie mają, rzecz jasna, grupowych intencji, zamiarów ani celów. Nie będą zawzięcie dążyć do przeskoczenia tego punktu. Przekroczą go tylko wtedy, gdy nie ukierunkowane siły natury przypadkiem je przezeń przeprowadzą.

W jaki sposób mogłoby to nastąpić? Moglibyśmy odpowiedzieć: „przypadkiem”. Lecz odpowiedź taka jest po prostu wyrazem naszej niewiedzy. „Przypadkiem” znaczy bowiem tyle, co: „w sposób określony przez wciąż nam nie znane lub niesprecyzowane czynniki”. Stać nas jednak na nieco więcej. Możemy spróbować zastanowić się, w

jaki sposób mniejszości osobników wet za wet może w praktyce udać się zbliżyć swoją liczebnością do wartości krytycznej. Sprowadza się to do poszukiwań sposobów na doprowadzenie do takiej koncentracji osobników wet za wet, jaka wystarczyłaby, by wszystkie one mogły wygrywać kosztem bankiera.

Ten tok rozumowania, choć robi wrażenie obiecującego, jest jednak dość niejasny. W jaki sposób osobniki, które są do siebie podobne, mogłyby gromadzić się w lokalne skupiska? W naturze zapewne mogłoby się to odbywać dzięki pokrewieństwu genetycznemu. Dla większości gatunków zwierząt prawdopodobne jest, że osobniki przebywające blisko siebie nie są przypadkowymi członkami populacji, ale siostrami, braćmi i kuzynami. I to niekoniecznie w wyniku wyboru. Jest to konsekwencja „lepkości” populacji. „Lepkość” oznacza tyle, co skłonność osobników do pozostawania w pobliżu miejsca swojego urodzenia. Przeciętny człowiek, na przykład, w każdej epoce historycznej i w dowolnej części świata, rzadko oddalał się o więcej niż kilka kilometrów od miejsca urodzenia (dopiero we współczesnym świecie zaszła pod tym względem zasadnicza zmiana). Rezultatem tego jest powstawanie lokalnych skupisk osobników spowinowaconych genetycznie. Pamiętam wizytę na samotnej wyspie opodal zachodniego wybrzeża Irlandii, w czasie której uderzyło mnie, iż prawie wszyscy mieszkańcy wyspy mieli uszy olbrzymie jak ucho u dzbanka. Tak duże uszy z pewnością nie były korzystne w tamtejszym klimacie (więcej tam silne wichury przybrzeżne). Świadczyły o bliskim spokrewnieniu większości mieszkańców tej wyspy.

Osobnicy spokrewnieni genetycznie będą podobni do siebie nie tylko z rysów twarzy, ale i pod wszelkimi innymi względami. Mogą się między innymi upodabniać pod względem genetycznie uwarunkowanej skłonności, by w grze przyjmować bądź odrzucać strategię wet za wet. Toteż nawet jeśli strategia wet za wet jest rzadka w całej populacji, lokalnie może być pospolita. W danej okolicy osobniki postępujące zgodnie z tą strategią mogą się spotykać na tyle często, by czerpać korzyści ze wzajemnej współpracy, mimo że częstość występowania takich osobników obliczona w skali globalnej - w całej populacji - wskazuje, że znajdują się one poniżej liczebności progowej.

Jeśli tak się stanie, osobniki wet za wet, współpracujące ze sobą w małych i przyjaznych enklawach, mogą prosperować na tyle dobrze, że z niewielkich i lokalnych skupisk rozrosną się do skupisk nieco większych. Te zaś mogą się rozrosnąć tak bardzo, że rozprzestrzenia się na inne obszary, zdominowane dotąd liczebnie przez osobników hołdujących strategii zawsze zdradzaj. Moja irlandzka wysepka nie jest trafną metaforą tych lokalnych enklaw, ponieważ jest fizycznie odizolowana. Lepiej będzie wyobrazić sobie dużą populację, w obrębie której nie występują znaczące migracje. W rezultacie członkowie populacji z reguły są bardzo podobni do swoich bliskich sąsiadów. Wraz ze wzrostem dystansu przestrzennego podobieństwo to maleje, jednakże na całym obszarze zachowana jest zdolność do wzajemnego krzyżowania się.

Wracając więc do omawianego przez nas punktu krytycznego: strategia wet za wet mogłaby go przekroczyć. W tym celu potrzebuje jedynie niewielkiego lokalnego skupiska, w rodzaju tych, jakie w sposób naturalny mogą powstawać w populacjach żyjących na wolności. Wet za wet ma wbudowaną umiejętność przechodzenia ponad punktem krytycznym na korzystną dla siebie stronę, nawet jeśli w populacji występuje rzadko. To tak, jakby w barierze, którą ma pokonać, znajdowało się sekretne przejście. Lecz to przejście zachowuje się jak zawór zastawkowy: jest asymetryczne. Zawsze zdradzaj, choć jest prawdziwą strategią ewolucyjnie stabilną, nie może, w przeciwieństwie do wet za wet, skorzystać z lokalnych skupisk jako sposobu na przekroczenie punktu krytycznego. Przeciwnie. Osobniki zawsze zdradzaj znalazłszy się w lokalnym skupisku nie tylko nie mają pożytku

ze swojej wzajemnej obecności, lecz we własnym towarzystwie wiedzie im się szczególnie fatalnie. Mało, że obca im jest cicha wzajemna współpraca kosztem bankiera, to jeszcze się nawzajem zwalczają. Dlatego też, w przeciwieństwie do wet za wet, powodzenie zawsze zdradzaj nie jest wspomagane przez związki pokrewieństwa czy „lepkość” populacji.

Wet za wet zatem, choć nie jest doskonałą strategią ewolucyjnie stabilną, ma za to stabilność wyższego rzędu. O cóż tu może chodzić? Przecież stabilny to stabilny. Zgadza się, ale teraz mamy na uwadze dalszą perspektywę. Zawsze zdradzaj może się opierać inwazji nawet przez długi czas. Jeśli jednak poczekamy odpowiednio długo, może nawet tysiące lat, uzbiera się dość osobników wet za wet, by przekroczyć punkt krytyczny i w populacji nastąpi zwrot. Jednak zwrot w przeciwnym kierunku nastąpić nie może. Zawsze zdradzaj, jak się przekonaliśmy, nie czerpie korzyści z tworzących się skupisk, a więc nie odznacza się tą stabilnością wyższego rzędu.

Jak stwierdziliśmy, osobnik wet za wet jest „uprzejmy”, co oznacza, że nigdy nie zdradza jako pierwszy, i „wielkoduszny”, co oznacza krótką pamięć wyrządzonych mu krzywd. Wprowadzę teraz jeszcze jeden termin Axelroda, nawiązujący do typowo ludzkich przymiotów - otóż wet za wet jest również „wolny od zawiści”. Zawiść, w terminologii Axelroda, oznacza dążenie nie tyle do uzyskania w miarę możliwości jak największej ilości pieniędzy, ile chęć zdobycia ich więcej niż drugi gracz. Brak zawiści to zadowolenie z wygranej w wysokości identycznej jak wygrana drugiego gracza, jeśli dzięki temu można od bankiera więcej wyciągnąć. Wet za wet nigdy właściwie nie „wygrywa”. Jeśli się nad tym zastanowisz, to zauważysz, że w żadnej grze nie może on osiągnąć więcej niż przeciwnik, ponieważ zdradza wyłącznie w odwecie. Może co najwyżej zremisować, jednak wynikiem każdego remisu jest dla obojgu wysoka wygrana. Toteż słowo „przeciwnik” jest w przypadku wet za wet i innych uprzejmych strategii nieodpowiednie. Tym smutniejsze jest, że w grze w Iterowany Dylemat Więźnia, organizowanej przez psychologów między żywymi ludźmi, niemal wszyscy gracze ulegali uczuciu zawiści i pod względem finansowym wychodzili na tym raczej kiepsko. Wydaje się, że wielu, może nawet sobie tego nie uzmysławiając, gotowych było raczej doprowadzić do przegranej oponenta, niż współpracować z nim, by wspólnie ograć bankiera. Praca Axelroda wykazuje, jak wielki jest to błąd.

Jednak błędem jest to tylko dla pewnego rodzaju gier. Gry dzielone są przez znawców teorii gier na dwa typy: na gry o sumie zerowej i gry o sumie niezerowej. W grze o sumie zerowej wygrana jednego gracza jest równoznaczna z przegraną drugiego. Szachy są grą o sumie zerowej, ponieważ celem każdego z graczy jest zwycięstwo, a to jest równoznaczne z doprowadzeniem do przegranej przeciwnika. Natomiast Dylemat Więźnia jest grą o sumie niezerowej. Występuje tu bankier wypłacający pieniądze, a tym samym wszelkie dane po temu, by obaj gracze zgodnie współpracując osiągnęli sukces finansowy i wystrychnęli bankiera na dudka.

Ostatnie zdanie przypomniało mi pewien wspaniały wers z Szekspira:

Na początek, zabijmy wszystkich prawników.

Król Henryk VI, cz. II, IV, 2

przekład Leona Urlicha

Wiele nawet poważnych konfliktów między ludźmi zawiera w istocie rozmaite możliwości wzajemnej współpracy. Coś, co wydaje się konfrontacją o sumie zerowej, przy odrobinie dobrej woli może przekształcić się w grę o sumie niezerowej, przynoszącą obopólne korzyści. Na przykład rozwód. Dobre małżeństwo jest bez wątpienia

grą o sumie niezerowej, w której trwa wzajemna współpraca. Ale nawet gdy się rozpada, jest wiele powodów, by kontynuować współpracę małżonków i jako grę o sumie niezerowej potraktować również rozwód. Nawet jeśli dobro dzieci nie jest do tego wystarczającym powodem, to może nim być wysokość honorariów dwóch prawników, poważnie nadwężająca rodzinny budżet. Czyż nie byłoby więc rozsądne, by cywilizowani przecież małżonkowie udali się razem do jednego prawnika?

Otóż właśnie nie. Przynajmniej w Anglii, a do niedawna także we wszystkich pięćdziesięciu stanach USA prawo, a ściślej - co godne uwagi - kodeks zawodowy prawników, na to nie zezwala. Klientem danego prawnika może być tylko jedno z małżonków. Drugą osobę zawraca się sprzed drzwi i albo w ogóle nie otrzymuje ona porady prawnej, albo zmuszona jest zwrócić się do innego adwokata. I wtedy właśnie zaczyna się zabawa. W osobnych biurach, ale operując tymi samymi słowami, prawnicy zaczynają mówić o „nas” i o „nich”. „My”, ma się rozumieć, nie znaczy, ja i moja żona, ale: ja i mój prawnik, przeciwko niej i jej prawnikowi. Kiedy sprawa trafia na wokandę sądową, zapisana jest jako „Smith kontra Smith”! Z góry zakłada się istnienie konfliktu, niezależnie od tego, czy małżonkowie czują wobec siebie wrogość, czy też rozsądnie postanowili załatwić sprawę w sposób polubowny. A kto korzysta na przedstawieniu sprawy jako gry typu „Ja wygrywam - ty przegrywasz”? Nikt inny, tylko prawnicy.

Nieszczęsna para zostaje wciągnięta w grę o sumie zerowej. Jednak dla prawników przypadek „Smith kontra Smith” jest znakomitą okazją do zarobku - grą o sumie zgoła niezerowej, w której Smithowie wypłacają wygrane, a dwaj zawodowcy ogoławają wspólne konto klientów w umiejętnie zamaskowanej współpracy. Jednym ze sposobów współpracy jest wysuwanie propozycji, o których obaj wiedzą, że są nie do przyjęcia przez drugą stronę. To jest bodźcem do kontrpropozycji, która także nie jest do zaakceptowania, o czym także obaj wiedzą. I tak to trwa. Każdy list, każda rozmowa telefoniczna między współpracującymi „adwersarzami” podwyższa wysokość honorarium. Przy odrobinie szczęścia proceder ten może się ciągnąć miesiącami, a nawet latami, a koszty wciąż będą rosły. Prawnicy nie muszą się spotykać, by dogadać się co do współpracy. Przeciwnie, instrumentem ich współpracy kosztem klientów jest, o ironio, całkowity brak kontaktów między nimi. Prawnicy mogą nawet nie być świadomi tego, co w istocie robią. Tak jak nietoperze wampiry, z którymi za chwilę się zapoznamy, postępują oni zgodnie z głęboko zrytualizowanymi regułami działania. System ten funkcjonuje bez jakiegokolwiek świadomego nadzoru czy organizacji. Po mistrzowsku zestrojony, wmanewrowuje nas w gry o sumie zerowej. Zerowej dla klientów, ale zdecydowanie nie zerowej dla prawników.

Co należałoby uczynić? Propozycja Szekspira jest nieelegancka. Lepiej byłoby zmienić prawo. Ale większość parlamentarzystów ma wykształcenie prawnicze i mentalność o sumie zerowej. Trudno wyobrazić sobie bardziej wojowniczą atmosferę niż ta, która panuje w brytyjskiej Izbie Gmin. (Na sali sądowej przynajmniej przestrzega się dobrych obyczajów dysputy. Czemu zresztą nie miano by ich przestrzegać, skoro „zarówno mój szanowny kolega, jak i ja” owocnie współpracując bogacimy się kosztem banku). Może ludzi o dobrych intencjach, którzy ustanawiają prawa, i prawników skłonnych naprawić zło należałoby zapoznać z elementami teorii gier. Gwoli sprawiedliwości trzeba dodać, że niektórzy prawnicy działają według dokładnie odwrotnych reguł, przekonując klientów, rwących się do boju o sumie zerowej, że uczynią lepiej, jeśli poza salą sądową dojdą do porozumienia o sumie niezerowej.

A inne gry, na które człowiek natrafia w swoim życiu? Które z nich mają sumę zerową, a które niezerową? A także - boć to przecież nie to samo - które z aspektów życia postrzegamy jako rozstrzygnięcia o sumie zerowej, a

które o niezerowej? Jakie sytuacje w ludzkim życiu sprzyjają zawiści, a jakie współpracy na koszt „bankiera”? Pomyśl na przykład o targach na temat wysokości zarobków i o widełkach płacowych. Czy kiedy negocjujemy dla siebie podwyżkę, skłania nas do tego zawiść, czy chęć współpracy dla zwiększenia do maksimum swoich realnych dochodów? Czy zarówno w życiu, jak i w eksperymentach psychologicznych nie zakładamy z góry, że dana gra ma sumę zerową, nawet jeśli w rzeczywistości jest inaczej? Sygnalizuję jedynie te dręczące pytania. Odpowiedź na nie przekraczałyby ramy niniejszej książki.

Piłka nożna jest grą o sumie zerowej. Tak przynajmniej bywa zazwyczaj. Czasami może się jednak stać grą o sumie niezerowej. Tak się zdarzyło w 1977 roku w czasie rozgrywek Ligi Angielskiej (inne pokrewne gry - rugby, futbol australijski, amerykański, irlandzki itd., to również na ogół gry o sumie zerowej). Drużyny piłkarskie podzielone są na cztery ligi. Poszczególne kluby grają przeciwko sobie w obrębie ligi, do której należą, gromadząc punkty za każdą wygraną lub remis, zdobyte w ciągu całego sezonu. Przynależność do pierwszej ligi wiąże się oczywiście z prestiżem, ale jest też dla klubu korzystna finansowo, ponieważ zapewnia liczną widownię. Przy końcu każdego sezonu trzy najsłabsze drużyny pierwszej ligi spadają do drugiej ligi, w której grają w sezonie następnym. Jest to uważane za tragedię, dla uniknięcia której warto dołożyć wszelkich starań.

18 maja 1977 roku był ostatnim dniem tamtego sezonu rozgrywek. Nazwy dwóch klubów opuszczających pierwszą ligę były już znane, trzeciego wciąż jeszcze nie. Wiadomo było, że opuści ją jedna z trzech drużyn: Sunderland, Bristol lub Coventry. Te trzy zespoły grały więc tamtej soboty o wszystko. Sunderland grał z drużyną, która miała już zapewnione pozostanie w pierwszej lidze. Tak się natomiast złożyło, że Bristol i Coventry grały przeciwko sobie. Wiadomo było, że jeśli Sunderland przegra swój mecz, wtedy Bristolowi i Coventry wystarczy remis, by utrzymać się w pierwszej lidze. Lecz jeśli Sunderland wygra, wtedy do drugiej ligi spadnie Bristol lub Coventry, a zdecyduje o tym wynik ich ostatniego spotkania. Oba decydujące mecze miały odbywać się równocześnie. Tak się jednak stało, że mecz Bristol-Coventry rozpoczął się z pięciominutowym opóźnieniem. Z tego powodu wynik meczu drużyny Sunderland stał się wiadomy, zanim skończył się mecz Bristol-Coventry, przydając tej zawiłej historii napięcia.

Podczas spotkania Bristolu z Coventry gra, by zacytować jedną z ówczesnych relacji, „była szybka, a momentami zacięta” - porywający (jeśli lubisz takie widowiska), wyrównany pojedynek. Piękne gole w wykonaniu obu drużyn doprowadziły do stanu 2: 2 w osiemdziesiątej minucie meczu. Nagle, na dwie minuty przed końcem gry, z drugiego boiska nadeszła wiadomość, że Sunderland przegrał. Szef zespołu Coventry kazał natychmiast wyświetlić tę wiadomość na gigantycznej tablicy świetlnej ustawionej przy końcu boiska. Bez wątplenia wszyscy gracze potrafili czytać i wszyscy uświadomili sobie, że mogą już zaprzestać walki. Remis był tym, czego oba zespoły potrzebowały, by utrzymać się w pierwszej lidze. W istocie, wysiłki zmierzające do podniesienia wyniku byłyby wręcz bezsensowne, ponieważ odciągnięcie graczy ze strefy obrony niesło ryzyko przegranej, a tym samym spadku do drugiej ligi. Obu stronom zaczęło zależeć na utrzymaniu remis. Zacytuję jeszcze raz tę samą relację: „Kibice obu drużyn, jeszcze na kilka sekund przed wyrównującą bramką Dona Gilliesa w 80 minucie zawzięci wrogowie, teraz zaczęli wspólnie świętować sukces swoich ulubieńców. Sędzia Ron Challis patrzył bezradnie, jak piłkarze bawią się piłką, nie atakowani przez przeciwników”. To, co poprzednio było grą o sumie zerowej, nagle za sprawą przybyłej z zewnątrz wiadomości stało się grą o sumie niezerowej. Według pojęć z naszych wcześniejszych rozważań, to tak jakby nagle w cudowny sposób pojawił się „bankier” sprawiając, że zarówno dla Bristolu, jak i Coventry korzystny

stawał się ten sam wynik: remis.

Nie bez powodu sporty widowiskowe takie jak piłka nożna są grami o sumie zerowej. Widownię bardziej ekscytuje widok graczy walczących zawzięcie, niż przyjaźnie ze sobą współdziałających. Jednak prawdziwe życie zarówno człowieka jak i rośliny czy zwierzęcia, nie toczy się ku uciesze widzów. Dlatego też w naturze wiele sytuacji jest w istocie równoważnych grze o sumie niezerowej. Funkcję „bankiera” pełni często natura, a osobniki mogą nawzajem korzystać ze swoich sukcesów. Nie muszą zwalczać rywali, by przysporzyć sobie korzyści. Bez potrzeby negowania fundamentalnych praw samolubnego genu możemy zrozumieć, w jaki sposób w świecie z gruntu egoistycznym może kwitnąć współpraca i wzajemna pomoc. Możemy zrozumieć, w jaki sposób uprzejmi, w axelrodowskim znaczeniu tego słowa, mogą finiszować jako pierwsi.

By się tak jednak działo, gra musi być iterowana. Gracze muszą wiedzieć (czy raczej „wiedzieć”), że obecna rozgrywka nie jest ostatnią w ich życiu. „Cień przyszłości”, by posłużyć się pamiętnym wyrażeniem Axelroda, musi być długi. Lecz jak długi? Nie może być przecież nieskończenie długi. Z teoretycznego punktu widzenia czas trwania gry nie ma znaczenia, ważne jest, by żaden z graczy nie wiedział, kiedy nastąpi jej koniec. Przypuśćmy, że ja i ty gramy przeciwko sobie, wiedząc, że gra będzie miała 100 rund. Obydwaj mamy świadomość, że setna runda, jako ostatnia, będzie równoważna jednorundowej grze w Dylemat Więźnia. W rundzie tej jedyną racjonalną dla nas obu strategią będzie więc ZDRADA i możemy obaj przyjąć, że drugi gracz, skonstatowawszy ten fakt, podejmie decyzję o zdradzie w ostatniej rundzie. Wynik ostatniej rundy może więc być do przewidzenia. Teraz oto runda 99 będzie równoważna grze jednorundowej, a zatem w tej przedostatniej rundzie ZDRADA obu graczy jest również jedynym racjonalnym wyborem. Takie samo rozumowanie stosuje się do rundy 98 i poprzednich. Dwaj w pełni rozsądnie myślący gracze, którzy wiedzą, ile rund ma gra, i zakładają, że przeciwnik również myśli racjonalnie, mogą jedynie zdradzać. Z tej przyczyny teoretycy gier, mówiąc o Iterowanym lub Powtarzanym Dylemacie Więźnia, zawsze przyjmują, że moment zakończenia gry jest niemożliwy do przewidzenia lub że znany jest tylko bankierowi.

W realnym życiu, nawet jeśli nie mamy pewności co do dokładnej liczby rund gry, możemy mimo to oszacować prawdopodobny czas jej trwania. To ustalenie może się stać ważną częścią strategii. Jeśli zauważę, że bankier zaczyna się niespokojnie wiercić i patrzeć na zegarek, mogę słusznie mniemać, że gra zbliża się do końca, co może budzić we mnie pokusę zdrady. Jeśli podejrzewam, że ty także zauważyłeś niepokój bankiera, mogę się obawiać, że zapewne również rozważasz zastosowanie tego posunięcia. Najpewniej więc chciałbym być tym, który zdradzi pierwszy. Zwłaszcza że mam obawy, że ty masz obawy, że ja...

Czysto matematyczne przeciwstawienie jednorundowego Dylematu Więźnia Iterowanemu Dylematowi Więźnia jest nadmiernym uproszczeniem. Należy raczej oczekiwać, że każdy z graczy będzie zachowywał się tak, jakby miał dostęp do wciąż aktualizowanych ocen co do przypuszczalnego czasu trwania gry. Im ten czas jest dłuższy, tym jego gra będzie bardziej zgodna z teoretycznymi przewidywaniami dla autentycznej gry iterowanej; innymi słowy - tym będzie uprzejmiejszy, bardziej wielkoduszny i mniej zawistny. Im krótszy jest szacowany czas trwania gry, tym większą będzie przejawiał skłonność do decyzji charakterystycznych dla gry jednorundowej - będzie wredniejszy i mniej wielkoduszny.

Poruszając ilustrację doniosłości „cienia przyszłości” ukazał Axelrod za pomocą godnego uwagi zjawiska, jakie zaistniało w czasie pierwszej wojny światowej - zasady określanej mianem: „żyj i daj żyć innym”. Oparł się

przy tym na badaniach historyka i socjologa Tony'ego Ashwortha. Fakty krótkotrwałego bratania się brytyjskich i niemieckich żołnierzy w okresie świąt Bożego Narodzenia i wspólnych biesiad na ziemi niczyjej są bardzo dobrze znane. Daleko mniej znany, choć według mnie dużo ciekawszy, jest fakt, że przynajmniej przez pierwsze dwa lata wojny, począwszy od roku 1914, wzdłuż całej linii frontu powszechne były nieoficjalne i niepisane pakt o nieagresji. Autor przytacza relację wysokiego rangą oficera brytyjskiego, który był niesłychanie zdziwiony, gdy w czasie wizytowania okopów zauważył niemieckich żołnierzy spacerujących w odległości strzału karabinowego przed linią swoich umocnień. „Nasi ludzie zdawali się nie zwracać na to uwagi. Przynajmniej sobie, że gdy przejmemy dowództwo, osobiście dopilnuję, by z tym skończyć. Nie można dopuszczać, by działy się takie rzeczy. Ci ludzie najwyraźniej nie zdawali sobie sprawy, że toczy się wojna. Obie strony najwyraźniej hołdowały zasadzie: »żyj i daj żyć innym«.

Teoria gier i Dylemat Więźnia nie były wtedy jeszcze wymyślone, lecz patrząc wstecz doskonale widzimy podłoże ówczesnych zdarzeń, a Axelrod przeprowadza ich fascynującą analizę. W wojennych okopach tamtych dni „cień przyszłości” każdego oddziału był długi. Znaczy to, że każda siedząca w okopie grupa żołnierzy brytyjskich mogła spodziewać się, że przez wiele miesięcy będzie tkwić naprzeciw wciąż tej samej grupy żołnierzy niemieckich, siedzących w przeciwległej linii okopów. Co więcej, zwykli żołnierze nigdy nie wiedzieli, kiedy zostaną przegrupowani, o ile w ogóle to nastąpi. Rozkazy wojskowe są z zasady arbitralne, kapryśne i niezrozumiałe dla tych, którzy je mają wykonywać. „Cień przyszłości” był dostatecznie długi i nieokreślony, by sprzyjać rozwojowi współpracy typu wet za wet. Pod warunkiem, rzecz jasna, że sytuacja była równoważna grze w Dylemat Więźnia.

Pamiętaj, że w prawdziwym Dylemacie Więźnia wielkości wygranych muszą odpowiadać pewnym regułom. Dla obu stron wzajemna współpraca musi być preferowana w stosunku do wzajemnej zdrady. Zdrada przy współpracy drugiej strony, o ile ci się tak uda, jest jeszcze korzystniejsza. Współpraca przy zdradzie drugiej strony jest rezultatem najgorszym ze wszystkich. Wzajemna zdrada jest tym, co najchętniej widziałaby generalicja. Chciałaby widzieć swoich chłopców strzelających z zapalem do Szwabów (lub Angoli) przy każdej nadarzającej się sposobności.

Z punktu widzenia generałów wzajemna współpraca nie była pożądana, ponieważ utrudniała im wygranie wojny. Jednak z punktu widzenia pojedynczych żołnierzy obu stron była jak najbardziej pożądana. Nie chcieli być zastrzeleni. Trzeba przyznać, że - tak jak generałowie - woleliby raczej wojnę wygrać niż przegrać, co zapewnia spełnienie pozostałych wymagań, by sytuacja stała się prawdziwym Dylematem Więźnia. Jednak pojedynczy żołnierz nie wybiera między wygraną a przegraną wojny, ponieważ jej wynik nie zależy w znaczący sposób od jego indywidualnych działań. Z pewnością jednak własny los zależy w dużym stopniu od wzajemnej współpracy z konkretnymi żołnierzami wrogiej armii, znajdującymi się po przeciwnej stronie pasa ziemi niczyjej, toteż wzajemna współpraca jest daleko bardziej pożądana niż wzajemna zdrada, nawet gdyby z pobudek patriotycznych, czy też z konieczności podporządkowania się dyscyplinie, było się w niewielkim stopniu skłonny do zdrady przy sprzyjającej po temu okazji. Sytuacja ta miała, jak się wydaje, cechy prawdziwego Dylematu Więźnia. Można się było spodziewać pojawienia się czegoś, co przypominało wet za wet, i tak też się stało.

Istniejąca w danym miejscu linii umocnień strategia lokalnie stabilna nie musiała być samą strategią wet za wet. Jest ona przecież tylko przedstawicielem całej rodziny strategii uprzejmych - zdolnych do odwetu, ale wybaczących. Wszystkie one, nawet jeśli nie są stabilne w ścisłym znaczeniu tego słowa, to są przynajmniej dość

odporne na inwazję, gdy się już uformują. Według relacji pochodzących z tamtych czasów na pewnym obszarze zaobserwowano rozwinięcie się strategii trzy wety za wet

Nocą wychodzimy przed okopy ... oddziały niemieckie pokazały się również, tak więc strzelanie zostało poczytane za nietakt. Granaty nasadkowe to rzecz wyjątkowo paskudna... Gdy wpadną do okopu, potrafią zabić nawet ośmiu czy dziewięciu ludzi... Ale używamy ich tylko wówczas, gdy Niemcy stają się wyjątkowo hałaśliwi, ponieważ za każdy granat wystrzelony przez nas, w odwecie posyłają nam trzy.

W dowolnej strategii z rodziny wet za wet ważne jest, by gracze ponosili karę za zdradę. Obie strony muszą być świadome groźby odwetu. Demonstrowanie możliwości odwetu było w systemie: „żyj i daj żyć innym” cechą godną uwagi. Strzelcy obu stron mogli prezentować swoją śmiertcionośną wirtuozerię, strzelając nie do żołnierzy z wrogich oddziałów, lecz do znajdujących się w ich pobliżu celów nieożywionych - technika używana również w westernach (na przykład zestrzeliwanie płomienia świecy). Nie wydaje się, by kiedykolwiek wyjaśniono w satysfakcjonujący sposób, dlaczego dwie pierwsze bojowe bomby atomowe zostały użyte - mimo zdecydowanego sprzeciwu czołowych fizyków, którzy je stworzyli - do zniszczenia dwóch miast, a nie celów nieożywionych, co przypominałoby widowiskowe zestrzelenie płomienia świecy.

Ważną cechą strategii typu wet za wet jest ich wielkoduszość. Pomaga to, jak już wiemy, zapobiegać akcjom, które mogłyby przerodzić się w długie i wyniszczające pasma wzajemnych obwinień. O tym, jak ważne jest stłumienie chęci odwetu, mówią dramatyczne wspomnienia brytyjskiego (już pierwsze jego zdanie nie pozostawia co do tego żadnych wątpliwości) oficera:

Pilem właśnie z kolegami herbatę, gdy usłyszeliśmy głośne krzyki i poszliśmy zobaczyć, co się stało. Ujrzyliśmy naszych ludzi i Niemców stojących na przedpiersiach swoich okopów. Nagle nadleciał pocisk, ale nie uczynił żadnych szkód. Obie strony oczywiście natychmiast się skryły i nasi ludzie zaczęli zlorzeczyć Niemcom, gdy nagle jeden dzielny Niemiec wyszedł na przedpiersie okopu i krzyknął do nas: „Jest nam niezmiernie przykro z tego powodu, mamy nadzieję, że nikt nie został ranny. To nie nasza wina, to ta przeklęta pruska artyleria”.

Axelrod zauważa, że przeprosiny te „są czymś znacznie głębszym niż czysto zdawkowy gest zmierzający do uniknięcia odwetu. Wyrażają autentyczne ubolewanie z powodu naruszenia atmosfery zaufania i troskę o to, czy ktoś nie został zraniony”. Niewątpliwie był to godny podziwu i bardzo odważny Niemiec.

Axelrod wskazuje również na przewidywalność poczynań wroga i przestrzeganie rytuału jako cechy ważne dla utrzymania stabilnego układu wzajemnego zaufania. Uroczym tego przykładem była „salwa wieczorna” wystrzeliwana przez artylerię brytyjską zawsze w to samo miejsce linii niemieckich umocnień. Oto słowa niemieckiego żołnierza:

Nadlatywał o siódmej - tak regularnie, że mógłbyś nastawiać według niego zegarek ... Pocisk wycelowany był zawsze w to samo miejsce, z dobrym skupieniem, bez odchyłek w poziomie, niedolotów czy przestrzeleń... Znajdowali się nawet ciekawscy, którzy wyczolgiwali się... na krótko przed siódmą, by zobaczyć jak wybuch.

Artyleria niemiecka robiła dokładnie to samo, jak możemy wyczytać z następującej relacji strony brytyjskiej:

[Niemcy] zachowywali taką regularność w wyborze celów, momentu oddania strzału, liczbie salw, że ... pułkownik Jones... wiedział co do minuty, gdzie upadnie następny pocisk. Jego obliczenia były bardzo dokładne i potrafił wyczyniać rzeczy, które niewtajemniczonym oficerom sztabowym wydawały się wielkim ryzykiem, lecz on

dobrze wiedział, że zanim dotrze do ostrzeliwanego rejonu, kanonada umilknie.

Axelrod zwraca uwagę, że takie „rytuały rutynowego ostrzału na pokaz przekazywały naraz dwie wiadomości. Dla dowództwa były przejawem agresji, ale dla wroga były przesłaniem pokojowym”.

System „żyj i pozwól żyć innym” mógł być wypracowany drogą bezpośrednich negocjacji, prowadzonych świadomie przez strategów siedzących wokół stołu. W rzeczywistości było inaczej. Rozwinął się jako seria lokalnych umów, w wyniku wzajemnych reakcji na zachowanie drugiej strony. Pojedynczy żołnierze prawdopodobnie nie byli nawet świadomi rozwoju tego zjawiska. Nie dziwi nas to. Strategie w komputerze Axelroda były całkowicie nieświadome. To ich zachowanie definiowało je jako uprzejme lub wredne, wielkoduszne lub małostkowe, zawistne lub nie. Programiści, którzy je zaprojektowali, mogli przejawiać niektóre z tych cech, ale to nie ma tu znaczenia. Bardzo wredny człowiek mógłby bez trudu napisać program uprzejmej, wielkodusznej i niezawistnej strategii. I odwrotnie. Uprzejmej strategii nie poznaje się po jej motywach (bo ich nie ma) ani po osobowości jej autora (który przestaje się liczyć w momencie, gdy program jest uruchomiony w komputerze), ale po jej zachowaniu. Program komputerowy może się zachowywać w sposób strategiczny, nie będąc świadom swojej strategii, w istocie nie będąc świadomym czegokolwiek.

Idea strategów nieświadomych lub przynajmniej takich, których świadomość, jeśli mają jakąkolwiek, nie odgrywa żadnej roli, jest nam oczywiście doskonale znana. Na stronach tej książki aż roi się od nieświadomych strategów. Programy Axelroda znakomicie ilustrują sposób, za pomocą którego w całej tej książce przedstawialiśmy zwierzęta, rośliny i, oczywiście, geny. Naturalne jest więc pytanie o to, czy jego optymistyczne wnioski - o sukcesie niezawistnej, wielkodusznej uprzejmości - stosują się również do świata natury. Odpowiedź brzmi: oczywiście tak. Jedynym warunkiem, by w naturze pojawiały się czasem gry w Dylemat Więźnia, jest zapewnienie długiego „cienia przyszłości” oraz tego, by gry miały sumę niezerową. We wszystkich królestwach organizmów żywych warunki te są na pewno spełnione.

Nikomu chyba nie przyszłoby do głowy twierdzić, że bakteria jest świadomym strategiem, a jednak bakterie pasożytnicze są prawdopodobnie zaangażowane w nie kończące się rozgrywki Dylematu Więźnia ze swoimi gospodarzami i nie ma powodu, by ich strategiom nie przypisać axelrodowskich przymiotów - wielkoduszności, braku zawiści itp. Axelrod i Hamilton zwrócili uwagę, że nieszkodliwe zazwyczaj lub pożyteczne gatunki bakterii mogą u osoby, która uległa zranieniu, okazać się zjadliwe, powodując zakażenie ogólne, prowadzące nawet do śmierci. Lekarz powiedziałaby, że odniesione rany obniżyły „naturalną odporność” organizmu. Lecz może prawdziwy powód ma związek z rozgrywkami w Dylemat Więźnia. Czy bakteria mogłaby mieć coś do zyskania, przed czym jednak zwykle się powstrzymuje? W grze między człowiekiem a bakterią „cień przyszłości” zwykle jest długi, gdyż w każdym momencie życia człowieka możemy oczekiwać, że będzie ono trwało jeszcze przez lata. Natomiast człowiek poważnie ranny może mieć, z punktu widzenia zamieszkujących go bakterii, znacznie krótszy „cień przyszłości”. Tym samym zachęta do zdrady staje się wariantem znacznie atrakcyjniejszym niż nagroda za wzajemną współpracę. Nie muszę chyba dodawać, że w słowach tych nie kryje się sugestia, iż bakterie wykombinowały to w swoich wrednych małych główkach! Dobór działający na pokolenia bakterii mógł w nie wbudować nieświadomą regułą praktyczną, która przejawia się na drodze czysto biochemicznej.

Według Axelroda i Hamiltona zemścić się mogą nawet rośliny, oczywiście i tym razem nieświadomie. Drzewa figowe i rozwijające się w ich kwiatostanach bleskotki, spokrewnione z owadziarkami, łączy bliski związek

kooperatywny. Figa, którą zjadasz, w rzeczywistości nie jest owocem. Na jej spodzie znajduje się mała dziurka i gdybyś wszedł do wnętrza przez tę dziurkę (żeby ci się to udało, musiałbyś być tak mały, jak bleskotka, a są one bardzo małe: na szczęście zbyt małe, by je zauważyć, gdy zjada się figę), znalazłbyś tam setki drobnych kwiatków wyścielejających ścianki. Figa jest małą mroczną oranżerią, komorą do zapylenia kwiatów. Bleskotki jako jedyne potrafią dokonać zapylenia. Tak więc drzewo korzysta z tego, że gości je u siebie. A co one z tego mają? Otóż w niektórych z tych małych kwiatków składają jaja, a wylęgłe z nich larwy żywią się tymi kwiatkami. Inne zaś kwiatki wewnątrz tej samej figi zostają zapyłone. „Zdrada” ze strony owada oznaczałaby złożenie jaj w zbyt wielu kwiatkach i zapylenie zbyt małej ich liczby. A jak „mści się” drzewo figowe? Jak piszą Axelrod i Hamilton: „Okazuje się, że jeśli wchodząca do młodej figi bleskotka nie zapyli wystarczająco wielu kwiatów, a zamiast tego prawie we wszystkich złoży jaja, to figa taka jest przez drzewo odrzucana na wczesnym etapie rozwoju. Ginie wtedy całe potomstwo bleskotki”.

Przedziwny przykład czegoś, co wydaje się być występującym w naturze układem typu wet za wet, odkrył Eric Fischer u pewnego gatunku obojnaczej ryby z rodziny strzępielowatych. Inaczej niż u nas, płęć tych ryb nie zostaje zdeterminowana przez chromosomy w momencie zapłodnienia. Każdy osobnik zdolny jest do pełnienia funkcji zarówno samicy, jak i samca, choć w czasie jednego tarła wyrzuca tylko jeden rodzaj komórek płciowych: albo ikrę, albo nasienie. Osobniki tego gatunku tworzą monogamiczne pary i w nich grają na przemian rolę samca i samicy. Otóż możemy podejrzewać, że skoro rola samca jest mniej kosztowna, każda z ryb „wolałaby” za każdym razem odgrywać tę właśnie rolę, o ile tylko by jej się to udało. Innymi słowy, osobnik, któremu udałoby się namówić partnera, by przez większość czasu odgrywał rolę samicy, zagarnąłby tym samym dla siebie wszelkie korzyści „jej” ekonomicznej inwestycji w ikrę, podczas gdy „on” zachowałby swoje zasoby, by wydatkować je na coś innego, na przykład na tarło z inną rybą.

W rzeczywistości obserwowany przez Fischera system polegał na regularnych, ściśle przez ryby przestrzeganych zamianach ról. Jeśli grają one w wet za wet, to właśnie tego powinniśmy oczekiwać. I nie ma w tym nic dziwnego, gdyż ich sytuacja wydaje się autentycznym Dylematem Więźnia, choć w nieco bardziej skomplikowanej odmianie. Zagranie kartą WSPÓŁPRACA oznacza podjęcie roli samicy, gdy przychodzi twoja kolej. Próba odegrania roli samca, gdy przychodzi na ciebie kolej zagrania samicy, równoważna jest wyłożeniu karty ZDRADA. Zdradzając narażasz się na odwet: partner może odmówić grania roli samicy, gdy przyjdzie „jej” (jego?) kolej, lub może po prostu wycofać się ze związku. I rzeczywiście, jak zaobserwował Fischer, pary, w których role dzielone były nierówno, miały tendencje do rozpadania się.

Socjologowie i psychologowie zastanawiają się czasami, czemu dawcy krwi oddają krew (dotyczy to takich krajów, jak Wielka Brytania, gdzie nie otrzymują za to zapłaty). Trudno mi uwierzyć w jakiegokolwiek proste wytłumaczenie tego aktu, na przykład w altruizm odwzajemniony czy skryty egoizm. Przecież krwiodawcy systematycznie oddający krew nie korzystają z żadnych preferencji, gdy im samym potrzebna jest transfuzja. Nie są nawet nagradzani małymi złotymi gwiazdkami do noszenia w klapie. Może jestem prostoduszny, ale korci mnie, by uznać to za autentyczny przypadek czystego, bezinteresownego altruizmu. Może tak, a może nie. Jednak dzielenie się krwią wśród nietoperzy-wampirów wydaje się znakomicie odpowiadać modelowi Axelroda, Dowiedzieliśmy się o tym z badań G. S. Wilkinsona.

Nietoperze-wampiry, jak wiadomo, odżywiają się wypijając nocą krew. Nie jest im łatwo zdobyć pokarm,

ale jeśli im się to uda, porcja jest obfita. Z nadejściem świtu pechowcy wracają z łowów z pustymi brzuchami, tymczasem te, którym udało się znaleźć ofiarę, nassały się krwi do przesytu. Następnej nocy szczęście może się odwrócić. Mamy tu więc dobrą okazję do ujawnienia się altruizmu odwzajemnionego. Wilkinson stwierdził, że te osobniki, którym danej nocy dopisało szczęście, rzeczywiście czasem zwracały krew, dzieląc się nią ze swoimi mniej fortunnymi towarzyszami. Spośród 110 obserwowanych przez Wilkinsona przypadków zwracania krwi, 77 można było łatwo zaklasyfikować jako przypadki karmienia dzieci przez matki, a spośród większości pozostałych akty dzielenia się krwią dotyczyły osobników związanych innymi rodzajami pokrewieństwa. Jednak pozostałe przypadki dzielenia się krwią zdarzały się między nietoperzami nie spowinowaconymi, o których nie można było powiedzieć, że „łączą je więzy krwi”. Trzeba zaznaczyć, że osobniki te często przebywały w jednym gnieździe - miały dogodne warunki do wielokrotnych wzajemnych interakcji: warunek konieczny w Iterowanym Dylemacie Więźnia. Czy były jednak spełnione inne jego wymagania? Tabela D przedstawia wyniki, jakich powinniśmy oczekiwać, gdyby tak właśnie było.

Twoje posunięcia

Współpraca

Zdrada

Współpraca

Moje posunięcia

Zdrada

Dość dobrze Bardzo źle NAGRODA ZAROBEK FRAJERA Otrzymuję krew po pechowej nocy, Ponoszę koszty uratowania co ratuje mnie przed śmiercią twojego życia po mojej udanej głodową. Muszę podzielić się nocy. Ale gdy mnie się nie krwią po udanej nocy, powiedzie, ty mnie nie karmisz, co nie kosztuje mnie zbyt wiele, co grozi mi śmiercią głodową. Bardzo dobrze Kiepsko ZACHĘTA KARA Ratujesz mi życie tej nocy, której Nie muszę ponosić niewielkich mi się nie powiodło. Zyskuję kosztów karmienia ciebie jeszcze więcej, nie ponosząc po mojej udanej nocy niewielkich kosztów karmienia Ale gdy mnie się nie powiedzie, ciebie po mojej udanej nocy. grozi mi śmierć z głodu. Tabela D. Schemat dzielenia się krwią u nietoperzy-wampirów: moje wygrane w wyniku różnych posunięć.

Czy życiowa ekonomika wampirów jest rzeczywiście zgodna z tą tabelą? Wilkinson sprawdził tempo, w jakim wampiry tracą wagę. Na tej podstawie wyliczył, ile czasu potrzeba, by śmiercią głodową zginął syty nietoperz, a ile, by zginął nietoperz głodny, oraz zanalizował wszystkie pośrednie stadia sytości. To pozwoliło mu znaleźć przelicznik między ilością wypitej krwi a liczbą godzin, o jaką dzięki niej życie wampira zostaje przedłużone. Nie było dla niego zaskoczeniem, że przelicznik jest zmienny, uzależniony od tego, jak bardzo nietoperz jest głodny. Bardzo głodnemu nietoperzowi ta sama ilość krwi przedłuża życie o większą liczbę godzin niż mniej głodnemu nietoperzowi. Innymi słowy, choć oddanie krwi zwiększa ryzyko śmierci dawcy, to wzrost ten jest niewielki w porównaniu ze wzrostem szans przeżycia biorcy. Z ekonomicznego punktu widzenia stosowanie się wampirów do reguł Dylematu Więźnia wydaje się prawdopodobne. Krew, której osobnik się pozbywa, jest dla niego (a raczej dla niej, gdyż społeczności wampirów złożone są z samic) mniej cenna niż ta sama ilość krwi dla biorcy. Po pechowej

nocy podarunek z krwi jest dla niego niezwykle cennym wsparciem. Na odmowie podzielenia się krwią po udanej nocy, o ile uszłoby mu to płazem, skorzystałby tylko nieznacznie. „Ujście płazem” znaczy oczywiście cokolwiek jedynie pod warunkiem, że nietoperze przyjmują pewien rodzaj strategii typu wet za wet. Czy inne warunki dla powstania zachowań typu wet za wet są spełnione w takim samym stopniu?

A zwłaszcza: czy nietoperze te potrafią się nawzajem rozpoznawać? Eksperymentując z nietoperzami hodowanymi w niewoli, Wilkinson wykazał, że tak. Eksperyment jego polegał na odizolowaniu jednego nietoperza na noc i głodzeniu go, podczas gdy wszystkie pozostałe otrzymywały pokarm. Nieszczęsnego wygłodniałego nietoperza przynoszono następnie z powrotem do gniazda, a Wilkinson obserwował, czy ktokolwiek, a jeśli tak, to kto, dzielił się z nim pokarmem. Eksperyment powtarzany był wiele razy, a do głodzenia wybierano kolejno różne nietoperze. Kluczowym punktem eksperymentu było utworzenie stada nietoperzy przez połączenie dwóch odrębnych grup pochodzących z jaskiń odległych od siebie o wiele kilometrów. Jeśli wampiry potrafią rozpoznawać przyjaciół, głodzony eksperymentalnie nietoperz powinien otrzymywać pożywienie tylko od byłych współmieszkańców swojej jaskini.

I to właśnie zaobserwowano. Odnotowano trzynaście przypadków dzielenia się krwią. W dwunastu z nich dawca należał do „starych druhów” zgłodniałej ofiary, pochodzących z tej samej jaskini. Tylko w jednym przypadku głodny nietoperz został nakarmiony przez „nowego przyjaciela”, który wywodził się z innej jaskini. Taki wynik eksperymentu mógł być oczywiście dziełem przypadku, ale jego prawdopodobieństwo da się wyliczyć i jest ono mniejsze niż jeden do pięciuset. Możemy więc - nie ryzykując wiele - wywnioskować, że istotnie nietoperze wolą dzielić się pokarmem ze starymi kumplami niż z obcymi z innej jaskini.

Wampiry stały się inspiracją wielu mitów. Dla miłośników wiktoriańskiej powieści gotyckiej są wcieleniem siejących nocą postrach, wysysających krew złych mocy, które odbierają niewinnym istotom życie jedynie dla zaspokojenia swojego pragnienia. Dodaj do tego inny mit wiktoriański - o przyrodzie jako arenie krwawych walk na kły i pazury - czyż nie okaże się, że wampiry są najlepszym ucieleśnieniem naszych najgłębszych obaw żywionych wobec świata samolubnego genu? Osobiście do wszelkich mitów odnoszę się sceptycznie. Tylko poszukiwanie prawdy może udzielić odpowiedzi na konkretne pytania. Pisma Darwina nie dają nam szczegółowego opisu każdego gatunku z osobna. Dają nam za to coś bardziej przenikliwego i wartościowego: zrozumienie zasady. Lecz jeśli już musimy podtrzymywać mity, realne fakty z życia wampirów mogłyby nam podpowiedzieć całkiem inne moralne przesłanie. Dla wampirów drogą jest nie tylko pokrewieństwo. Wznoszą się one ponad więzy rodzinne, tworząc własne trwałe związki lojalnego braterstwa krwi. Wampiry mogłyby się stać forpocztą nowego dobrotliwego mitu szczodrej, wzajemnie korzystnej współpracy. Mogłyby stać się zwiastunem tchnącej optymizmem idei, że to uprzejmi, chociaż sterowani przez samolubne geny, finiszują jako pierwsi.

ROZDZIAŁ 13

DALEKOSIĘŻNY GEN

U samych podstaw teorii samolubnego genu tkwi niepokojący konflikt. Konflikt między genem a pojedynczym osobnikiem, jako konkurentami do miana podstawowej jednostki życia. Z jednej strony mamy atrakcyjny wizerunek niezależnych replikatorów DNA, brykających po generacjach jak kozice, wolnych i nieujarzmionych, spotykających się na chwilę w jednorazowych maszynach przetrwania; nieśmiertelne helisy uwolnione od nieustannego następstwa pokoleń śmiertelników, zdążające każda z osobna ku swojej własnej wieczności. Z drugiej zaś strony, patrząc na pojedyncze osobniki, widzimy w każdym z nich bez wątpienia spójną i zintegrowaną oraz niezwykle skomplikowaną maszynę o jednoznacznie wytyczonym celu. Osobnik nie sprawia wrażenia produktu chwilowej, luźnej federacji zmagających się ze sobą jednostek genetycznych, którym nie starcza czasu na wzajemne bliższe poznanie się, zanim zaokrętowane w nasieniu lub jaję wyruszą w następny etap wielkiej genetycznej tułaczki. Ma on jedną jaźń, jeden mózg, który na wspólnej drodze do celu koordynuje wspólną członków i narządów zmysłów. Osobnik wygląda i zachowuje się jak niezależna, godna podziwu jednostka.

W niektórych rozdziałach tej książki rozważaną przez nas elementarną jednostką, dążącą do osiągnięcia maksymalnego powodzenia w przekazywaniu swych genów, był pojedynczy organizm. Wyobrażaliśmy sobie poszczególne zwierzęta, jak dokonują złożonej ekonomicznej analizy korzyści genetycznych, płynących z wyboru różnych dróg działania. W innych jednak rozdziałach główny tok rozumowania przedstawiany był z punktu widzenia genów. Gdyby nie takie spojrzenie na życie - z perspektywy genu - trudno byłoby znaleźć powód, dla którego organizm miałby dbać o sukces rozrodczy zarówno swój, jak i swoich krewnych, a nie na przykład tylko o własną długowieczność.

Jak rozstrzygnąć powyższy paradoks? Moją własną próbę podejścia do problemu dwóch sposobów patrzenia na życie zawarłem w *The Extended Phenotype* - książce, która jest moją dumą i radością bardziej niż jakiegokolwiek inne osiągnięcie w życiu zawodowym. Rozdział niniejszy jest skróconym wyborem kilku wątków tej książki, chociaż, prawdę mówiąc, wolałbym, abyś przerwał w tym miejscu i zabrał się do czytania *The Extended Phenotype*!

Ujmując rzecz racjonalnie, dobór darwinowski nie może działać bezpośrednio na geny. Osnuty białkami i spowity błonami DNA jest odgradzony od świata i niewidoczny dla doboru naturalnego. Gdyby dobór miał działać bezpośrednio na cząsteczki DNA, trudno byłoby mu odnaleźć jakieś stosowne kryteria. Wszystkie geny wyglądają podobnie, tak samo jak podobne do siebie są taśmy magnetofonowe. Istotne różnice między genami ujawniają się w skutkach ich działania. Jest to na ogół wpływ na proces rozwoju zarodkowego, a tym samym na budowę ciała osobnika i jego zachowanie. Dobór wybiera te geny, które w określonych warunkach, spowodowanych obecnością innych genów w tym samym zarodku, wywrą nań korzystny wpływ. W tym przypadku „korzystny” znaczy, sprzyjający rozwinięciu się zarodka w udanego osobnika dorosłego, który ma duże szanse rozmnożyć się i przekazać dokładnie te same geny przyszłym pokoleniom. Termin „fenotyp” używany jest dla określenia cielesnej manifestacji genu - jego wpływu na rozwój osobnika, w porównaniu do wpływów wywieranych przez jego allele. Efektem fenotypowym jakiegoś konkretnego genu może być, dajmy na to, zielony kolor oczu. W rzeczywistości większość genów przejawia się więcej niż jedną cechą fenotypową, dajmy na to, zielonym kolorem oczu i kręconymi włosami.

Dobór naturalny przedkłada jedne geny nad inne nie z powodu właściwości samych genów, ale z powodu ich skutków - efektów fenotypowych.

Darwiniści zwykli wybierać do analizy te geny, których skutki fenotypowe powodują polepszenie lub pogorszenie przeżywalności i rozrodczości całych osobników. Skłonni byli pomijać korzyści, jakie odnosi sam gen. Między innymi z tego powodu paradoks leżący u podstaw naszej teorii nie jest zwykle dostrzegany. Gen może wygrywać w konkurencji, gdyż na przykład poprawia rączność drapieżnika. Całe ciało drapieżnika, wraz ze wszystkimi jego genami, zyskuje na tym, że biega on szybciej. Szybkość pomaga mu przeżyć i mieć dzieci, a więc przekazana zostaje większa liczba kopii jego genów, w tym również genu na szybki bieg. Tu paradoks dyskretnie znika, to bowiem, co dobre dla jednego genu, jest dobre dla wszystkich pozostałych.

Co się jednak stanie, jeśli gen wywiera efekt fenotypowy korzystny dla siebie, ale fatalny dla pozostałych genów osobnika? Nie jest to czysta fantazja. Przypadki takie są znane, jak choćby intrygujące zjawisko zwane presją mejotyczną. Mejoza, o ile pamiętasz, to taki specjalny podział komórki, redukujący do połowy liczbę chromosomów. W wyniku podziału powstają plemniki lub komórki jajowe. Normalna mejoza jest całkowicie uczciwą loterią. Z każdej pary alleli tylko jeden ma to szczęście, by dostać się do danego plemnika czy jaja. Jednakże oba mają równe szanse i jeśli zbadać wiele plemników (lub jaj), okazuje się, że połowa z nich zawiera jeden allel, a połowa drugi. Mejoza jest uczciwa jak rzut monetą. Lecz choć wyniki rzutu monetą są dla nas zdarzeniami przysłowiowo losowymi, to jednak sam rzut jest procesem fizycznym i podlega wpływowi wielu czynników - wiatru, precyzji w doborze siły wyrzucenia i tak dalej. Mejoza też jest procesem fizycznym i geny mogą na nią wpływać. A gdyby tak pojawił się zmutowany gen, który wpływa nie na jakąś typową cechę, jak kolor oczu czy kręcenie się włosów, ale na samą mejozę? Przypuśćmy, że nagina proces mejozy w taki sposób, że szanse jego samego - zmutowanego genu - na dostanie się do jaja stają się większe niż jego allelicznego partnera. Otóż takie geny istnieją i noszą nazwę genów zaburzających segregację. Czai się w nich diaboliczna prostota. Gdy taki gen powstanie na drodze mutacji, niepowstrzymanie rozpleni się w populacji kosztem swojego partnera. To właśnie określamy mianem presji mejotycznej. Zadziała nawet wtedy, gdyby skutki tego miały być katastrofalne dla osobnika i dla wszystkich pozostałych genów.

W różnych miejscach tej książki ciągle pamiętaliśmy o tym, że pojedyncze osobniki mogą na różne finezyjne sposoby „oszukiwać” innych członków tej samej społeczności. Tutaj zaś mamy do czynienia z pojedynczymi genami „oszukującymi” inne geny, z którymi przebywają w jednym ciele. Genetyk James Crow nazwał je „genami wywrotowymi”. Jednym z najlepiej znanych genów zaburzających segregację jest tak zwany gen *t* u myszy. Gdy mysz ma dwa geny *t*, umiera przed osiągnięciem dojrzałości albo jest bezpłodna. Mówimy, że gen *t* jest letalny w stanie homozygotycznym. Samiec myszy mający tylko jeden gen *t* jest normalną zdrową myszą, z jednym znaczącym wyjątkiem. Jeśli zbadać plemniki takiego samca, okazuje się, że 95 procent z nich zawiera gen *t* a tylko 5 procent normalny allel. Jest to oczywiście znaczne odstępstwo od spodziewanej 50-procentowej proporcji. Gdziekolwiek w dzikiej populacji pojawi się na drodze mutacji allel *t*, rozprzestrzenia się błyskawicznie jak pożar lasu. Jakżeby mogło być inaczej, skoro ma tak wielką, niesprawiedliwą przewagę w loterii mejotycznej? Rozprzestrzenia się tak szybko, że wkrótce znaczna liczba osobników w populacji dziedziczy gen *t* w podwójnej dawce (to znaczy po obojgu rodzicach). Umierają one lub są bezpłodne i w niedługim czasie cała lokalna populacja może wymrzeć. Są dowody na to, że w przeszłości dzikie populacje myszy wymierały na skutek epidemii genów *t*.

Nie wszystkie spośród genów zaburzających segregację mają tak niszczące skutki uboczne, jak gen t. Jednak większość z nich w mniejszym lub większym stopniu szkodzi jego nosicielowi. (Genetyczne skutki uboczne są niemal zawsze ujemne, toteż na ogół nowa mutacja rozpowszechni się jedynie wtedy, gdy dobre skutki przewyższą skutki negatywne. Jeśli zarówno jedno, jak i drugie dotyczą całego ciała, sumaryczny skutek może być dla ciała pozytywny. Jeśli jednak skutki działania genu są niekorzystne dla ciała, a dobre tylko dla samego genu, z punktu widzenia ciała efekt sumaryczny będzie fatalny). Jeśli w wyniku mutacji pojawi się gen zaburzający segregację, to pomimo szkodliwych skutków ubocznych z pewnością rozprzestrzeni się w populacji. Dobór naturalny (który przecież działa na poziomie genu) preferuje gen zaburzający segregację, nawet mimo jego potencjalnie niekorzystnych efektów na poziomie organizmu.

Geny zaburzające segregację, choć istnieją, nie są zbyt często spotykane. Dociekając dalej, moglibyśmy zapytać, dlaczego nie są powszechne, czyli inaczej mówiąc - dlaczego proces mejozy jest na ogół uczciwy, perfekcyjnie bezstronny jak rzut nie sfałszowaną monetą. Zobaczmy, że odpowiedź pojawi się sama, gdy tylko zrozumiemy, dlaczego w ogóle istnieją organizmy.

Fakt istnienia pojedynczego organizmu jest traktowany jako coś oczywistego prawdopodobnie dlatego, że tworzące go elementy łączą się w tak integralną i nierozzerwalną całość. Stawiając pytania dotyczące życia, pytamy przeważnie o całe organizmy. Biologowie zastanawiają się, dlaczego organizmy robią to czy tamto. Często zadają pytanie, dlaczego organizmy grupują się w społeczności. A przecież powinni przede wszystkim zapytać - a nie pytać - dlaczego materia żywa grupuje się w organizmy. Dlaczego morze nie jest już jak dawniej polem walki wolnych i niezależnych replikatorów? Dlaczego dawne replikatory zespoliły się, by stworzyć i zasiedlić ociężałe roboty, i czemu te roboty - poszczególne ciała, ty i ja - są tak duże i tak skomplikowane?

Wielu biologom trudno byłoby tu dostrzec jakikolwiek problem. Dla nich naturalne jest stawianie pytań dotyczących poziomu pojedynczego organizmu. Niektórzy posuwają się wręcz do tego, by traktować DNA jako narzędzie służące organizmom do rozmnażania się - tak jak oko jest narzędziem służącym do patrzenia! Czytelnicy tej książki na pewno zauważą, jak głęboko błędne jest takie podejście. Sprawa została w nim postawiona na głowie. Będą jednak również świadomi, że w podejściu alternatywnym, czyli zakładającym punkt widzenia samolubnego genu, także tkwi głęboki problem. Jest on niemal odwróceniem poprzedniego: dlaczego w ogóle istnieją organizmy? A zwłaszcza: dlaczego przyjmują postać tak dużych i obdarzonych tak spójnym celem form, że myli to biologów skłonnych odwracać kota ogonem? By rozwiązać ten problem, zacząć musimy od oczyszczenia naszych umysłów i pozbycia się starych nawyków myślowych, które każą nam milcząco przyjmować istnienie organizmów jako coś oczywistego. Gdybyśmy tego nie uczynili, nie poradziłibyśmy sobie z tą kwestią. Jako instrumentem oczyszczającym nasze umysły posłużymy się pojęciem, nazwanym przeze mnie rozszerzonym fenotypem (extended phenotype). Poświęcę kilka chwil wyjaśnieniu tego pojęcia.

Za efekty fenotypowe genu uważa się na ogół wszelkie wpływy, jakie gen ten wywiera na ciało, w którym się znajduje. Jest to definicja klasyczna. Jak się jednak za chwilę przekonamy, za efekty fenotypowe powinno się uważać wszelkie wpływy, jakie gen wywiera na cały otaczający świat. Może się tak zdarzyć, że w danym przypadku wpływ genu ogranicza się wyłącznie do ciągu pokoleniowego ciał, w których rezyduje. Ale będzie to tylko pewien szczególny przypadek, którego nie powinno się włączać do samej definicji. Nie zapominajmy przecież, że skutki fenotypowe genu są jego narzędziami, za pomocą których przenosi się do następnej generacji. Dodać trzeba, że

narzędzia te mogą również sięgać w przestrzeń znajdującą się na zewnątrz ciała. Na czym w praktyce może polegać rozszerzony wpływ fenotypowy danego genu na świat otaczający ciało, w którym się ów gen znajduje? Jako pierwsze przychodzą nam na myśl przykłady sztucznych wytworów, takich jak tamy bobrów, gniazda ptaków czy domki chruścików.

Dorosłe chruściki są niepozornymi brązowymi owadami, które nie wyróżniają się niczym szczególnym. Dość niezgrabnie latają nad wodami rzecznyymi i nie są przez większość nas zauważane. Zanim jednak przeobrażą się w owady dorosłe, dość długo żyją na dnie rzeki jako larwy, te zaś z całą pewnością nie są niepozorne. Są jednymi z najbardziej niezwykłych stworzeń na Ziemi. Posługując się wytwarzanym przez siebie spoiwem, zręcznie budują rurkowane domki z materiału zebranego z dna strumienia. Domek jest przenośny - gdy larwa chruścika przemieszcza się, zabiera go z sobą, jak ślimak czy krab pustelnik swoją muszlę. Różnica polega na tym, że u tamtych zwierząt dom wyrósł albo został znaleziony, chruścik zaś swój dom zbudował. Niektóre gatunki chruścików jako materiału budulcowego używają patyczków, inne - fragmentów martwych liści, jeszcze inne - małych skorupki ślimaków. Lecz zapewne największe wrażenie robią domki zbudowane z kamyków. Chruścik bardzo starannie dobiera budulec, odrzucając kamyki zbyt duże lub zbyt małe, nie pasujące w danym miejscu ścianki, a nawet obraca każdym z nich tak, by go jak najściślej dopasować.

Nawiasem mówiąc, zastanawiające jest, dlaczego ich domki robią na nas takie wrażenie? Przecież gdybyśmy spróbowali spojrzeć na to inaczej, z pewnością większe wrażenie powinna na nas wywrzeć architektura oka chruścika czy jego stawu goleniowego niż stosunkowo skromna architektura domku z kamieni. W końcu oko i staw goleniowy są daleko bardziej skomplikowane i „przemysłne” niż domek. Jednak, być może dlatego, że oko i staw powstają w podobny sposób, jak nasze własne oczy i stawy, na drodze procesu zachodzącego wewnątrz ciała naszych matek, w którym siłą rzeczy nie możemy sobie przypisywać udziału, przeto, choć to nielogiczne, większe wrażenie robi na nas domek.

Odbiegłszy już tak daleko od tematu, nie mogę powstrzymać się, by nie pójść jeszcze dalej. Otóż, rzecz paradoksalna, wrażenie, jakie robi na nas domek chruścika jest znacznie mniejsze od tego, jakie wywarłoby równoważne osiągnięcie bliższego nam gatunkowo zwierzęcia. Wyobraź sobie wielkie tytuły gazet, gdyby jakiś badacz fauny morskiej odkrył gatunek delfina, którego osobniki wyplatają wielkie, zręcznie utkane sieci na ryby o średnicy dwudziestokrotnie przekraczającej długość ich ciała! Ale pajęczynę uplecioną przez pająka traktujemy jako coś zwyczajnego, raczej jako domowe utrapienie niż jeden z cudów świata. A pomyśl tylko, jakie wrażenie zrobiłaby Jane Goodall wróciwszy z rezerwatu nad strumieniem Gombe z fotografiami dzikich szympanów budujących własne domy, kryte dachem i ocieplone, ze starannie dobranych i spojonych zaprawą kamieni! Tymczasem larwom chruścika, robiącym dokładnie to samo, udaje się wzbudzić w nas jedynie przelotne zainteresowanie. Mówi się czasem, jakby broniąc stosowania takiej podwójnej miary, że pająki i chruściki dokonują swoich wyczynów architektonicznych „instynktownie”. I co z tego? Toż przez to są jeszcze bardziej zadziwiające.

Wróćmy jednak do głównego toku naszych rozważań. Domek chruścika, w co nikt nie wątpi, jest przystosowaniem, które wyewoluowało na drodze doboru darwinowskiego. Było ono preferowane przez dobór w dokładnie taki sam sposób, jak, dajmy na to, twardy pancerz homara. Jest to okrywa chroniąca ciało, korzystna dla całego organizmu i wszystkich jego genów. Nauczyliśmy się już jednak, że z punktu widzenia doboru naturalnego korzyści dla organizmu należy postrzegać jako uboczne. W istocie liczą się korzyści, jakie odnoszą geny - te same,

które nadały skorupie jej własności ochronne. Przypadek homara jest typowy. Pancierz jest oczywiście częścią jego ciała. Ale co z domkiem chruścika?

Dobór naturalny preferował te spośród dawnych genów chruścików, które nakazywały ich właścicielom budować domki skutecznie je chroniące. Geny te sterowały zachowaniem prawdopodobnie poprzez wpływ na rozwój układu nerwowego w okresie zarodkowym. Jednak genetyk dostrzeżałby wpływ genów na kształt domków i inne ich własności. Powinien więc wyróżniać geny „na” kształt domku w dokładnie tym samym znaczeniu, jak, powiedzmy, geny na kształt nogi. Prawdę mówiąc, nikt w rzeczywistości nie zajmował się genetyką domków chruścików. W tym celu należałoby prowadzić staranne rejestry rodowodów chruścików krzyżowanych w niewoli, co nie byłoby łatwe, gdyż w niewoli owady te rozmnażają się niechętnie. I bez tego rodzaju studiów genetycznych można jednak być pewnym, że geny decydujące o różnicach pomiędzy domkami chruścików istnieją, a przynajmniej, że istniały niegdyś. Wystarczy nam jedynie poparte racjonalnymi argumentami przekonanie, że domek chruścika jest przystosowaniem darwinowskim. Jeśli nim jest, to wśród domków chruścików musiała istnieć uwarunkowana genetycznie zmienność, ponieważ dobór nie może wytworzyć przystosowania, jeśli brak jest różnorodnych przekazywalnych dziedzicznie rozwiązań, między którymi może dokonywać się wybór.

W takim razie, choć może się to genetykom wydać pomysłem osobliwym, ma sens mówienie o genach „na” kształt kamienia, jego rozmiar, twardość i tak dalej. Każdy genetyk, który by się temu sprzeciwił, musiałby konsekwentnie sprzeciwić się również pojęciu genów na kolor oczu, na pomarszczone ziarna grochu i tym podobne cechy. Jednym z powodów, dla których pomysł ten może się wydawać dziwaczny, jest to, że kamienie nie są materią żywą. A ponadto wpływ genów na własności kamieni wydaje się być wybitnie pośredni. Genetyk obstawiałby przy tym, że geny wpływają bezpośrednio na układ nerwowy, a za jego pośrednictwem na behavior doboru kamieni, nie zaś na same kamienie. Zachęcałbym jednak, by ten genetyk nieco dogłębniej zanalizował, co w gruncie rzeczy znaczy powiedzenie, że geny wywierają wpływ na układ nerwowy. Jedyne na co geny mają naprawdę bezpośredni wpływ to synteza białka. Wpływ genu na układ nerwowy czy, jak wspomniałem wyżej, na kolor oczu lub zmarszczki na ziarnach grochu jest zawsze pośredni. Gen określa sekwencję białka, które wpływa na X, który z kolei wpływa na Y, ten zaś na Z, który w końcu wpływa na zmarszczki grochu lub połączenia komórek w układzie nerwowym. Domek chruścika jest tylko kolejnym ogniwem, przedłużającym ten łańcuch zależności. Twardość kamienia jest rozszerzonym efektem fenotypowym genów chruścika. Jeśli mamy prawo mówić, że gen wpływa na zmarszczki grochu lub na układ nerwowy zwierzęcia (a wszyscy genetycy uważają, że mamy takie prawo), musimy mieć prawo do twierdzenia, że gen wpływa na twardość kamieni w domku chruścika. Wstrząsające, czyż nie? Mimo to logika tego rozumowania jest niepodważalna.

Jesteśmy więc gotowi na przejście do następnego etapu naszych rozważań: geny jednego organizmu mogą wywierać rozszerzony wpływ fenotypowy na ciało innego organizmu. Domki chruścików pomogły nam przebyć poprzedni etap; w tym pomogą nam muszle ślimaków. Muszla jest dla ślimaka tym samym, czym dla larwy chruścika jest domek z kamyków. Stanowi wydzielinę własnych komórek ślimaka, toteż genetyk tradycjonalista mógłby bez oporów mówić o genach „na” różne cechy muszli, na przykład grubość jej ścianek. Okazuje się jednak, że ślimaki zarażone przez pewne gatunki motylic (należących do płazińców) mają muszle znacznie grubsze. Jaki sens mogłoby mieć to pogrubienie? Gdyby zaatakowane ślimaki miały muszle znacznie cieńsze, bez trudu wytłumaczylibyśmy to osłabieniem organizmu ślimaka. Ale grubsza muszla? Grubsza muszla stanowi zapewne

lepszą ochronę dla ślimaka. Wygląda na to, że pasożyty w istocie pomagają swemu gospodarzowi, udoskonalając jego muszlę. Czy aby na pewno?

Nie wyciągajmy wniosków zbyt pochopnie. Jeśli grubsze muszle są naprawdę lepsze dla ślimaka, to czemu się takowe nie tworzą również bez udziału motylic? Odpowiedź leży zapewne w ekonomii. Budowanie muszli jest dla ślimaka kosztowne. Wymaga energii, wapnia i różnych związków chemicznych, które trzeba wyodrębnić z pożywienia zdobywanego z takim trudem. Wszystkie te zasoby, jeśli nie zostaną zużyte na budowę muszli, będą mogły być przeznaczone na co innego, na przykład na wytworzenie dodatkowego potomstwa. Ślimak wydatkujący duże zasoby na budowanie bardzo grubej muszli kupuje bezpieczeństwo dla swego ciała. Ale co uzyska takim kosztem? Być może, będzie żył dłużej, lecz odniesie mniejszy sukces rozrodczy i przekazanie własnych genów następnemu pokoleniu może mu się nie udać. Geny na tworzenie bardzo grubych muszli będą wśród tych właśnie nie przekazanych genów. Innymi słowy, muszla może się okazać zarówno zbyt cienka, jak i (co mniej oczywiste) zbyt gruba. Tak więc pasożyt nakłaniający ślimaka do wytwarzania bardzo grubej muszli wcale nie jest jego dobroczyńcą, chyba że pokrywałby koszty ekonomiczne tego przedsięwzięcia. Możemy być pewni, że nie jest aż tak hojny. Motyllica wywiera na drodze chemicznej pewien wpływ na ślimaka, co zmusza go do odejścia od „preferowanej” przez niego grubości muszli. Przedłuża zapewne ślimakowi życie, ale jego genom nie pomaga.

A co ma z tego motyllica? W jakim celu to czyni? Oto moje przypuszczenie. Przetrwanie ciała ślimaka może, przy założeniu identyczności pozostałych czynników, przynieść korzyść zarówno jego genom, jak i genom motylicy. Rozmnażanie ma jednak wyższy priorytet od przetrwania, które nieraz bywa poświęcane. Tymczasem na rozmnażaniu ślimaka skorzystać mogą geny ślimaka, lecz nie geny motylicy. Nie może się ona bowiem spodziewać, że jej geny zamieszkiwać będą potomstwo obecnego gospodarza. Równie dobrze mogą je zasiedlić geny innej motylicy - jej konkurentki. Jeśli przyjąć, że długowieczność ślimaka okupiona jest uszczerbkiem dla jego sukcesu reprodukcyjnego, geny motylicy „skwapliwie” narażają ślimaka na te straty, ponieważ w rozmnażaniu się ślimaka nie mają żadnego interesu. Natomiast dla jego genów ponoszenie tych kosztów jest niekorzystne, ponieważ na dłuższą metę ich przyszłość zależy właśnie od rozmnażania. Sugeruję więc, że wpływ, jaki geny motylicy wywierają na komórki wydzielające muszlę u ślimaka, przynosi korzyść genom motylicy kosztem strat ponoszonych przez geny ślimaka. Teorię tę dałoby się zweryfikować, lecz jeszcze tego nie zrobiono.

Jesteśmy więc oto gotowi do pewnej generalizacji tego, z czym zapoznaliśmy się przy okazji omawiania chruścików. Jeśli moje przypuszczenia na temat skutków działania genów motylicy są słuszne, to mamy jednakowe prawo do powiedzenia, że na ciała ślimaków wpływają geny ślimaka, jak też, że na ciała ślimaków wpływają geny motylicy. To tak, jakby geny sięgnęły na zewnątrz „własnego” ciała i sterowały światem zewnętrznym. Podobnie jak w przypadku chruścików, sformułowania tego rodzaju mogą być dla genetyków trudne do przełknięcia. Przyzwyczajeni są bowiem do tego, że zasięg wpływów genu ograniczony jest do ciała, w którym się znajduje. Lecz podobnie jak w przypadku chruścików, bliższe przyjrzenie się temu, co genetycy rozumieją pod pojęciem „wpływu” wywieranego przez geny, pokazuje, że niechęć ta jest skierowana pod niewłaściwym adresem. Musimy jedynie przyjąć, że modyfikacja muszli ślimaka jest przystosowaniem motylicy. Jeśli tak, to musiało do niej dojść na drodze doboru darwinowskiego genów motylicy. Wykazaliśmy więc, że wpływy fenotypowe genu mogą się rozciągać nie tylko na obiekty martwe, takie jak kamienie, ale również na inne istoty żywe.

Przykład ślimaków i motylic to dopiero początek. Od dawna wiadomo o zadziwiających swą

przemysłnością oddziaływaniach najrozmaitszych typów pasożytów na swoich gospodarzy. Gatunek mikroskopijnego pierwotniaka pasożytniczego o nazwie Nosema, który atakuje larwy trojszyka, spokrewnionego z naszym mącznikiem młynarkiem, „odkrył” jak wytwarzać substancję chemiczną, wywierającą na te chrząszcze szczególny wpływ. Podobnie jak inne owady, chrząszcze te produkują hormon zwany juwenilnym, którego obecność utrzymuje osobnika w stanie larwalnym. Sygnałem do normalnego przeobrażenia się w postać dorosłą jest zaprzestanie przez larwę wytwarzania hormonu juwenilnego. Pasożytowi Nosema udało się zsyntetyzować ten hormon, a właściwie jego bliski analog chemiczny. Miliony pierwotniaków bytujących w ciele larwy trojszyka zespalały swoje siły dla masowej produkcji hormonu juwenilnego, nie dopuszczając do jej przeobrażenia się w dorosłego owada. Miast przeobrazić się, rośnie dalej, stając się gigantyczną larwą o masie dwukrotnie większej od masy dorosłego owada. Dla misji propagowania genów chrząszcza jest to fatalne, lecz dla pasożytów Nosema jest dobrodziejstwem. Gigantyzm larw chrząszcza jest rozszerzonym efektem fenotypowym genów pierwotniaka.

A oto opis przypadku wywołującego jeszcze większy freudowski niepokój niż chrząszcz niechętny dorosłości niczym Piotruś Pan - kastracja pasożytnicza! Kraby atakowane są przez pasożytniczego stwora zwanego rozgłowcem (Sacculind). Rozgłowiec spokrewniony jest z pąklami, ale na pierwszy rzut oka zaliczyłoby się go raczej do roślin pasożytniczych. Zapuszcza on w głąb tkanek pechowego kraba rozbudowany system korzeniowy, z którego pomocą wysysa z jego ciała potrzebne sobie składniki pokarmowe. Nie przypadkiem zapewne jednymi z pierwszych zaatakowanych narządów kraba są jądra lub jajniki. Inne narządy, potrzebne krabowi do życia - lecz nie do rozmnażania - zostawia sobie rozgłowiec na później. Krab zostaje w rezultacie wykastrowany przez pasożyta. Jak u tucznego wolu, energia i zasoby, które mogły być przeznaczone na rozmnażanie kraba, są kierowane do budowy jego ciała - dostarczając pasożytowi frykasów kosztem krabiego rozrodu. Sytuacja jakże podobna do tej, którą przedstawiłem wcześniej, omawiając trojszyka zaatakowanego przez Nosema i ślimaka opanowanego przez motylkę. We wszystkich trzech przypadkach, jeśli zmiany zachodzące w gospodarzu zgodzimy się uznać za darwinowskie przystosowania na korzyść pasożyta, to musimy je traktować jako rozszerzone efekty fenotypowe genów pasożytów. A zatem geny potrafią sięgać poza „własne” ciało i wpływać na fenotypy innych ciał.

Interesy genów pasożyta i gospodarza mogą być w dość znacznym stopniu zbieżne. Z punktu widzenia samolubnego genu, za „pasożyty” w ciele ślimaka możemy uważać w równym stopniu geny motylki, jak i geny ślimaka. Dla nich wszystkich otaczająca je skorupa ochronna jest tak samo przydatna, choć różnią się między sobą co do jej „preferowanej” grubości. Zasadniczą przyczyną tej odmienności jest fakt, że geny te obierają różne drogi przedostawania się z jednego ciała ślimaka do drugiego. Geny ślimaków wykorzystują do tego celu pośrednictwo ślimaczych plemników lub jaj, geny zaś motylki - drogę zupełnie inną. Nie będę tu wniknął w szczegóły (są odstręczająco skomplikowane) - ważne jest to, że nie opuszczają ciała ślimaka w jego plemnikach lub jajach.

Pytanie, które, jak sądzę, jest najistotniejsze w przypadku jakiegokolwiek pasożyta, brzmi następująco: czy jego geny przekazywane są przyszłym pokoleniom za pomocą tego samego nośnika, co geny gospodarza? Jeśli nie, to spodziewałbym się, że w taki czy inny sposób będą gospodarzowi szkodzić. Lecz jeśli tak, pasożyt uczyni wszystko, co w jego mocy, by wspomóc gospodarza nie tylko w przetrwaniu, ale i w rozmnażaniu się. Z biegiem ewolucyjnego czasu przestanie być pasożytem, zacznie z gospodarzem współpracować, by w końcu tak dalece stopić się z jego tkankami, że może w ogóle nie sposób będzie rozpoznać w nim dawnego intruza. Być może, jak to sugerowałem na stronie 254, nasze komórki przebyły w toku ewolucji te wymienione wyżej etapy; być może,

wszyscy jesteśmy rezultatem pradawnych fuzji pasożytów.

Przyjrzyjmy się, co może się zdarzyć, gdy geny pasożyta i gospodarza istotnie obierają tę samą drogę wyjścia. Na drążących drewno chrząszczach należących do spokrewnionego z kornikami gatunku *Xyleborus ferrugineus* pasożytują bakterie, które nie tylko żyją w ciele gospodarza, ale używają jego jaj jako środka transportu do nowego gospodarza. Toteż warunki docelowe, które z punktu widzenia genów gospodarza byłyby uważane za najkorzystniejsze, powinny być niemal równie korzystne także dla pasożytów. Można więc oczekiwać, że oba zestawy genów będą współdziałać z dokładnie tych samych powodów, które jednocześnie zwykle geny tego samego organizmu. Jest bez znaczenia, że przypadkiem niektóre z nich są genami chrząszcza, a inne genami bakterii. Oba zestawy genów są „zainteresowane” w przetrwaniu chrząszcza i wytwarzaniu jego jaj, są one bowiem paszportem do przyszłości dla obu tych zestawów. Tak więc geny bakterii łączy z genami gospodarza wspólny los i według mojej interpretacji powinniśmy oczekiwać, że bakterie będą pod każdym względem ściśle współpracować ze swoimi chrząszczami.

Jak się okazało, określenie „współpraca” jest w tym przypadku dość ogólnie. Przysługa, jaką bakterie oddają chrząszczom, należy do najbardziej intymnych ze wszystkich. Chrząszcze te są haplodiploidalne, tak jak pszczoły i mrówki (patrz rozdział 10). Z jaj zapłodnionych przez samca rozwija się zawsze samica. Z jaj nie zapłodnionych rozwijają się samce. Innymi słowy, samce nie mają ojca. Jaja, z których powstają samce, rozwijają się spontanicznie, bez penetracji plemnika. W przeciwieństwie jednak do jaj pszczół i mrówek, jajo tego chrząszcza musi być przez coś pobudzone. I tu wkraczają do akcji bakterie. Nakłuwając nie zapłodnione jajo, dają mu kuksańca pobudzającego je do życia i do rozwinięcia się w samca. Bakterie te są właśnie przedstawicielem takiego rodzaju pasożytów, które według mnie powinny zaprzestać pasożytnictwa i podjąć symbiozę właśnie dlatego, że przenoszone są za pośrednictwem jaj gospodarza razem z jego genami. Ich „własne” ciała mogłyby nawet w końcu zaniknąć, doskonale stapiając się z ciałem „gospodarza”.

Znamienna jest różnorodność stopni zażyłości między pasożytem a gospodarzem spotykana dziś u różnych gatunków służy. Tkanki tych małych, osiadłych zwierząt, wyposażonych w czułki podobnie jak morskie ukwiały, mogą być zaatakowane przez glony. U gatunków *Hydra vulgaris* i *Hydra attenuata* glony są prawdziwymi pasożytami służy, działającymi na ich szkodę. U *Chlorohydra uiridissima* natomiast glony są zawsze obecne w ciele służy i dostarczając jej tlenu działają dla jej dobra. I co się okazuje: w całkowitej zgodzie z naszymi oczekiwaniami u *Chlorohydra* glony przemieszczają się do następnego pokolenia za pomocą jaj służy. U pozostałych zaś dwóch gatunków - nie. Interesy genów glonu i genów *Chlorohydra* są zbieżne. I jedno, i drugie zainteresowane są zwiększeniem produkcji jaj *Chlorohydra*. Natomiast geny pozostałych dwóch gatunków służy nie są „jednomyślne” z genami ich glonów. Przynajmniej nie w takim samym stopniu. Obydwa zestawy genów mogą być zainteresowane w przetrwaniu ciał służy, ale tylko geny służy troszczą się o jej rozmnażanie. Toteż glony, miast ewoluować w kierunku przyjaznej współpracy, zatrzymują się na etapie szkodliwych pasożytów. Jeszcze raz powtarzam: punktem kluczowym w tym rozumowaniu jest to, że pasożyt, którego geny dzielą z genami gospodarza wspólny los, jest pospołu z gospodarzem zainteresowany tymi samymi korzyściami, toteż w perspektywie przestanie zachowywać się jak pasożyt.

Wspólny los oznacza w tym przypadku przyszłe pokolenia. Geny *Chlorohydra* i glonu, geny chrząszcza i bakterii mogą dostać się w przyszłość tylko poprzez jaja gospodarza. Obojętne więc, jakie będą „kalkulacje” genów

pasożyta co do optymalnej drogi postępowania w dowolnym aspekcie życia - i tak będą one dokładnie lub prawie dokładnie zbieżne z analogicznymi „kalkulacjami” genów gospodarza. W przypadku ślimaka i pasożytującej na nim motyli orzekliśmy, że preferowana przez każdego z nich grubość muszli jest odmienna. W przypadku chrząszcza Xyleborus i jego bakterii pasożyt zgadza się z gospodarzem co do preferowanej długości jego skrzydeł, jak i dowolnej innej cechy jego ciała. Możemy być o tym przekonani, nie wiedząc nawet, do czego konkretnie potrzebne mu są skrzydła czy cokolwiek innego. By to przewidzieć, wystarczy nam jedynie świadomość, że zarówno geny chrząszcza, jak i bakterii podejmą wszelkie stosowne działania, by spowodować te same przyszłe zdarzenia - sprzyjające jak najlepiej produkcji jaj chrząszcza.

Doprowadziwszy ten wywód do logicznej konkluzji, zastosujmy go do normalnych, „własnych” genów. Nasze geny współpracują ze sobą nie dlatego, że są nasze własne, lecz dlatego, że wspólna jest ich furta ku przyszłości - plemnik lub jajo. Jeśli jakiegokolwiek geny takiego organizmu jak człowiek znalazłyby sposób rozprzestrzeniania się niezależny od klasycznej drogi poprzez plemnik lub jajo, to mogłyby tę drogę obrać, stając się tym samym mniej skłonne do współpracy. Preferowany przez nie stan docelowy byłby bowiem inny niż pozostałych genów organizmu. Poznaliśmy już przykłady genów, które naginają proces mejozy na swoją korzyść. Być może, istnieją także geny, które zeszyły z „prawowitej drogi” wiodącej poprzez plemniki i jaja i przetarły sobie nowe okrężne szlaki.

Istnieją fragmenty DNA, które nie stanowią części chromosomów, lecz pływają swobodnie i powielają się w płynnym wnętrzu komórki, przy czym najczęściej jest to komórka bakteryjna. Noszą różne nazwy, na przykład wiroidów lub plazmidów. Plazmidy są zwykle mniejsze niż wirusy, nierzadko składają się z kilku zaledwie genów. Niektóre plazmidy mają zdolność wbudowywania się do chromosomu [Bakterie jako prokaryoty nie mają chromosomów, lecz genofor - pojedynczą pętlę nagiego DNA, odpowiadającą chromosomom eukariotycznym (przyp. red.)] bez pozostawiania śladów. Miejsce połączenia jest tak gładkie, że nie sposób go rozpoznać - plazmid staje się nieodróżnialny od reszty chromosomu. Te same plazmidy mogą się również z powrotem wyciąć z chromosomu. Owa zdolność DNA do wycinania i wklejania, do swobodnego wskakiwania i wyskakiwania z chromosomu jest jednym z bardziej ekscytujących faktów, jakie wyszły na jaw od czasu publikacji pierwszego wydania tej książki. W istocie, zgromadzone ostatnio informacje dotyczące plazmidów mogą być znakomitym dowodem na poparcie moich przypuszczeń ze strony 254 (które mogły się wtedy wydawać zbyt oderwane od rzeczywistości). W gruncie rzeczy nie ma doprawdy znaczenia, czy fragmenty te zaczynały jako wdzierające się pasożyty, czy chcący się wyłamać buntownicy. Ich zachowanie będzie prawdopodobnie takie samo. Dla uwypuklenia mojej tezy rozważę przypadek takiego zbuntowanego fragmentu.

Mamy oto odcinek zbuntowanego ludzkiego DNA, który zdolny jest wyciąć się z chromosomu i unosić swobodnie wewnątrz komórki; być może, potrafi się również powielić, tworząc wiele kopii, by następnie ulokować się w innym chromosomie. Jakież to nietypowe drogi w przyszłość mógłby obrać taki buntowniczy replikator? Z powierzchni naszej skóry bezustannie uwalniają się komórki. Przecież kurz, unoszący się w naszych domach, w większości zawiera nasz złuszczonego naskórek. Nieuchronnie więc wciąż wdychamy nawzajem swoje komórki. Jeśli przeciągniesz paznokciem po wnętrzu ust, znajdą się na nim setki żywych komórek. W czasie pocałunków i pieszczot kochanków muszą się przemieszczać w obu kierunkach całe ich masy. Odcinek zbuntowanego DNA mógłby się zabrać z którąkolwiek z nich. Jeśli geny znajdą sobie nietypowe przejścia na skróty prowadzące do

innego organizmu (dodatkowe lub zastępcze wobec klasycznej drogi poprzez plemnik lub jajo), bądźmy pewni, że dobór naturalny wesprze ich wygodnictwo i udoskonali te drogi. Co do szczegółów wybranych metod, nie ma powodu, by miały się one znacząco różnić od chwytów używanych przez wirusy - co jakże łatwo przewidzieć zwolennikom teorii samolubnego genu i rozszerzonego fenotypu.

Gdy mamy katar lub kaszel, symptomy choroby uważamy na ogół za dokuczliwe objawy uboczne wirusowej infekcji. Lecz czyż nie jest bardziej prawdopodobne, że jest to rozmyślny wybieg zastosowany przez wirusa, by ułatwić sobie przenoszenie się od jednego gospodarza do drugiego? Nie dość usatysfakcjonowany tym, że jest wydychany do atmosfery, wirus powoduje wybuch kaszlu i kichania. Wirus wścieklizny przenoszony jest wraz ze śliną, gdy jedno zwierzę ukąsi inne. U psów jedną z oznak choroby jest ich przemiana z na ogół pokojowo nastawionych i przyjaznych zwierząt we wściekle kąsające bestie, toczące pianę z pyska. Co nie mniej złowieszcze, zamiast pozostawać, jak to zwykle czynią psy, w promieniu kilometra czy dwóch od domu, przemieniają się w niestrudzonych wędrowców, roznosząc wirusy na duże odległości. Sugerowano nawet, że klasyczny objaw wścieklizny - wodowstręt - prowokuje psa do otrząsania z pyska wilgotnej piany wraz z wirusem. Nie znam żadnych bezpośrednich dowodów na to, że choroby weneryczne zwiększają popęd płciowy osób dotkniętych taką chorobą, mniemam jednak, że nie od rzeczy byłoby to sprawdzić. Przynajmniej jeden z domniemanych afrodyzjaków, kantarydyna (hiszpańska mucha), działa, jak się uważa, poprzez wywoływanie swędzenia..., a przecież wywoływanie swędzenia u ludzi to jest właśnie to, co wirusy potrafią najlepiej.

Porównanie zbuntowanego ludzkiego DNA z napastliwymi wirusami pasożytniczymi prowadzi do wniosku, że nie ma między nimi żadnych istotnych różnic. Wirusy mogłyby równie dobrze zaczynać jako grupy wyłamujących się genów. Jeśli już uwydatniać jakąś odmienność, powinna to być różnica między genami przemieszczającymi się z ciała do ciała klasyczną drogą plemników i jaj a genami wybierającymi do tego celu nietypowe „boczne” drogi. W obu kategoriach mogą znaleźć się zarówno te geny, które pierwotnie były „własnymi” genami chromosomalnymi, jak i te, które swoją karierę zaczynały jako pasożyty atakujące z zewnątrz. Lub może, jak spekulowałem na stronie 254, wszystkie „własne” geny chromosomalne należałoby traktować jako nawzajem na sobie pasożytujące. Istotna różnica między tymi dwoma kategoriami genów leży w odmienności warunków docelowych, jakie będą dla każdej z nich korzystne. Zarówno gen wirusa przeziębienia, jak i buntowniczy gen chromosomalny człowieka są zgodne w swoich „dążeniach” do tego, by ich gospodarz kichał. Klasyczny zaś gen chromosomalny i wirus przenoszony drogą płciową będą zgodnie dążyć do tego, by ich gospodarz kopulował. Intrygująca jest myśl, że skoro tak, to również obydwa powinny chcieć, by gospodarz był atrakcyjny seksualnie. Co więcej, klasyczny gen chromosomalny i wirus przenoszony wewnątrz jaja gospodarza powinny być zgodne w swoich dążeniach do tego, by gospodarzowi dobrze wiodło się nie tylko w zalotach, ale i w każdym najdrobniejszym aspekcie jego życia, włączając w to ślepe oddanie wobec dzieci, a nawet wnuków.

Chruścik mieszka wewnątrz swojego domku, a omawiane do tej pory pasożyty żyją wewnątrz swoich gospodarzy. Geny są więc w fizycznej łączności ze swoimi rozszerzonymi skutkami fenotypowymi w takim samym stopniu, w jakim bywają wobec swoich klasycznych fenotypów. Jednak geny potrafią także działać na odległość. Rozszerzony fenotyp może się rozciągać na duże odległości. Największa, jaka przychodzi mi do głowy, jest równa szerokości jeziora. Tama bobra należy do autentycznych cudów świata, podobnie jak sieć pajęcza czy domek chruścika. Nie całkiem wiadomo, jakie jest jej darwinowskie przeznaczenie, ale z pewnością musi mieć takowe,

skoro bobry wydatkują na jej budowę tak wiele czasu i energii. Powstający w wyniku zbudowania tamy staw służy prawdopodobnie ochronie bobrowych źeremi przed drapieżnikami. Zapewnia również dogodną drogę wodną do podróży i transportu drewna. Bobry stosują drogę wodną w tym samym celu, w jakim kanadyjskie kompanie drzewne używają rzek, a osiemnastowieczni kupcy węglowi używali kanałów. Obojętne, jakie mają z tego korzyści, staw bobrowy jest widocznym i charakterystycznym elementem krajobrazu. Jest fenotypem w nie mniejszym stopniu niż zęby i ogon bobra i uformował się pod wpływem doboru darwinowskiego. By dobór ten mógł działać, potrzebna jest zmienność genetyczna. W tym przypadku wybór dokonywał się między lepszymi i gorszymi stawami. Dobór faworyzował geny bobra, który budował stawy dobrze nadające się do transportu drzew, w taki sam sposób, w jaki faworyzował geny bobra, który miał mocne zęby do ich ścinania. Stawy bobrowe to rozszerzone efekty fenotypowe genów bobrów i mogą się rozciągać na setki metrów. Zaiste daleki zasięg!

Również pasożyty nie muszą mieszkać wewnątrz swoich gospodarzy - ich geny mogą się wyrażać na odległość. Piskląta kukułki nie mieszkają wewnątrz rudzików ani trzcinniczek; nie wysysają ich krwi ani nie pochłaniają ich tkanek, a jednak nie wahamy się określić ich mianem pasożytów. Przystosowania kukułki do manipulowania zachowaniem przybranych rodziców można traktować jako odległy rozszerzony efekt fenotypowy genów kukułki.

Nietrudno współczuć przybranym rodzicom wrobionym podstępnie w wysiadywanie jaj kukułki. Kolekcjonerzy ptasich jaj również dają się oszukać przez niewiarygodne podobieństwo jaj kukułki do jaj na przykład świergotka łąkowego czy trzcinniczka (są wśród samic kukułek odmiany wyspecjalizowane w oszukiwaniu różnych gatunków). Trudniej zrozumieć późniejsze zachowanie przybranych rodziców, gdy młode kukułki są już prawie opierzone. Kukułka jest zwykle znacznie większa, w niektórych przypadkach wręcz groteskowo, od swoich „rodziców”. Mam przed oczami fotografię dorosłej pokrzywnicy, tak małej w porównaniu ze swoim monstrualnym przybranym dzieckiem, że aby je nakarmić, musiała usiąść mu na grzbiecie. Wtedy odczuwamy już mniej współczucia dla gospodarza. Jego tępota i łatwowierność jest wprost niepojęta. Każdy głupi spostrzegłby przecież, że coś z tym dzieckiem jest nie tak.

Sądzę, że działanie piskląt kukułki polega na czymś więcej niż tylko „ogłupianiu” swoich gospodarzy, udawaniu, że są kimś innym niż w rzeczywistości. Dla układu nerwowego gospodarza są raczej czymś w rodzaju narkotyku. Nawet komuś, kto nie miał kontaktu z narkotykami, nie jest trudno wczuć się w tę sytuację. Wydrukowane zdjęcie ciała kobiety może podniecić mężczyznę, wywołując u niego nawet erekcję. Przecież nie dał sobie wmówić, że ten wzór plam zrobiony farbą drukarską jest naprawdę kobietą. On wie, że to tylko farba i papier, jednak jego układ nerwowy reaguje podobnie, jak na prawdziwą kobietę. Pociąg do przedstawiciela płci przeciwnej może być nieodparty, nawet jeśli chłodna ocena dokonana przez drugie, lepsze „ja” mówi nam, że romans z daną osobą na dłuższą metę nie wyjdzie nikomu na dobre. Tak samo jest z nieprzewycięzonym pociągiem do niezdrowych potraw. Pokrzywnica nie jest zapewne świadoma swoich długofalowych interesów, tym łatwiej więc zrozumieć, że dla jej układu nerwowego pewne rodzaje bodźców mogą być nie do odparcia.

Czerwona gardziel pisklęcia kukułki jest tak zniewalająca, że nierzadko ornitologowie obserwowali ptaka wrzucającego pokarm do dzioba młodej kukułki, siedzącej nie w jego gnieździe! Ptak taki zapewne wraca do domu niosąc pokarm dla swoich piskląt. Nagle kątem oka dostrzega czerwoną supergardziel młodej kukułki w gnieździe ptaka jakiegoś całkiem innego gatunku. Skręca więc do tego gniazda i wrzuca kukułce do dzioba pożywienie

przeznaczone dla własnych młodych. „Teoria nieodpartości” pasuje do poglądu dawnych ornitologów niemieckich, którzy o przybranych rodzicach mówili, że zachowują się jak „nałogowcy”, a o kukułce, że jest ich „słabością”. Dla porządku należy dodać, że tego rodzaju terminologia nie znajduje uznania wśród części współczesnych eksperymentatorów. Bez wątplenia jednak wyjaśnienie tego zjawiska staje się daleko łatwiejsze, jeśli przyjmiemy, że gardziel kukułki jest silnym superbodźcem o działaniu podobnym do narkotyku. Łatwiej jest też wczuć się w zachowanie maleńkiego rodzica stojącego na grzbiecie monstualnego „dziecka”. On wcale nie jest głupi. „Oszukany” nie jest tu właściwym słowem. Jego układ nerwowy sterowany jest tak nieodpartymi bodźcami, jakby był on nie rokującym żadnych nadziei narkomanem lub jakby kukulka była naukowcem, który wszczepił mu do mózgu elektrody.

Lecz nawet jeśli czujemy teraz nieco więcej sympatii dla poddanego manipulacji przybranego rodzica, wciąż otwarte pozostaje pytanie, dlaczego dobór naturalny dopuścił, by kukulce uchodziło to płazem. Czemu w układach nerwowych gospodarzy nie wytworzyła się odporność na narkotyk czerwonej gardzieli? Być może, dobór nie miał dość czasu, by tego dokonać. Może kukulki dopiero od niedawna pasożytują na swoich obecnych gospodarzach, a za kilkaset lat okaże się, że muszą ich porzucić i zaatakować inne gatunki. Na poparcie tej teorii istnieją pewne dowody. Nie potrafię się jednak oprzeć myśli, że musi w tym tkwić coś jeszcze.

Ewolucyjny „wyścig zbrojeń” pomiędzy kukułkami a gatunkami gospodarzy charakteryzuje się rodzajem przyrodzonej niesprawiedliwości, wynikającej z nierównych kosztów ewentualnego błędu. Wszystkie pisklęta kukulki są potomkami długiego rodowodu przodków, z których każdy musiał odnieść sukces w manipulowaniu swoimi przybranymi rodzicami. Pisklę, które straciło nad nimi kontrolę, choćby na chwilę, niechybnie ginęło. Natomiast wielu spośród długiego łańcucha przodków przybranego rodzica nigdy w życiu nie zetknęło się z kukułką. A te, którym zdarzyło się mieć kukulkę w swoim gnieździe, jakoś zniosły ten koszmar i zachowały zdolność do wychowania w następnym sezonie własnego przychówku. Rzecz w tym, że pod względem kosztów pomyłki istnieje tu asymetria. Geny na niezdolność do przeciwstawienia się kukulczemu zniewoleniu mogą być przekazywane bez przeszkód następnym pokoleniom rudzików czy pokrzywnic, zaś geny na nieumiejętność zniewalania przybranych rodziców kolejnym pokoleniom kukulek przekazane nie będą. To właśnie rozumiem pod pojęciem „przyrodzonej niesprawiedliwości” i „asymetrii pod względem kosztów pomyłki”. Istotę tej asymetrii lapidarnie ujął Ezop w jednej ze swych bajek: „Królik biegnie szybciej od lisa, ponieważ królikowi chodzi o życie, a lisowi tylko o obiad”. Regule tej nadaliśmy wraz z kolegą Johnem Krebsem miano zasady „życie kontra obiad”.

Działanie powyższej zasady sprawia, że zwierzęta, ulegające manipulacji innych zwierząt, zdają się czasami zachowywać w sposób niezgodny z własnym, najlepiej pojętym interesem. W rzeczywistości w pewnym sensie działają jednak dla swojego dobra: cała istota zasady „życie kontra obiad” leży w tym, że choć teoretycznie mogłyby oprzeć się manipulacji, kosztowałyby je to zbyt wiele. Być może, dla przeciwstawienia się kukulczej manipulacji trzeba mieć bystrzejsze oczy lub większy mózg, co podnosiłoby koszty w sposób nieopłacalny. Sukcesy w przekazywaniu genów odnoszone przez rywali przejawiających genetycznie uwarunkowaną zdolność do przeciwstawiania się manipulacji mogły w rzeczywistości być mniejsze z powodu nadmiernych kosztów tego oporu.

Lecz oto znów niepostrzeżenie powróciliśmy do spojrzenia na życie z perspektywy całego organizmu, a nie jego genów. Omawiając motylce i ślimaki oswoiliśmy się z myślą, że geny pasożyta mogą zaznaczać swoje wpływy fenotypowe w ciele gospodarza w dokładnie taki sam sposób, w jaki dowolne zwierzęce geny wywierają wpływ na

„własne” ciało. Wykazaliśmy, że samo pojęcie „własności” ciała kryje w sobie założenie narzucające nam stronnicy punkt widzenia. W jakimś sensie „pasożytnicze” są wszystkie geny organizmu, obojętne czy nazwiemy je „własnymi” genami ciała, czy też nie. Kukułki wprowadzone zostały do rozważań jako przykład pasożytów nie mieszkających w ciałach swoich gospodarzy. Sterują gospodarzami w gruncie rzeczy w taki sam sposób, jak pasożyty wewnętrzne, i manipulacja ta, jak się przekonaliśmy, może być równie potężna i zniewalająca, jak działanie hormonu czy zaaplikowanego narkotyku. Podobnie jak to uczyniliśmy w przypadku pasożytów wewnętrznych, powinniśmy teraz sformułować nasz problem od nowa, posługując się pojęciami genów i rozszerzonych fenotypów.

W ewolucyjnym wyścigu zbrojeń między kukułkami a gospodarzami postęp po obu stronach dokonywał się dzięki mutacjom genetycznym, które pojawiały się i były faworyzowane przez dobór naturalny. Obojętne jaka cecha gardzieli kukułki powoduje, że na układ nerwowy gospodarza działa ona jak narkotyk, powstać musiała jako mutacja genetyczna. Mutacja ta polegała, dajmy na to, na modyfikacji koloru i kształtu gardzieli młodej kukułki. Lecz nawet to nie było jej najbardziej bezpośrednim efektem. Ten bowiem polegał na modyfikacji niewidocznych procesów chemicznych zachodzących we wnętrzu komórek. Wpływ genów na kolor i kształt gardzieli jest już pośredni. I w tym właśnie rzecz. Wpływ tych samych genów na zachowanie się otumanionego gospodarza jest tylko jeszcze trochę bardziej pośredni. Jeśli mamy prawo mówić o genach kukułki wywierających (fenotypowe) wpływy na kolor i kształt jej gardzieli, równie dobrze możemy mówić o genach kukułki wywierających (rozszerzone fenotypowe) wpływy na zachowanie gospodarza. Geny pasożytów mogą wpływać na ciała gospodarzy nie tylko wtedy, gdy pasożyt mieszka wewnątrz gospodarza, skąd może nim sterować bezpośrednio na drodze chemicznej, ale również wtedy, gdy pasożyt jest całkowicie od gospodarza odrębny i steruje nim na odległość. Co prawda, jak się za chwilę dowiemy, nawet wpływy chemiczne mogą wykraczać poza ciało.

Kukułki są stworzeniami godnymi uwagi, a ich przykład jest pouczający. Lecz niezwykłości obserwowane wśród owadów przewyższają wszystko, co możemy spotkać u kręgowców. Ich przewagą jest po prostu olbrzymia liczba gatunków. Mój kolega Robert May trafnie zauważył, że: „z dobrym przybliżeniem, wszystkie istniejące gatunki są gatunkami owadów”. Owadzie „kukułki” są bardzo liczne, a ich charakterystyczne zwyczaje pojawiały się w wielu grupach owadów niezależnie. Niektóre z nich wybiegły daleko poza znajome nam kukulcze zwyczaje i realizują najniezwyklejsze fantazje, do jakich tylko mogłaby je zainspirować lektura *The Extended Phenotype*.

Kukułka-ptak składa jajo i ulatnia się. W przypadku pewnych gatunków mrówczych kukułek obecność samicy zaznacza się w sposób znacznie bardziej dramatyczny. Rzadko podaję nazwy łacińskie, ale *Bothriomyrmex regicidus* i *B. Decapitans* mówią same za siebie. Oba pasożytują na innych gatunkach mrówek. Rzecz jasna, u wszystkich mrówek młode są przeważnie karmione nie przez rodziców, ale przez robotnice, a więc potencjalna kukułka właśnie je musi omamić, czyli poddać swojej kontroli. Pożytecznym wstępnym krokiem jest pozbycie się rodzonej matki robotnic, a wraz z nią źródła konkurencyjnego potomstwa. U tych dwóch gatunków pasożytnicza królowa wślizguje się samotnie do mrowiska innego gatunku mrówek. Odnajduje jego królową i usadowiwszy się na jej grzbiecie, nie niepokojona wykonuje (że przytoczę rzeczowy, acz makabryczny opis Edwarda Wilsona) „jedyną czynność, w której jest wysoce wyspecjalizowana - powolne odcinanie głowy swojej ofierze”. Morderczyni jest następnie adoptowana przez osierocone robotnice, które niczego nie podejrzewając opiekują się jej jajami i larwami. Niektóre z larw przekształcają się w robotnice, które stopniowo zastępują gatunek pierwotnie zamieszkujący gniazdo. Inne zaś stają się królowymi, które wylatują w poszukiwaniu nowych, jeszcze nie odciętych królewskich

głów.

Lecz odrzyniecie głów jest zajęciem męczącym. Pasożyty nie są skłonne do nadmiernej mitręgi, zwłaszcza jeśli potrafią zmusić kogoś innego, by ich w tej czynności zastąpił. Ulubionym przeze mnie bohaterem książki Wilsona *The Insect Societies* [Społeczeństwa owadów Edwarda O. Wilsona w tłumaczeniu Danuty Hanny Tymarskiej wydało PWN w 1979 r. (przyp. red.)] jest *Monomorium santshil*. W przebiegu ewolucji gatunek ten utracił kastę robotnic całkowicie. Robotnice gospodarza wykonują na rzecz swoich pasożytów wszystkie, nawet najbardziej odrażające czynności. Po zaatakowaniu mrowiska przez pasożytniczą królową, dokonują na jej rozkaz ni mniej, ni więcej tylko morderstwa własnej matki. Uzurpator nie musi nawet nadweręzać swoich żuwaczek. Przejmuje po prostu kontrolę nad umysłami robotnic. W jaki sposób tego dokonuje, pozostaje tajemnicą - prawdopodobnie za pośrednictwem jakiejś substancji chemicznej, jako że układy nerwowe mrówek są z zasady na ten rodzaj bodźca szczególnie wrażliwe. Jeśli rzeczywiście jest to substancja chemiczna, to jest ona najbardziej podstępna bronią chemiczną ze wszystkich, jakie zna nauka. Pomyśl tylko, co sprawia. Wniknąwszy do mózgu mrówki robotnicy, przejmuje kontrolę nad jej mięśniami, odwołuje ją od wypełniania jej przyrodzonych powinności i zwracają przeciwko własnej matce. Dla mrówek matkobójstwo jest aktem wyjątkowo obłąkańczym i zaiste straszliwy musi być narkotyk, który potrafi je do tego nakłonić. Lecz w świecie rozszerzonego fenotypu nie należy pytać, jaką korzyść przynosi genom dane zachowanie zwierzęcia, ale: czyim genom tę korzyść przynosi.

Wykorzystywanie mrówek przez pasożyty, i to nie tylko przez inne mrówki, ale i inne, zdumiewające swą różnorodnością gatunki wyspecjalizowane w życiu na cudzy koszt, nie dziwi zupełnie. Robotnice mrówek kierują do centralnego magazynu swojego mrowiska obfity strumień pożywienia z rozległego obszaru i zapasy te są łakomym kąskiem dla rozmaitych darmozjadów. Zastępy mrówek stanowią również skuteczny kordon obronny: są dobrze uzbrojone i liczne. Relacje między mszycami a mrówkami opisane w rozdziale 10 można rozpatrywać jako wynajęcie profesjonalnej ochrony osobistej opłacanej nektarem. Kilka gatunków motyli stadium gąsienicy spędza wewnątrz gniazd mrówek. Niektóre są zwykłymi rabusiami. Inne, w zamian za ochronę, mają mrówkom coś do zaoferowania. Oprzyrządowanie przeznaczone do manipulowania członkami swojej ochrony osobistej często wprost sterczy im na wszystkie strony. Gąsienica motyla o łacińskiej nazwie *Thisbe irenea* ma w głowie narząd, który wytwarza dźwięki zwabiające mrówki, w tylnej zaś części ciała - dwie wysuwane teleskopowo dysze wydzielające kuszący nektar. Ponadto na jej grzbiecie znajduje się jeszcze inna para narządów, których wydzielina rzuca na mrówki daleko bardziej wyrafinowany urok. Nie jest to, jak się okazuje, pokarm, lecz lotna substancja o bardzo silnym wpływie na zachowanie mrówek. Mrówka poddana jego działaniu dosłownie wyskakuje w powietrze. Rozwiera szeroko żuwaczki, staje się agresywna, znacznie bardziej niż zwykle chętna do ataku, kłosa i żądlenia dowolnego poruszającego się obiektu, z wyjątkiem, rzecz jasna, gąsienicy, która oszołomiła ją swoim narkotykiem. Mało tego, mrówka poddana władzy rozprowadzającej narkotyki gąsienicy popada w końcu w stan „uzależnienia”, w którym przez wiele dni nie odstępuje „swojej” gąsienicy ani na krok. Tak więc gąsienica, podobnie jak mszyca, zatrudnia mrówki jako ochronę osobistą, ale posunęła się w tej dziedzinie o krok dalej. O ile mszyce polegają na normalnym poziomie agresji mrówek wobec drapieżników, gąsienica podaje im środek wzmagający agresję, w dodatku doprawiony uzależniającym narkotykiem. Są to przykłady skrajne. Lecz przyroda roi się od zwierząt i roślin, które w skromniejszym wymiarze manipulują innymi osobnikami tego samego lub innego gatunku. We wszystkich przypadkach, w których dobór naturalny faworyzował geny na manipulację, mamy prawo twierdzić, że

geny te wywierają (rozszerzone fenotypowe) wpływy na ciało manipulowanego organizmu. Nie jest przy tym istotne, w którym ciele dany gen fizycznie się znajduje. Obiektem manipulacji może być zarówno to samo ciało, jak i którekolwiek inne. Dobór naturalny faworyzuje te geny, które manipulują światem, by zapewnić swoje rozpowszechnienie. Dotarliśmy w ten sposób do - jak go nazwałem - Centralnego Teorematu Rozszerzonego Fenotypu: Określone zachowanie zwierzęcia będzie sprzyjało przetrwaniu genów „na” to zachowanie niezależnie od tego, czy geny te znajdują się w ciele owego zwierzęcia, czy też nie. Teoremat ten, choć sformułowany tu w kontekście zachowania zwierząt, można naturalnie zastosować do koloru, rozmiaru, kształtu - do dowolnej cechy.

Nadszedł wreszcie czas, by powrócić do problemu, który postawiliśmy na wstępie - do konfliktu pomiędzy pojedynczym organizmem a genem, jako konkurentami do odgrywania głównej roli w doborze naturalnym. We wcześniejszych rozdziałach przyjmowałem, że problem ten w ogóle nie istnieje, gdyż rozmnażanie osobnicze równoznaczne jest z przetrwaniem genu. Przyjąłem wtedy, że zdania: „działania organizmu zmierzają do rozpowszechniania wszystkich swoich genów” i „działania genów zmierzają do tego, by wymusić na kolejnych pokoleniach organizmów swoje rozpowszechnianie”, znaczą to samo. Wydawało się, że są to dwa równoważne sposoby na wyrażenie tego samego, a wybór szaty słownej jest tylko kwestią gustu. Konflikt wciąż jednak istnieje.

Ład w tej kwestii zaprowadzić powinno zastosowanie pojęć „replikator” i „nośnik”. Podstawowymi jednostkami doboru naturalnego, podstawowymi elementami, które przeżywają lub którym się to nie udaje, które tworzą rodowody identycznych kopii z rzadkimi przypadkowymi mutacjami - są replikatory: cząsteczki DNA. Na ogół skupiają się one w wielkich, kolektywnych maszynach przetrwania, czyli „nośnikach”, a powody, dla których to czynią, omówimy później. Nośnikami, które znamy najlepiej, są organizmy, chociażby takie jak nasz własny. Ciało nie jest więc replikatorem, lecz nośnikiem. Muszę to podkreślić, ponieważ bywałem błędnie rozumiany. Nośniki nie replikują same siebie, lecz działają na rzecz rozpowszechniania swoich replikatorów. Replikatory nie przejawiają zachowań, nie odbierają bodźców płynących ze świata, nie chwytają zdobyczy ani nie uciekają przed drapieżnikami; one budują nośniki, które wykonują wszystkie te czynności. Dla wielu celów wygodniej jest biologowi skupić uwagę na poziomie nośnika. Dla innych zaś celów wygodnie jest skupić się na replikatorze. Gen i cały organizm nie rywalizują o tę samą pierwszoplanową rolę w darwinowskim dramacie. Obsadzone są w odmiennych, choć uzupełniających się, i pod wieloma względami równie ważnych rolach: w roli replikatora i w roli nośnika.

Terminologia replikator-nośnik jest ze wszech miar użyteczna, chociażby dlatego, że rozstrzyga wreszcie dokuczliwą kontrowersję co do poziomu, na jakim działa dobór naturalny. Na pierwszy rzut oka logiczne wydawałoby się umieszczenie „doboru osobniczego” na czymś w rodzaju drabiny poziomów doboru, w połowie drogi pomiędzy „doborem genowym”, za którym przedstawiałem argumenty w rozdziale 3, a „doborem grupowym”, który poddałem krytyce w rozdziale 7. Dobór osobniczy intuicyjnie wydaje się leżeć w pół drogi pomiędzy tymi skrajnościami, toteż wielu biologów i filozofów skusiła łatwa ścieżka rozumowania i pojmowali to w taki właśnie sposób. Obecnie rozumiemy jednak, że sprawy mają się zupełnie inaczej. Organizm i grupa organizmów rzeczywiście konkurują ze sobą o rolę nośnika w naszym dramacie, jednak żaden z nich nie jest nawet kandydatem do roli replikatora. Kontrowersja między doбором osobniczym a doбором grupowym polega na ich współzawodnictwie do roli nośników. Między doбором osobniczym a doбором genowym w ogóle nie ma kontrowersji, ponieważ gen i organizm są kandydatami do zupełnie różnych, choć zazwyczaj równie ważnych i wzajemnie uzupełniających się ról: roli replikatora i roli nośnika.

Rywalizację o rolę nośnika między pojedynczym organizmem a grupą organizmów można, jak każdą prawdziwą rywalizację, rozstrzygnąć. Zwycięzcą jest tu, według mnie, organizm. Grupa jest bytem zbyt mało konkretnym. Stado jeleni, gromada lwów czy wataha wilków odznacza się pewną elementarną spójnością i jednością celu. Ale cóż to jest w porównaniu do spójności i jedności celu pojedynczego ciała lwa, wilka czy jelenia. Obecnie prawda ta jest powszechnie uznawana, ale czy potrafimy powiedzieć, dlaczego jest właśnie tak? Z pomocą znów przyjdą nam pasożyty i pojęcie rozszerzonego fenotypu.

Przekonaliśmy się, że gdy geny pasożytów współdziałają ze sobą, lecz znajdują się w opozycji do genów gospodarza (które współdziałają z kolei między sobą), to dzieje się tak dlatego, że te dwa zestawy genów stosują odmienną taktykę wydostawania się ze wspólnie zamieszkiwanego nośnika - ciała gospodarza. Geny ślimaka opuszczają swój wspólny nośnik w nasieniu i jajach ślimaka. Geny ślimaka współdziałają dla wspólnego dobra, ponieważ wszystkie mają równy udział w każdym plemniku i każdym jajku, ponieważ wszystkie uczestniczą w tym samym bezstronnym procesie mejozy. Dlatego też dążą do ukształtowania ciała ślimaka jako spójnego i obdarzonego celem nośnika. Powodem, dla którego motylca nie stapia się ze swoim gospodarzem, lecz zachowuje widoczną odrębność swoich celów i tożsamości od celów i tożsamości gospodarza, jest to, że geny motylcy mają inną niż geny ślimaka metodę wydostawania się ze wspólnego nośnika i nie współuczestniczą w loterii mejotycznej ślimaka, lecz mają swoją własną loterię. Dlatego też pod tym i tylko pod tym względem te dwa nośniki: ślimak i wyraźnie odrębna motylca w jego wnętrzu, pozostają odseparowane. Gdyby geny motylcy były przekazywane w jajach i plemnikach ślimaka, oba te ciała ewoluowałyby w kierunku stania się jednym ciałem, tak że nawet nie moglibyśmy ustalić, czy kiedykolwiek były osobnymi nośnikami.

Liczne scalające się jednostki przybrały w końcu ostateczny kształt pojedynczych organizmów takich jak my. Grupa organizmów - chmara ptaków, wataha wilków - nie dąży do złączenia się w pojedynczy nośnik właśnie dlatego, że geny w stadzie czy chmarze nie mają wspólnej drogi wydostawania się z aktualnego nośnika. Od stada może co prawda „odpączkować” stado potomne. Lecz geny ze stada rodzicielskiego nie przechodzą do stada potomnego w pojedynczym kontenerze, w którym byłyby proporcjonalnie reprezentowane. Toteż to, co się zdarzy w przyszłości, nie dla wszystkich spośród nich będzie jednakowo korzystne. Faworyzując własnego wilka kosztem innych wilków gen będzie sprzyjał swemu przyszłemu dobru. Pojedynczy wilk zasługuje więc na miano nośnika. Lecz wataha wilków - nie. Albowiem rozpatrując rzecz od strony genetycznej, te same geny znajdują się we wszystkich komórkach ciała wilka z wyjątkiem komórek płciowych; jednak nawet w nich wszystkie geny osobnika mają przynajmniej równe szanse na proporcjonalną reprezentację. Lecz komórki watahy wilków nie mają tych samych genów ani takich samych szans, by znaleźć się w komórkach odpączkowujących stad potomnych. Konkurencja z rywalami przebywającymi w innych wilczych ciałach może im wyjść tylko na dobre (choć fakt, że watahy wilków są często złożone z osobników spokrewnionych, łagodzi tę walkę).

Znaleźliśmy oto najistotniejszą własność, by dany byt był dla genu skutecznym nośnikiem. Droga wyjścia w przyszłość, jaką dysponuje, musi być w jednakowym stopniu dostępna dla wszystkich genów, które się w nim znajdują. W przypadku pojedynczego wilka tak właśnie jest. Szlakiem wyjściowym jest cienki strumień plemników lub jaj produkowany na drodze mejozy. Inaczej jest w przypadku wilczego stada. Samolubne działanie genów dla dobra własnych ciał kosztem innych genów w stadzie wilków wyjdzie im na dobre. Wylot roju pszczoł z ula pozornie przypomina odpączkowanie watahy wilków. Jeśli jednak staranniej się temu przyjrzymy, stwierdzimy, że

podążające wraz z rojem geny czeka w większości taki sam los. Ich przyszłość jest przecież powierzona, jeśli nie wyłącznie, to przynajmniej w przeważającym stopniu, jajnikom królowej. Oto dlaczego (pisząc to wyrażam w inny sposób przesłanie zawarte już we wcześniejszych rozdziałach) kolonia pszczół swoim wyglądem i zachowaniem sprawia wrażenie prawdziwie zintegrowanego, pojedynczego nośnika.

Co krok spotykamy się z konkretnymi przejawami życia pogrupowanego w odrębne nośniki obdarzone własnym celem, jak wilki czy roje pszczół. Doktryna rozszerzonego fenotypu nauczyła nas jednak, że nie musiałyby tak być. Zasadniczo jedyne, czego zgodnie z nią możemy oczekiwać, to zmagania replikatorów rozpychających się lokciami, oszukujących, walczących o swe przyszłe trwanie. Ich oręż to efekty fenotypowe, poczynając od bezpośrednich wpływów chemicznych, a kończąc na piórach, kłach i jeszcze odleglejszych skutkach. Bezsprzecznie prawdą jest, iż efekty fenotypowe są przeważnie pogrupowane w odrębne nośniki, wraz z zawartymi w nich genami, wśród których dyscyplinę i porządek narzuca perspektywa konieczności przedostania się we wnętrzu jaj i plemników przez wąskie gardło - które trzeba pokonać, by dostać się w przyszłość. Nie musimy jednak przyjmować tego za oczywisty, raz na zawsze z góry określony fakt. Może on być kwestionowany i dyskutowany. Czemuż to geny połączyły się w wielkich nośnikach, wyposażonych we wspólne genetyczne ujście? Czemu wybrały drogę współdziałania dla stworzenia wielkich ciał, by w nich zamieszkać? W książce *The Extended Phenotype* próbuję znaleźć odpowiedź na to trudne pytanie. W tym miejscu mogę naszkicować jedynie fragment tego zagadnienia - choć mógłbym je również nieco rozwinąć; nie ma w tym nic dziwnego, skoro od wydania tamtej książki minęło już 7 lat.

Rozwiązanie problemu wymaga odpowiedzi na trzy pytania. Dlaczego geny złączyły się w komórki? Dlaczego komórki zgrupowały się w wielokomórkowe ciała? Dlaczego ciała zastosowały cykl życiowy zawierający etap, który nazywam „wąskim gardłem”?

Zatem po pierwsze, dlaczego geny złączyły się w komórki? Czemu pradawne replikatory porzuciły kawalerską wolność, jaką cieszyły się w pierwotnym bulionie, wybierając ciasnotę wielkich kolonii? Dlaczego współpracują? Możemy częściowo odpowiedzieć na to pytanie, gdy przyjrzymy się, w jaki sposób współczesne cząsteczki DNA współdziałają w fabrykach chemicznych, którymi są żywe komórki. Dzięki cząsteczkom DNA powstają białka. Białka pełnią funkcje enzymów, katalizujących określone reakcje chemiczne. Często dla wytworzenia użytecznego produktu końcowego nie wystarcza pojedyncza reakcja chemiczna. W fabrykach farmaceutycznych zbudowanych przez człowieka synteza użytecznej substancji wymaga całego ciągu procesów. Surowca wyjściowego nie da się wprost przekształcić w pożądany produkt końcowy. Należy, w określonej sekwencji, zsyntetyzować kolejne produkty pośrednie. Chemicy wkładają wiele inwencji w takie zaprojektowanie szlaku przemian, by produkty pośrednie między substancjami wyjściowymi a oczekiwanymi produktami końcowymi były możliwie jak najłatwiejsze do zsyntetyzowania. Podobnie jest w żywej komórce: pojedyncze enzymy zwykle nie potrafią samodzielnie dokonać syntezy użytecznego produktu końcowego z danej substancji wyjściowej. Konieczny jest cały zestaw enzymów, z których jeden katalizuje przekształcenie surowca w pierwszy z produktów pośrednich, następny katalizuje przekształcenie pierwszego produktu pośredniego w drugi, i tak dalej.

Każdy z tych enzymów jest produktem jednego genu. Jeśli określony szlak syntezy wymaga sześciu kolejnych enzymów, koniecznych jest sześć kodujących je genów. Nieraz bywa tak, że do tego samego produktu końcowego wiodą dwa alternatywne, równoważne sobie pod każdym względem szlaki, a dla każdego potrzebny jest

inny zestaw sześciu różnych enzymów. W fabrykach chemicznych takie rzeczy się zdarzają. Wybór danego szlaku może być dziełem przypadku lub wynikać z jakichś dodatkowych, bardziej wnikliwych przemyśleń chemików. Oczywiście w chemii natury wybór nigdy nie jest efektem dogłębnych analiz. Dokonuje się zawsze na drodze doboru naturalnego. W jaki jednak sposób dobór naturalny może zadbać o to, by nie doszło do pomieszczenia tych dwóch szlaków, lecz by wyłoniły się grupy zgodnie współpracujących genów? W dokładnie taki sam sposób, jaki zasugerowałem, posługując się analogią niemieckich i angielskich zespołów wioślarzy (rozdział 5). Istotne jest to, że genowi kodującemu jakiś etap na szlaku nr 1 wiedzie się dobrze w obecności genów kodujących inne etapy tego samego szlaku, ale nie w obecności genów szlaku nr 2. Jeśli populacja jest już zdominowana przez geny dla szlaku nr 1, dobór będzie faworyzował inne geny szlaku nr 1 i eliminował geny dla szlaku nr 2. I odwrotnie. Choć kuszące byłoby potraktowanie genów na sześć enzymów szlaku nr 2 jako grupy podlegającej wspólnemu doborowi, takie podejście jest zdecydowanie błędne. Każdy z nich podlega doborowi jako oddzielny, samolubny gen, ale dobrze prosperuje jedynie w obecności właściwego zestawu innych genów.

Obecnie współpraca ta przebiega wewnątrz komórek. Jej początkiem musiało być jednak elementarne współdziałanie samoreplikujących się cząsteczek w bulionie pierwotnym (lub czymkolwiek innym, co tworzyło pradawne środowisko). Ściany komórek powstały zapewne jako sposób na skoncentrowanie potrzebnych substancji chemicznych i uchronienie ich przed rozplynięciem się. Wiele komórkowych reakcji chemicznych zachodzi w istocie w strukturach błonowych, błona jest dla nich jak gdyby połączeniem taśmociągu ze statywem na probówkę. Jednak współdziałanie genów nie zatrzymało się na etapie biochemii komórkowej. Komórki połączyły się (lub nie rozdzieliły się po podziale komórkowym) i uformowały ciała wielokomórkowe.

To kieruje nas ku drugiemu z moich trzech pytań. Dlaczego komórki skupiły się w gromady, dlaczego uformowały ociążałe roboty? Jest to kolejny problem z dziedziny współpracy, tyle że teraz przeniesiony ze świata cząsteczek do skali znacznie większej. Ciała wielokomórkowe przerosły mikroskopowy świat. Mogą się stać słońcami lub wielorybami. Ale duże rozmiary niekoniecznie muszą być czymś dobrym: w końcu większość organizmów to bakterie, słońcami są tylko nieliczne organizmy. Kiedy jednak wykorzystane zostały już wszelkie sposoby na życie dostępne dla organizmów o niewielkich rozmiarach, wciąż jeszcze można było wieść pomyślny żywot będąc dużym organizmem. Duże organizmy mogą, dajmy na to, zjadać mniejsze, same zaś nie są zagrożone pożarciem.

Korzyści z członkostwa w stowarzyszeniu komórek nie polegają jedynie na powiększaniu rozmiarów. Przynależące do stowarzyszenia komórki mogą się specjalizować, w wyniku czego każda z nich będzie coraz wydajniej wykonywać przypisane sobie zadanie. Komórki wyspecjalizowane usługują innym komórkom w zespole, ale i same korzystają ze sprawności innych specjalistów. Skoro jest ich tak wiele, niektóre mogą się wyspecjalizować jako czujniki do wykrywania zdobyczy, inne jako nerwy do przekazywania sygnałów, jeszcze inne jako komórki żądające do paraliżowania ofiary, komórki mięśniowe do poruszania czułkami i chwytania zdobyczy, komórki wydzielnicze do jej trawienia, a jeszcze inne do jej wchłonięcia. Pamiętajmy przy tym, że, przynajmniej we współczesnych ciałach, takich jak nasze własne, wszystkie komórki są klonem pochodzącym od jednej komórki wyjściowej. Wszystkie zawierają te same geny, choć niektóre geny włączane są tylko w pewnych wyspecjalizowanych komórkach. Bezpośrednim celem działań genów znajdujących się w każdym z typów komórek jest dobro ich kopii obecnych w grupie komórek stanowiącej mniejszość, a wyspecjalizowanej w rozmnażaniu: w

komórkach nieśmiertelnej linii płciowej.

Dotarliśmy więc do trzeciego pytania. Czemu w cyklu życiowym ciała występuje etap wąskiego gardła?

Zacząć wypada od wyjaśnienia, co rozumiem pod tym pojęciem. Życie słonia, obojętnie jak wiele komórek tworzy jego dorosłe ciało, zaczyna się od pojedynczej komórki, od zapłodnionego jaja. Zapłodnione jajo jest tym wąskim gardłem, które w czasie rozwoju zarodkowego rozszerza się w tryliony komórek dorosłego słonia. I obojętnie jak wiele komórek jak wielu wyspecjalizowanych rodzajów współpracuje nad niewyobrażalnie skomplikowanym zadaniem, jakim jest funkcjonowanie dorosłego słonia, wysiłki wszystkich tych komórek zmierzają w ostateczności znów do wyprodukowania pojedynczych komórek - plemników bądź jaj. Mało tego, że słoń u swoich początków jest pojedynczą komórką - zapłodnionym jajem, to jego przeznaczeniem, czyli produktem docelowym jego osobniczej egzystencji, jest także produkcja pojedynczych komórek, zapłodnionych jaj następnej generacji. Cykl życiowy wielkiego i ciężkiego słonia zaczyna się i kończy wąskim gardłem. Takie zwężone ujścia są typowe dla cykli życiowych wszystkich wielokomórkowych zwierząt i większości roślin. Dlaczego? W czym tkwi ich doniosłość? By odpowiedzieć na to pytanie, rozważmy, jak wyglądałoby życie bez nich.

Pomoże nam wyobrażenie sobie dwóch hipotetycznych gatunków glonów morskich zwanych wąskowodorostem i szczodrogłonom. Szczodrogłon rozrasta się w toni morskiej w postaci kępy płózających się bezładnie, niekształtnych odgałęzień. Od czasu do czasu odgałęzienia odłamują się i odpływają unoszone prądem. Złamanie może nastąpić w dowolnym miejscu każdej rośliny, a ich fragmenty mogą być dowolnie małe lub dowolnie duże. Pod względem zdolności do wzrostu są równe roślinie wyjściowej, podobnie jak sadzonki roślin ogrodowych. W taki właśnie sposób - poprzez rozpraszanie swoich fragmentów - rozmnaża się ten gatunek. Zauważysz pewnie, że w gruncie rzeczy nie różni się to od wzrostu, tyle tylko, że w rosnącej roślinie części organizmu nie ulegają fizycznemu oddzieleniu od siebie. Wąskowodorost wygląda tak samo i wyrasta w taką samą bezładną kępę. Istnieje jednak między nimi jedna istotna różnica. Wąskowodorost rozmnaża się poprzez uwalnianie jednokomórkowych zarodników, które unoszone przez morze dają początek nowym roślinom. Te zarodniki są po prostu takimi samymi komórkami rośliny, jak wszystkie pozostałe, gdyż - tak jak w przypadku szczodrogłona - zakładamy, że nie istnieją płcie. Potomstwo rośliny jest częścią tego klonu komórek, który tworzy roślinę rodzicielską. Jedyna różnica pomiędzy tymi dwoma gatunkami polega na tym, że szczodrogłon rozmnaża się poprzez odłączanie się części jego organizmu, zawierającej nieokreśloną liczbę komórek, gdy tymczasem wąskowodorost rozmnaża się przez oddzielenie fragmentów, których wielkość jest zawsze taka sama i ściśle określona - stanowią je pojedyncze komórki.

Wyobraziliśmy sobie te dwa rodzaje roślin, zlokalizowaliśmy zasadniczą różnicę między cyklem życiowym o wąskim gardle a cyklem o szerokim ujściu. W cyklu rozmnażania wąskowodorost przeciska się w każdej generacji przez wąskie gardło pojedynczej komórki. Szczodrogłon po prostu rośnie i rozdziela się na części. Nie da się u niego wyróżnić widocznych „generacji” ani w ogóle odrębnych organizmów. A wąskowodorost? Za chwilę zostanie to powiedziane wprost, myślę jednak, że odpowiedź zaczyna się już przed nami rysować. Czyż wąskowodorost nie wydaje się nam bytem bardziej odrębnym, bardziej „organizmalnym”?

Szczodrogłon, jak zauważyliśmy, rozmnaża się na drodze tego samego procesu, dzięki któremu się rozrasta. W istocie w ogóle trudno o nim powiedzieć, że się rozmnaża. Natomiast u wąskowodorosta wzrost jest wyraźnie oddzielony od rozmnażania. Może i zlokalizowaliśmy różnicę, ale co z tego wynika? Jakie ma ona znaczenie?

Dlaczego jest istotna? Myślałem nad tym długo i sędzę, że znam na te pytania odpowiedź. Nawiasem mówiąc, trudniejsze od znalezienia odpowiedzi było uświadomienie sobie konieczności postawienia takiego pytania! Odpowiedź jest trzyczęściowa, a dwie pierwsze części związane są z zależnościami pomiędzy ewolucją a rozwojem zarodkowym.

Zastanówmy się przede wszystkim nad problemem powstawania bardziej skomplikowanego narządu z jego prostszego poprzednika. Nie musimy trzymać się roślin. Na tym etapie naszych rozważań lepiej będzie posłużyć się przykładami zwierząt, ponieważ mają one narządy, których złożoność od razu rzuca się w oczy. Tak jak i wcześniej, nie ma potrzeby wprowadzania pojęcia płci, rozważanie rozmnażania płciowego i bezpłciowego niepotrzebnie gmatwałoby tylko nasz wywód. Możemy sobie wyobrazić, że nasze zwierzęta rozmnażają się uwalniając bezpłciowe spory - pojedyncze komórki, które - o ile nie uległy mutacji - są identyczne zarówno z pozostałymi komórkami ciała, jak i między sobą.

Złożone narządy zaawansowanego ewolucyjnie zwierzęcia, jakim jest człowiek czy stonoga, powstawały etapami z prostszych narządów ich przodków. Lecz narządy przodków nie uległy w dosłownym sensie przemianie w narządy potomków, niby miecze przekute na lemiesz. A co więcej, podkreślam to z naciskiem, w większości przypadków nawet nie mogłyby tego uczynić. Zmiany, jakie można wprowadzić drogą bezpośrednich przekształceń typu „miecze na lemiesz”, mają zwykle ograniczony zakres. Naprawdę radykalnych zmian można dokonać jedynie „powracając do rysownicy” - odrzucając poprzedni projekt i zaczynając wszystko od nowa. Gdy inżynierowie wracają do rysownicy, by stworzyć nowy projekt, niekoniecznie odrzucają idee zawarte w projekcie poprzednim. Nie próbują jednak w dosłowny sposób przekształcać dawnego obiektu fizycznego w nowy. Jest on zanadto obciążony historycznymi zaszcłściami. Miecz na lemiesz zapewne uda się przekuć, ale spróbuj „przekuć” tłokowy silnik lotniczy na silnik odrzutowy! Tego się zrobić nie da. Silnik ten trzeba odrzucić i wrócić do rysownicy.

Oczywiście, żywe istoty nie zostały przez nikogo zaprojektowane na rysownicy. Niemniej jednak powrót do samych początków zdarza się i u nich. W każdym pokoleniu startują od zera. Każdy kolejny organizm zaczyna swój wzrost od nowa, od stadium pojedynczej komórki. Dziedziczy zamysły projektu swoich przodków w postaci programu zapisanego w DNA, ale nie przejmuje po nich części ich ciał. Nie dziedziczy serca po rodzicu, by przeformować je w nowe (i zapewne ulepszone) serce. Zaczyna od początku jako pojedyncza komórka i buduje nowe serce, używając tego samego zaprogramowanego projektu, zgodnie z którym powstało serce jego rodzica i który może być ewentualnie ulepszony. Wniosek, do jakiego zmierzam, jest już widoczny. Jedną z ważnych cech cyklu życiowego o wąskim gardle jest istnienie w nim fazy odpowiadającej powrotowi do rysownicy.

Wąskie ujęcie cyklu życiowego ma także drugą, pokrewną konsekwencję. Zapewnia „kalendarz” pozwalający koordynować w czasie przebieg procesów rozwoju zarodkowego. W cyklu życiowym o wąskim gardle każda kolejna generacja przebywa ten sam ciąg zdarzeń: zaistnienie organizmu w postaci pojedynczej komórki, jego wzrost poprzez podziały komórkowe, a następnie rozmnażanie drogą uwalniania komórek potomnych. Przypuszczalnie w końcu organizm ginie, to jednak jest mniej istotne, niż mogłoby się nam, śmiertelnikom, wydawać. W naszych rozważaniach zamknięcie cyklu następuje wtedy, gdy aktualnie istniejący organizm rozmnoży się i zapoczątkuje cykl następnej generacji. Chociaż w teorii organizm mógłby się rozmnażać w dowolnej fazie swojego rozwoju, możemy oczekiwać ustalenia się po jakimś czasie optymalnego momentu do rozmnażania. Organizmy, które w momencie uwalniania spor są zbyt młode lub zbyt stare, miałyby w efekcie mniej potomków niż

ich rywale, którzy najpierw nabrali sił, by potem w szczytowym momencie swojego życia uwolnić olbrzymią liczbę spor.

Rozważania te prowadzą nas ku idei uporządkowanego, powtarzającego się regularnie cyklu życiowego. Nie dość, że każda generacja zaczyna się wąskim gardłem pojedynczej komórki, to ma również fazę wzrostu - „dzieciństwo” - o względnie stałym czasie trwania. To sprawia, że pewne zdarzenia będą zachodziły w określonych momentach rozwoju zarodkowego, tak jakby były podporządkowane ściśle przestrzeganemu kalendarzowi. Podziały komórkowe w okresie rozwoju następują w stałym porządku - choć różnym u każdego z rodzajów stworzeń - który odtwarza się w każdej rundzie cyklu życiowego. W terminarzu podziałów komórkowych każda komórka ma przypisane sobie miejsce przeznaczenia i moment pojawienia się. Notabene, w niektórych przypadkach terminarz ten jest tak precyzyjny, że embriologowie potrafią nazwać każdą komórkę z osobna, a wszystkie komórki jednego organizmu mają swoje dokładne odpowiedniki w innym organizmie.

Tak więc powtarzalny cykl rozwojowy działa jak zegar uruchamiający kolejne zdarzenia w rozwoju zarodkowym. Zauważ, jak chętnie, organizując i porządkując nasze życie, używamy cykli dziennego obrotu Ziemi i rocznego jej obiegu wokół Słońca. Toteż niemal oczywiste wydaje się wykorzystanie w podobny sposób, dla uporządkowania i zorganizowania rozwoju zarodkowego, powtarzających się w nieskończoność rytmów narzuconych przez cykl życiowy o wąskim gardle. Pewne geny mogą być włączane i wyłączane w określonych momentach, ponieważ kalendarz cyklu życiowego o wąskim gardle zapewnia, że coś takiego jak „określony moment” rzeczywiście istnieje. Umiejętność skoordynowanej regulacji aktywności genów jest warunkiem wstępnym ewolucji procesów rozwojowych zdolnych do tworzenia tak kunsztownych dzieł, jak tkanki i narządy. Precyzja i złożoność budowy oka orła czy skrzydła jaskółki byłaby nie do osiągnięcia, gdyby zabrakło ścisłych reguł, określających momenty formowania się ich poszczególnych elementów.

Trzecia konsekwencja wynikająca z faktu istnienia cyklu życiowego o wąskim gardle dotyczy genetyki. Ponownie posłużymy się przykładami wąskowodorosta i szczodroglona. Przyjmując, jak zawsze - dla prostoty, że oba gatunki rozmnażają się bezpłciowo, zastanów się, w jaki sposób mogłyby one ewoluować. Ewolucja potrzebuje zmian genetycznych, mutacji. Te zaś mogą się zdarzać w trakcie każdego podziału komórki. U szczodroglona rodowody komórek biegą wielotorowo, a nie poprzez wąskie gardła. Każda gałąź, która odłamuje się i odpływa, zawiera wiele komórek. Jest więc całkiem możliwe, że dwie komórki w ciele potomka są ze sobą mniej spokrewnione niż każda z nich z komórkami rośliny rodzicielskiej. (Słowo „krewni” rozumiem tutaj dosłownie jako: kuzyni, wnuki i tak dalej. Następców każdej komórki można precyzyjnie ustalić, a skoro zstępujące gałęzie jej genealogii rozwidlają się, przeto stosowanie wobec komórek ciała takich określeń, jak kuzyni n-tego stopnia, jest uprawnione). Wąskowodorost bardzo wyraźnie się pod tym względem odróżnia od szczodroglona. Wszystkie komórki rośliny potomnej pochodzą od pojedynczej spory, toteż wszystkie komórki danej rośliny są dla siebie bliższymi krewnymi niż dla dowolnej komórki innej rośliny.

Ta różnica między owymi dwoma gatunkami ma ważne konsekwencje genetyczne. Rozważmy losy nowo zmutowanego genu, najpierw u szczodroglona, a potem u wąskowodorosta. U szczodroglona mutacja może się pojawić w dowolnej komórce, w dowolnym odgałęzieniu plechy. Skoro rośliny potomne wytwarzane są na drodze odpączkowania grupy wielu komórek, wywodzących się od różnych przodków, potomkowie w linii prostej tej jednej zmutowanej komórki mogą się znaleźć w roślinach potomnych następnego i dalszych pokoleń wraz z

komórkami nie zmutowanymi, z którymi są względnie mało spokrewnione. Natomiast w wąskowodoroście najbliższy wspólny przodek wszystkich komórek rośliny nie może być starszy niż zarodnik - wąskie gardło - który był jej początkiem. Jeśli zarodnik zawierał zmutowany gen, będą go również zawierać wszystkie komórki nowej rośliny. Jeśli w sporze go nie było, nie będzie go również w powstałej z niej roślinie. Komórki pojedynczego okazu wąskowodorościa będą bardziej jednorodne genetycznie niż komórki szczodroglona (wyjąwszy zachodzące z rzadka mutacje wsteczne). U wąskowodorościa pojedyncza roślina będzie jednostką obdarzoną genetyczną tożsamością, która tym samym zasługuje na miano osobnika. Zaś rośliny szczodroglona będą się odznaczać mniejszą tożsamością genetyczną, toteż ich prawa do miana „osobnika” także będą mniejsze.

Nie jest to tylko kwestia terminologii. Komórki szczodroglona z przypadkowo rozrzuconymi mutacjami w ogóle nie będą miały na uwadze wspólnych interesów. Gen w komórce szczodroglona, wspierając rozmnażanie swojej komórki, będzie zyskiwał, ale rozmnażanie całej rośliny nie musi leżeć w jego interesie. Mutacje sprawiają, że komórki w obrębie rośliny będą raczej genetycznie niejednorodne, nie będą więc angażować się bez reszty we współpracę dla wytwarzania nowych organów i nowych roślin. Dobór naturalny podda selekcji raczej komórki niż rośliny. Natomiast u wąskowodorościa wszystkie komórki w obrębie rośliny mają najprawdopodobniej te same geny, ponieważ tylko ostatnio powstałe mutacje mogą je od siebie odróżniać. Z ochotą będą więc współpracowały przy wytwarzaniu skutecznych maszyn przetrwania. Komórki różnych roślin z większym prawdopodobieństwem będą miały odmienne geny. Przecież o odrębności komórek, które przedostały się przez różne, niezależne od siebie wąskie gardła, stanowić będzie większość mutacji (poza tymi, które zaszły ostatnio). Dobór będzie więc rozstrzygał między rywalizującymi roślinami, a nie komórkami* - jak u szczodroglona. Możemy więc oczekiwać ewolucji narządów i mechanizmów służących całej roślinie.

Dla tych, którzy zawodowo interesują się tym zagadnieniem, dodam przy okazji, że istnieje tu analogia do sporu wokół doboru grupowego. Pojedynczy organizm możemy przecież traktować jako grupę komórek. Pewna odmiana doboru grupowego może wystąpić, o ile znajdzie się sposób na zwiększenie zmienności międzygrupowej w stosunku do zmienności wewnątrzgrupowej. Sposób rozmnażania się wąskowodorościa ma właśnie taki skutek; sposób rozmnażania się szczodroglona ma skutek dokładnie odwrotny. Są również podobieństwa pomiędzy ideą „wąskiego gardła” a pozostałymi dwiema, które zdominowały ten rozdział. Jedną z nich jest koncepcja głosząca, że pasożyty będą współpracować z gospodarzami o tyle, o ile ich geny przechodzą do następnej generacji w tych samych komórkach rozrodczych, co geny gospodarzy - przeciskając się przez te same wąskie gardła. Druga zaś to ta, że komórki rozmnażającego się płciowo organizmu współpracują ze sobą tylko dlatego, że mejoza jest całkowicie sprawiedliwa.

Podsumowując, wyróżniliśmy trzy czynniki, które powodują, że cykl życiowy o wąskim gardle sprzyja ewolucji organizmu jako odrębnego i jednostkowego nośnika. Można je nazwać następująco: „powrót do rysownicy”, „zdarzenia uporządkowane w czasie” i „jednorodność komórkowa”. Co pojawiło się jako pierwsze: wąskie gardło cyklu życiowego czy odrębny organizm? Skłaniałbym się ku pogładowi, że ewoluowały równocześnie. W istocie bowiem zasadniczą cechą definiującą pojedynczy organizm jest, jak miemam, to, że jest on jednostką, która rozpoczyna się i kończy wąskim gardłem pojedynczej komórki. W momencie, gdy cykle życiowe zaczynają mieć wąskie gardła, nieuniknione wydaje się pogrupowanie materii żywej w odrębne, jednostkowe organizmy. I im bardziej materia żywa ujęta jest w odrębne maszyny przetrwania, tym bardziej ich komórki skupiają

swoją uwagę na tej szczególnej klasie komórek, której przeznaczeniem jest przetransportowanie ich wspólnych genów poprzez wąskie gardło do następnej generacji. Oba zjawiska, cykle życiowe o wąskich gardłach i odrębne organizmy, są wobec tego nieodłączne. Wspólnie ewoluując, równocześnie wzajemnie się wspierają. Wzmacniają się nawzajem jak uczucia kochanków, w miarę jak rozwija się ich romans.

The Extended Phenotype to długa książka i trudno wtłoczyć w jeden rozdział wszystkie zawarte w niej myśli. Zmuszony byłem posłużyć się stylem lapidarnym, raczej intuicyjnym, żeby nie powiedzieć: impresjonistycznym. Mam mimo to nadzieję, że udało mi się przekazać jej ducha.

Pozwolę sobie zakończyć krótkim manifestem, podsumowującym całe spojrzenie na życie z punktu widzenia samolubnego genu/rozszerzonego fenotypu. Podejście to, skłonny jestem się przy tym upierać, można zastosować do wszelkiego życia w dowolnym miejscu wszechświata. Podstawową jednostką, najpierwszym sprawcą wszelkiego życia jest replikator. Replikatorem może być cokolwiek we wszechświecie, co podlega kopiowaniu. Replikatory powołał do istnienia przede wszystkim przypadek, rządzący chaotycznymi zderzeniami mniejszych cząsteczek. Z chwilą gdy już zaistniały, zdolne były do wytwarzania nieskończenie wielkiej liczby swoich kopii. Żaden proces kopiowania nie jest jednak doskonały, toteż w populacji replikatorów zaczęły pojawiać się ich warianty różniące się między sobą. Niektóre z tych wariantów traciły zdolność do samoreplikacji i przestawały istnieć wraz ze śmiercią reprezentantów tych kategorii. Inne wciąż potrafiły się replikować, ale czyniły to mniej wydajnie. Jeszcze inne warianty nabywały przypadkiem zdolności do stosowania nowych sztuczek: okazywały się lepszymi samoreplikatorami niż ich poprzednicy i współcześni. To ich potomkowie zaczęli dominować w populacji. W miarę upływu czasu świat wypełniały replikatory najsprawniejsze i najbardziej pomysłowe.

Stopniowo odkrywane były coraz bardziej wyszukane sposoby na to, by stać się dobrym replikatorem. Replikatory przeżywały nie tylko za sprawą swoich własności, ale również dzięki wpływom, jakie wywierały na świat. Ich skutki mogły być nawet bardzo odległe od wywołujących je przyczyn. Istotne jest jedynie, by następstwa te, obojętne jak odległe i pośrednie, powracały do ich sprawcy i oddziaływały na sukces replikatora w kopiowaniu samego siebie.

Sukcesy, jakie replikator odnosi w świecie, zależą od tego, w jakim świecie się znajdzie - od zastanych warunków. Do najważniejszych z nich należą inne replikatory wraz z następstwami wywieranych przez nie wpływów. Jak angielscy i niemieccy wioślarze, geny nawzajem sobie sprzyjające będą zyskiwały na swojej obecności. W pewnym momencie ewolucji życia na naszej planecie to grupowanie się pasujących nawzajem do siebie replikatorów zostało sformalizowane poprzez stworzenie odrębnych nośników - komórek, a później wielokomórkowych ciał. Nośniki, u których wyewoluował cykl życiowy o wąskim gardle, pomyślnie się rozwijały i stawały się coraz bardziej odrębne i „nośnikowate”.

Upakowanie materii żywej w osobne nośniki stało się cechą tak uderzającą i dominującą, że gdy na scenie pojawili się biologowie i zaczęli zadawać pytania na temat życia, przeważnie dotyczyły one nośników - pojedynczych organizmów. Pojedynczy organizm dotarł do świadomości biologa jako pierwszy, podczas gdy replikatory - obecnie znane jako geny - uważane były za część wyposażenia tego organizmu. Dużego wysiłku umysłowego wymaga przywrócenie biologii właściwego punktu odniesienia i uświadomienie sobie, że to replikatory zajmują pierwsze miejsce zarówno w hierarchii ważności, jak i w historii życia.

W uprzytomnieniu sobie tego faktu pomóc nam może świadomość, że nawet dzisiaj nie wszystkie skutki

fenotypowe genu są ograniczone do tego ciała, w którym dany gen przebywa. Bez wątplenia geny powinny być zdolne, a rzeczywistość to potwierdza, do sięgania poza granice pojedynczego ciała i manipulowania obiektami ze świata zewnętrznego, zarówno nieożywionymi, jak i żywymi istotami, nawet bardzo odległymi. Z niewielką pomocą wyobraźni ujrzyć możemy gen jako centrum dyspozycyjne zarządzające rozchodzącą się na wszystkie strony siecią rozszerzonych wpływów fenotypowych. Dowolny zaś obiekt istniejący w świecie postrzegać możemy jako centrum sieci, w którym zbiegają się wpływy pochodzące od wielu genów, z wielu organizmów. Dalekosiężny gen nie zna ograniczeń. Jak świat długi i szeroki, we wszystkich możliwych kierunkach biegną wektory spinające geny z ich skutkami fenotypowymi.

I trzeba tylko jeszcze uwzględnić pewien dodatkowy fakt, w praktyce zbyt ważny, by nazwać go marginalnym, lecz w teorii nie na tyle konieczny, by nazwać go nieuchronnym: że te chaotycznie przebiegające wektory pogrupowane są w wiązki. Replikatory już nie buszują swobodnie po morzach, stłoczone są w wielkich koloniach - pojedynczych ciałach. A ich skutki fenotypowe, miast być rozproszone równomiernie po świecie, w większości przypadków uwięzione są w tych samych ciałach. Lecz pojedynczy organizm, zjawisko tak nam bliskie na naszej planecie, wcale nie musiał zaistnieć. Jediną kategorią bytu, która musi zaistnieć, by powstało życie w dowolnym miejscu wszechświata, jest nieśmiertelny replikator.

PRZYPISY

Poniższe przypisy odnoszą się tylko do pierwszych jedenastu rozdziałów. W tekście książki miejsce opatrzone komentarzem zaznaczono gwiazdką.

ROZDZIAŁ 1

Skąd się wzięli ludzie?

1 ...wszystkie próby odpowiedzi na to pytanie, datowane przed 1859 rokiem, są bezwartościowe...

Niektóre osoby, nawet niewierzące, poczuły się urażone słowami Simpsona. Zgadzam się, że gdy czyta się je po raz pierwszy, razi ich szalony brak kultury, taktu i tolerancji. Przypominają powiedzenie Henry'ego Forda: „Historia to przeważnie banialuki”. Jeśli jednak staniesz przed koniecznością podania przeddarwinowskiej odpowiedzi na pytania: „Kim jest człowiek?”, „Czy życie ma jakikolwiek sens?”, „Po co istniejemy?”, to pomijawszy wyjaśnienia opierające się na prawdach wiary (są mi one znane, nie marnuj znaczka pocztowego), czy rzeczywiście umiałbyś przytoczyć jakąkolwiek, która nie byłaby obecnie bezwartościowa, jeśli nie liczyć jej (znaczącej) wartości historycznej? Jest przecież możliwe, by coś było po prostu zwyczajnie błędne, i właśnie takie były, przed 1859 rokiem, wszystkie odpowiedzi na powyższe pytania.

Str. 19 Nie jestem rzecznikiem moralności opartej na zasadach ewolucji

Krytycy błędzili czasem, uznając Samolubny gen za książkę broniącą egoizmu jako zasady, jaką powinniśmy się w życiu kierować! Inni, być może, przeczytawszy tylko tytuł lub nie przebrnąwszy przez pierwsze dwie strony, sądzili, że wyrażam w niej pogląd, iż egoizm i inne niegodziwości są, czy to nam się podoba czy nie, nieodłączną częścią naszej natury. Taki błąd bardzo łatwo popełnić, jeśli jest się przekonany (a nie wiadomo czemu tak się wydaje wielu ludziom), że cechy genetycznie „zdeterninowane” są nie do zwalczania - ostateczne i nieodwracalne. W rzeczywistości geny „determinują” zachowanie jedynie w sensie statystycznym (patrz również strony 62-66). Dobrą analogią są tu przysłowia i powiedzenia na temat pogody - jak choćby to, że czerwone niebo o zachodzie słońca wróży dobrą pogodę nazajutrz. To, że czyste niebo czerwonej barwy o zachodzie słońca wróży nazajutrz ładną pogodę, można traktować jako twierdzenie statystycznie prawdziwe, ale nie dawałbym za to swojej głowy. Wiemy doskonale, że pogoda podlega wpływom wielu czynników, a zależności między nimi są bardzo skomplikowane. Każda prognoza pogody może okazać się błędna. Jest to jedynie prognoza statystyczna. Czerwonego zachodu słońca nie traktujemy jako wyłącznej determinanty ładnej pogody następnego dnia i w taki sam sposób powinniśmy przyjmować twierdzenie, że geny cokolwiek nieodwołałnie determinują. Nie ma powodu, by skutki działania genów nie mogły być z łatwością odwrócone przez inne czynniki. Zachęcam do przeczytania drugiego rozdziału książki *The Extended Phenotype* i mojego artykułu „Sociobiology: The New Storm in a Teacup” (Socjobiologia: kolejna burza w szklance wody), gdzie przeprowadzam wyczerpującą dyskusję na temat „determinizmu genetycznego” i źródeł powstawania wokół niego nieporozumień. Posądzano mnie nawet o twierdzenie, jakoby wszyscy ludzie bez wyjątku byli z gruntu chicagowskimi gangsterami! Tymczasem istotą mojej analogii gangstera z Chicago (str. 19) było to, że:

„...wiedza o tym, w jakim środowisku dany człowiek dobrze sobie radzi, mówi ci co nieco o tym człowieku. Nie miało to nic wspólnego z konkretnymi cechami gangsterów z Chicago. Mógłbym równie dobrze użyć

analogii do człowieka, którego wyniesiono do godności głowy Kościoła anglikańskiego lub powołano do szacownego gremium naukowego czy twórczego. Lecz niezależnie od wszystkiego, moją analogię zastosowałem do genów, a nie do ludzi.(...)”

Kwestię tę, jak i inne nieporozumienia wynikające ze zbyt dosłownego odczytywania moich słów, przedyskutowałem w artykule „In defence of selfish genes” (W obronie samolubnych genów), z którego zaczerpnąłem powyższy fragment.

Muszę dodać, że wtrącone przeze mnie tu i ówdzie do komentowanego rozdziału dygresje polityczne sprawiły, że czytając go ponownie w 1989 roku odczuwałem pewien niesmak. Zdanie: „Ile razy w ostatnich latach powtarzano te słowa [o potrzebie powstrzymania się od samolubnej zachłanności dla zapobieżenia destrukcji całej grupy] ludziom pracy w Wielkiej Brytanii?” (str. 26) - brzmi jak wypowiedź torysa! W 1975 roku, kiedy to zdanie napisałem, socjalistyczny rząd, który poparłem w wyborach, prowadził desperacką walkę z 23-procentową inflacją i był oczywiście zatroskany żądaniem podwyżek płac. Moja uwaga mogłaby pochodzić z przemówienia któregoś z laburzystowskich ministrów z tamtych czasów. Dziś, gdy w Wielkiej Brytanii mamy rządy nowej prawicy, która do statusu ideologii podniosła niczemność i egoizm, moje słowa wywołują nieprzyjemne skojarzenia, nad czym ubolewam. Nie znaczy to, że cofam to, co powiedziałem. Samolubna krótkowzroczność ma wciąż, tak jak i przedtem, wspomniane przeze mnie niepożądane konsekwencje. Gdyby jednak dziś szukał ktoś w Wielkiej Brytanii przykładów samolubnej krótkowzroczności, to nie na ludzi pracy spojrzalby najpierw. Zapewne najlepszym wyjściem jest całkowite powstrzymanie się od wtrącania do dzieła naukowego politycznych dygresji, zadziwiająco jest bowiem, jak szybko tracą one na aktualności. Pisma zaangażowanych politycznie naukowców lat trzydziestych - na przykład J. B. S. Haldane'a i Lancelota Hogbena - rażą dziś anachronizmami.

Str. 23 Możliwe nawet, że odgryzając samcowi głowę samica poprawia jego sprawność seksualną...

Z tym przedziwnym faktem zapoznałem się po raz pierwszy podczas wykładu wygłoszonego przez moją koleżkę, a poświęconego chruścikom. Powiedział on w pewnym momencie, że żałuje, iż nie udało mu się uzyskać potomstwa chruścików w niewoli, ale choć próbował różnych sposobów, nie zdołał namówić ich do kopulacji. Na to odburknął z pierwszego rzędu pewien profesor entomologii, mówiąc takim tonem, jakby przeoczono coś najoczywistszego: „A czy próbował pan odciąć im głowy?”

Str. 30 ...podstawową jednostką podlegającą doborowi i tym samym jednostką, która może odnieść egoistyczną korzyść, nie jest gatunek ani grupa, ani nawet nie sam osobnik. Jest nią gen...

Od czasu napisania mojego manifestu na temat doboru genowego nieraz powracała do mnie myśl, czy nie jest możliwe, by w długich dziejach ewolucji działała od czasu do czasu jakaś forma doboru wyższego rzędu. Zastrzegam od razu, że mówiąc „wyższy poziom” nie mam na myśli niczego, co przypominałoby „dobór grupowy”. Mam na myśli coś bardziej finezyjnego, a przy tym o wiele bardziej interesującego. Coraz bardziej skłaniam się ku pogładowi, że tak jak niektóre organizmy są biegłejsze od innych w sztuce przetrwania, tak całe klasy organizmów sprawniej od innych ewoluują. Naturalnie, jest to wciąż ta sama, znana nam dobrze ewolucja, zachodząca na drodze doboru genów. Wpływ, jaki mają mutacje na przetrwanie i sukces rozrodczy osobników, jest w dalszym ciągu kryterium stanowiącym o preferowaniu tych a nie innych mutacji. Ale pojawienie się jakiejś kluczowej, nowej

mutacji modyfikującej podstawy planów rozwoju zarodkowego może zadziałać jak zwolnienie śluzy i zapoczątkować falę nowej radiacji ewolucyjnej, która utrzyma się przez następne miliony lat. Być może, istnieje rodzaj doboru wyższego rzędu faworyzującego takie mechanizmy rozwojowe, które same przez się sprzyjają ewolucji, czyli dobór w kierunku lepszej „ewoluowalności”. Dobór tego rodzaju może być kumulatywny, a tym samym postępowy, której to cechy brak jest doborowi grupowemu. Idee te przedstawiłem w artykule „The Evolution of Evolvability” (Ewolucja ewoluowalności), który inspirowany był głównie wynikami mojej zabawy Ślepym Zegarmistrzem, programem komputerowym symulującym różne zjawiska ewolucyjne.

ROZDZIAŁ 2

Replikatory

Str. 34 Mój uproszczony opis [powstania życia] nie odbiega przypuszczalnie zbyt daleko od rzeczywistości Teorii na temat powstania życia jest wiele. Miast analizować je wszystkie, w Samolubnym genie przedstawiłem po prostu jedną z nich, jako ilustrację głównej myśli. Nie chciałem jednak, by czytelnik odniósł wrażenie, że była to jedyna licząca się kandydatka, a nawet - najlepsza z nich. W istocie w Ślepym zegarmistrzu celowo wybrałem do tego samego celu inną teorię, a mianowicie teorię minerałów ilastych A. G. Cairns-Smitha. Ani w jednej, ani w drugiej książce nie czułem się szczególnie przywiązany do wybranej akurat hipotezy. Gdybym napisał kolejną książkę, skorzystałbym zapewne z okazji, by zaprezentować jeszcze inny punkt widzenia, głoszony przez niemieckiego badacza zajmującego się chemią matematyczną - Manfreda Eigena i jego kolegów. Zawsze bowiem chodziło mi o ukazanie pewnych fundamentalnych własności, które muszą leżeć u podstaw każdej dobrej teorii powstania życia, a zwłaszcza o ukazanie idei samoreplikujących się jednostek genetycznych.

Str. 37 „I dziewica pocznie...”

Kilku korespondentów, stropionych moimi słowami na temat błędnego tłumaczenia wyrażenia „młoda kobieta”, występującego w prorocctwie biblijnym, jako „dziewica”, domagało się ode mnie wyjaśnień. Raniecie uczuć religijnych jest w dzisiejszych czasach zajęciem ryzykownym, czuję się więc w obowiązku odpowiedzieć. Prawdę mówiąc, robię to z przyjemnością, gdyż naukowcy rzadko mają sposobność w satysfakcjonującym stopniu przyprószyć się kurzem bibliotecznym, by móc się popisać erudycją w uczonym przypisie. W rzeczywistości fakt ten jest dobrze znany biblistom i nie jest przez nich podawany w wątpliwość. W Księdze Izajasza napisane jest po hebrajsku *almah*, co bez wątpienia oznacza „młoda kobieta” [nieródka], bez żadnych przesłanek co do jej dziewictwa. Gdyby chciano napisać „dziewica” użyto by raczej *betulah* (dwuznaczne angielskie słowo *maiden* ilustruje, jak łatwo można pomylić te dwa znaczenia). „Mutacja” nastąpiła w momencie, gdy w dokonywanym w czasach przedchrześcijańskich greckim tłumaczeniu Starego Testamentu, znanym pod nazwą Septuaginta, *almah* przełożono na *parthenos*, co rzeczywiście na ogół oznacza dziewicę. Mateusz (oczywiście nie apostoł współczesny Jezusowi, ale ewangelista działający wiele lat później), pisząc: „A stało się to wszystko, aby się wypełniło słowo Pańskie powiedziane przez Proroka: »Oto Dziewica pocznie i porodzi Syna, któremu nadadzą imię Emmanuel” cytował Izajasza za dziełem, które wydaje się być jakąś wersją Septuaginty (z wyjątkiem dwóch, wszystkie greckie słowa, a jest ich piętnaście, są identyczne). Znawcy chrześcijaństwa zgodni są co do tego, że historia niepokalanego

poczęcia Jezusa jest późniejszą interpolacją, wprowadzoną prawdopodobnie przez wyznawców greckojęzycznych po to, by można było stwierdzić, że wypełniło się (błędnie przetłumaczone) proroctwo. Współczesne wersje, takie jak New English Bible, w Księdze Izajasza podają prawidłowo „młoda kobieta”. I równie poprawnie pozostawiają „dziewica” w Ewangelii Mateusza, ponieważ tu tłumaczą z greckiego oryginału.

Str. 41 Roją się teraz w wielkich koloniach, bezpieczne wewnątrz gigantycznych, ociążonych robotów.

Ten przesadnie ozdobny zwrot (wprawdzie ulegam skłonności ich wtrącania, ale staram się czynić to rzadko) był wielokrotnie cytowany w uciesznych próbach wykazania mojego zacieklego „determinizmu genetycznego”. Problem częściowo polega na popularnych, ale błędnych skojarzeniach, jakie wzbudza słowo „robot”. Żyjemy w złotym wieku elektroniki i roboty nie są już jak dawniej tępe i bezmyślne, lecz nabyły umiejętności uczenia się, inteligencji i zdolności twórczych. Jak na ironię, nawet „roboty” wymyślone w 1920 roku przez Karela Čapka, choć były tworamami mechanicznymi, zaczęły mimo to przejawiać ludzkie uczucia, takie jak miłość. Błądzą ci, którzy uważają, że roboty są z definicji bardziej „deterministyczne” od istot ludzkich (chyba że jako wierzący będą konsekwentnie utrzymywać, że ludzie otrzymali od Boga dar wolnej woli, którego nie dano zwykłym maszynom). Jeśli jednak nie jesteś religijny, jak większość krytyków mojego wyrażenia „ociężały robot”, zadaj sobie następujące pytanie: Za kogo ty się niby uważasz, jeśli nie za robota, tyle że bardzo skomplikowanego? Całą tę kwestię przedyskutowałem w książce *The Extended Phenotype* na stronach 15-17.

W tym nieporozumieniu udział swój ma jeszcze inna znamienita „mutacja”. Tak jak wydawało się teologiczną koniecznością, by Jezus został zrodzony przez dziewicę, koniecznością demonologiczną wydaje się wiara każdego liczącego się zwolennika „determinizmu genetycznego” w to, że geny „sterują” wszelkimi aspektami naszego zachowania. O replikatorach genetycznych napisałem: „stworzyły nas, nasze ciała i umysły” (str. 41). Zostało to z należytą starannością przeinaczone (np. w: *Not in Our Genes* napisanej przez Rose’a, Kamina i Lewontina na str. 287, a wcześniej jeszcze w artykule naukowym Lewontina) na: „sterują nami, naszymi ciałami i umysłami” (podkreślenie moje). Z tekstu mojego rozdziału jasno wynika, jak sędzę, co miałem na myśli pisząc „stworzyły”, i że znaczyło to całkiem co innego niż: „sterują”. Każdy z nas może sobie uzmysłwić, że w gruncie rzeczy geny nie mają kontroli nad stworzonymi przez siebie dziełami w tym mocnym, krytykowanym jako „determinizm” sensie. Przecież bez trudu (no, powiedzmy raczej: z niewielkim trudem) przeciwstawiamy się im, stosując środki antykoncepcyjne.

ROZDZIAŁ 3

Nieśmiertelne helisy

Str. 46 Wytworzenie ciała jest przedsięwzięciem wspólnym, którego złożoność uniemożliwia w zasadzie rozróżnienie, jaki mają w nim udział poszczególne geny.

Tu, jak i na stronach 126-130, odpowiadam na krytykę posadzającą mnie o genetyczny „atomizm”. Ściśle rzecz biorąc, odpowiedź ta jest antycypacją, ponieważ pojawiła się wcześniej niż sama krytyka! Proszę o wybaczenie, że z konieczności tak dosłownie cytuję własne słowa, niektóre ustępy Samolubnego genu okazały się bardzo łatwe do przeoczenia! Na przykład w swoim tekście „Caring Groups and Selfish Genes” w *The Panda’s*

Thumb („Troskliwe grupy i samolubne geny” w: Niewczesny pogrzeb Darwina, PIW, tłum. Nina Kancewicz-Hoffman) S. J. Gould pisze:

„Nie ma nic takiego, jak gen odpowiedzialny za tak określony element morfologiczny, jak Twoja, Czytelniku, lewa rzepka kolanowa czy Twój paznokieć. Ciało nie da się podzielić na części, z których każda byłaby wytworzona przez pojedynczy gen. Setki genów przyczyniają się zazwyczaj do formowania każdej części ciała...”

Gould napisał to jako krytykę Samolubnego genu. A oto, jak brzmią moje własne słowa (str. 46):

„Wytworzenie ciała jest przedsięwzięciem wspólnym, którego złożoność uniemożliwia w zasadzie rozróżnienie, jaki mają w nim udział poszczególne geny. Dany gen może wywierać rozmaite, całkiem odmienne efekty na wiele różnych części ciała. Na jedną część może oddziaływać wiele genów, a wpływ każdego genu zależy od współdziałania z wieloma innymi”.

I dalej (str. 62):

„Bez względu na to, jak wolne i niezależne byłyby geny w swojej podróży poprzez generacje, z całą pewnością nie są wolne jako czynniki kierujące rozwojem zarodkowym. Współpracują i współoddziałują zarówno między sobą, jak i ze środowiskiem zewnętrznym w niewiarygodnie złożony sposób. Wyrażenia takie jak: »gen na długie nogi« czy »gen na zachowanie altruistyczne« są wygodnymi skrótami myślowymi, ważne jest jednak, by rozumieć ich rzeczywiste znaczenie. Żaden gen samodzielnie nie zbuduje nogi, ani długiej, ani krótkiej. Ukształtowanie się nogi jest przedsięwzięciem, w którym współdziała wiele genów. Nie sposób też pominąć wpływów ze strony środowiska zewnętrznego: przecież nogi są w istocie zbudowane z pokarmu! A jednak można sobie wyobrazić pojedynczy gen, który przy założeniu identyczności pozostałych czynników sprawia, że nogi będą dłuższe, niż byłyby pod wpływem konkurencyjnego allelu tego genu”.

Swoją myśl rozwinąłem w następnym akapicie, używając analogii wpływu nawożenia na wzrost pszenicy. To niemal tak, jakby Gould był do tego stopnia z góry przekonany o moim naiwnym atomizmie, że przeoczył obszerne ustępy, w których przedstawiłem to samo interakcjonistyczne stanowisko, tak usilnie potem przez niego bronione.

Gould kontynuuje:

„Dawkins potrzebuje jednej jeszcze metafory: genów tworzących konwentykle, wchodzących w alianse, podporządkowujących się w zamian za możliwość wejścia do paktu, przeprowadzających ocenę siedlisk wchodzących w grę”.

W mojej analogii wioślarskiej (str. 126-130) uczyniłem dokładnie to, co zasugerował mi później Gould. Ustępowi o wioślarstwie warto przyjrzeć się również po to, by dostrzec, dlaczego Gould (choć zgodni jesteśmy w tak wielu punktach) się myli, twierdząc, że dobór naturalny „akceptuje bądź odrzuca organizmy w całości, ponieważ o ich przewagach decydują całe zestawy elementów oddziałujących na siebie w złożony sposób”. Prawdziwe uzasadnienie przyczyn gotowości genów do „współpracy” brzmi tak:

„Geny podlegają doborowi nie pod kątem tego, czy każdy z nich jest »dobry« z osobna, lecz, czy dobrze funkcjonują na tle innych genów w puli genowej. Skoro gen ma wraz z innymi genami zamieszkiwać wiele kolejnych pokoleń ciał, to by być dobrym, musi działać z nimi w zgodzie i je uzupełniać” (str. 126).

Pełniejszą replikę wobec krytyki atomizmu genetycznego umieściłem w książce *The Extended Phenotype*, szczególnie na stronach 116-117 i 239-247.

Str. 51 Definicja, jaką chciałbym zastosować, pochodzi od G. C. Williamsa.

Słowa Williamsa pochodzące z książki *Adaptation and Natural Selection* brzmią tak:

„Określenia gen używam w znaczeniu »czegoś, co dostatecznie często rozdziela się i łączy z powrotem«
....Gen można by zdefiniować jako dowolną, dziedzicznie przekazywalną porcję informacji, dla której tempo zmian częstości jej występowania w wyniku pozytywnego bądź negatywnego doboru przewyższa kilkakrotnie lub wielokrotnie tempo modyfikacji zachodzących w obrębie tej porcji informacji”.

Książka Williamsa jest obecnie powszechnie uznawana za klasykę, na co w pełni zasługuje, i jako taka jest respektowana zarówno przez „socjobiologów”, jak i krytyków socjobiologii. Jest dla mnie jasne, że prezentując swój „selekcjonizm genowy” Williams nigdy nie uważał, że proponuje coś nowego, a tym bardziej rewolucyjnego. Podobnie uważałem i ja w 1976 roku. Obydwaj uważaliśmy, że ugruntowujemy jedynie podstawowe zasady wprowadzone przez ojców „neodarwinizmu” - Fishera, Haldane’a i Wrighta - jeszcze w latach trzydziestych. Niemniej, zapewne z powodu naszego bezkompromisowego języka, niektórzy, w tym sam Sewall Wright, najwyraźniej sprzeciwili się naszemu pogładowi głoszącemu, że „jednostką doboru jest gen”. Podstawowym ich argumentem jest pogląd, że dobór naturalny widzi organizmy, a nie znajdujące się wewnątrz nich geny. Moją odpowiedzią na takie poglądy, jak ten reprezentowany przez Wrighta, jest książka *The Extended Phenotype*, zwłaszcza to, co napisałem na stronach 238-247. Najnowsze rozważania Williamsa zawarte w jego „*Defense of Reductionism in Evolutionary Biology*” (*Obrona redukcjonizmu w biologii ewolucyjnej*), dotyczące genu jako jednostki doboru, są jak zawsze głębokie. Niektórzy filozofowie, na przykład D. L. Hull, K. Sterelny i P. Kitcher, a także M. Hampe i S. R. Morgan również ostatnio przyczynili się znacząco do rozjaśnienia kwestii „jednostek doboru”. Niestety, są i inni filozofowie, którzy wprowadzili do tego zagadnienia zamieszanie.

Str. 59 ...pojedynczy osobnik jest zbyt dużą i zbyt krótkotrwałą jednostką genetyczną...

W moim wywodzie wykazującym, że w doborze naturalnym pojedynczy organizm nie może odgrywać roli replikatora, wielokrotnie powoływałem się, w ślad za Williamsem, na tasowanie fragmentów chromosomów, jakie dokonuje się w czasie mejozy. Widzę teraz, że była to tylko połowa prawdy. Druga połowa została dopowiedziana w *The Extended Phenotype* (strony 97-99) i w moim artykule: „*Replicators and Vehicles*” (*Replikatory i nośniki*). Gdyby chodziło tylko o tasujące działanie mejozy, organizm rozmnażający się bezpłciowo, jak np. samica patyczaka, byłby pełnoprawnym replikatorem, rodzajem gigantycznego genu. Lecz przecież jeśli zajdzie w nim jakaś zmiana - powiedzmy utraci nogę - modyfikacja ta nie zostanie przekazana przyszłym pokoleniom. Poprzez pokolenia przemieszczają się tylko geny, obojętne, czy rozmnażanie jest płciowe, czy bezpłciowe. To geny są więc rzeczywistymi replikatorami. W przypadku bezpłciowego patyczaka cały genom (zestaw wszystkich jego genów) jest replikatorem. Ale sam owad nie. Ciało patyczaka nie jest odlewem sporządzonym jako replika ciała poprzedniej generacji. W każdym kolejnym pokoleniu ciało rozwija się od nowa z komórki jajowej, pod kierunkiem znajdującego się w niej genomu, który jest repliką genomu poprzedniego pokolenia.

Wszystkie drukowane kopie tej książki będą takie same. Będą replikami, ale nie replikatorami. Będą replikami nie dlatego, że jedna jest kopią drugiej, ale dlatego, że wszystkie są kopiami tych samych matryc drukarskich. Nie tworzą rodowodu kopii, w którym jedne kopie byłyby przodkami drugich. Taki rodowód istniałby,

gdybyśmy wykonali kserokopię stronicy książki, potem kserokopię kserokopii, potem kserokopię kserokopii kserokopii i tak dalej. W takim rodowodzie stronic rzeczywiście istniałyby zależności typu przodek-potomek. Pojawiająca się w którejkolwiek generacji jakaś nowa plamka byłaby obecna już na wszystkich kopiach potomnych, ale u poprzedników by jej nie było. Taki łańcuch pokoleń może podlegać ewolucji.

Na pierwszy rzut oka kolejne pokolenia ciał patyczaków wydają się tworzyć rodowód replik. Lecz jeśli na drodze eksperymentalnej dokona się modyfikacji jednego z członków rodu (na przykład urywając mu nogę), zmiana ta nie zostanie przekazana dalej. Natomiast, jeśli na drodze eksperymentalnej zmieni się jeden z elementów rodowodu genomów (na przykład za pomocą promieni X), zmiana ta będzie przekazana. I to właśnie, a nie tasujące działanie mejozy, jest zasadniczą przesłanką do powiedzenia, że pojedynczy organizm nie jest „jednostką doboru”, że nie jest prawdziwym replikatorem. To jedna z najważniejszych konsekwencji wynikających z powszechnie akceptowanego faktu, że teoria dziedziczności Lamarcka jest fałszywa.

Str. 66 Inna teoria, którą zawdzięczamy Sir Peterowi Medawarowi...

Zostałem zrugany (oczywiście nie przez samego Williamsa, ani nawet za jego wiedzą) za przypisanie podanej tu teorii starzenia się P. B. Medawarowi, a nie G. C. Williamsowi. To prawda, że wielu biologów, szczególnie w Ameryce, poznało tę teorię głównie dzięki artykułowi Williamsa z 1957 roku: „Pleiotropy, Natural Selection, and the Evolution of Senescence” (Plejotropia, dobór naturalny i ewolucja starości). Jest również prawdą, że dokonane przez Williamsa dopracowanie teorii w szczegółach wykaczało daleko poza pierwotny kształt nadany jej przez Medawara.

Jednak według mojej oceny, to Medawar w swoich książkach *An Unsolved Problem in Biology* (Nie rozwiązany problem biologii) z 1952 roku i *The Uniqueness of the Individual* [Niepowtarzalność jednostki] z 1957 roku przedstawił zasadniczy zrąb tej idei. Powinienem być dodać, że rozwinięcie teorii przez Williamsa było dla mnie bardzo pomocne, ponieważ dzięki niemu jasna staje się konieczność wprowadzenia do rozważań pewnego ważnego elementu („plejotropizmu”, czyli wielorakości skutków działania genów), na co Medawar nie położył dostatecznego nacisku. Nieco później W. D. Hamilton rozwinął tę teorię jeszcze bardziej w swoim artykule: „The Moulding of Senescence by Natural Selection” (Kształtowanie starości przez dobór naturalny). Nawiasem mówiąc, otrzymałem wiele interesujących listów od lekarzy, ale żaden, o ile pamiętam, nie odniósł się do moich spekulacji na temat możliwości „zmylenia” genów co do wieku ciała, w którego wnętrzu się znajdują (strona 69). Pomysł ten w dalszym ciągu nie wydaje mi się rażąco niemądry, a gdyby okazało się, że jest trafny, czyż nie byłby ważny z punktu widzenia medycznego?

Str. 71 Cóż jest [w rozmnażaniu płciowym] takiego dobrego?

Problem dotyczący pożytków płynących z istnienia płci wciąż pozostaje tematem prowokacyjnym, pomimo kilku pobudzających do myślenia książek, zwłaszcza autorstwa M. T. Ghiselina, G. C. Williamsa, J. Maynarda Smitha i G. Bella oraz tomu pod redakcją R. Michoda and B. Levina. Dla mnie najbardziej interesującym, oryginalnym pomysłem jest teoria pasożytna W. D. Hamiltona, przystępnie wyjaśniona przez Jeremy’ego Churfasa i Johna Gribbina w książce *The Redundant Male* [Nadwyżkowy mężczyzna].

Str. 73 ...[nadmiarowy DNA] jest... pasożytem lub jedynie pasażerem na gapę - nieszkodliwym, ale bezużytecznym... (patrz też str. 72)

Moja sugestia, że nadmiarowy DNA, nie podlegający tłumaczeniu na białko, mógłby być samolubnym pasożytem, została podchwyciona i rozwinięta przez biologów molekularnych (patrz artykuły Orgela i Cricka oraz Doolittle'a i Sapienzy) i opatrzona popularnym obecnie określeniem „samolubny DNA”. S. J. Gould w eseju „Co dzieje się z organizmami, jeśli geny działają na własny rachunek?” [Niewczesny pogrzeb Darwina, s. 179] oznajmił w sposób (wobec mnie!) prowokacyjny, że jeśli pominąć historyczne korzenie idei samolubnego DNA: „W rzeczywistości jednak struktury logiczne wyjaśnień, wynikających z teorii samolubnego DNA i samolubnego genu, są skrajnie odmienne”. Uważam jego rozumowanie za błędne, choć interesujące i, nawiasem mówiąc, on w taki sam sposób ocenia moje, o czym nie omieszczał mnie poinformować. Po wprowadzeniu, w którym rozwodzi się na temat „redukcjonizmu” i „hierarchii” (co nie może być, według mnie, ani błędne, ani interesujące), kontynuuje:

„Samolubne geny Dawkinsa stają się coraz liczniejsze, gdyż mają znaczenie dla organizmów i pomagają im w ich walce o byt. Samolubny DNA staje się coraz obfitszy z dokładnie przeciwnych powodów - właśnie dlatego, że nie ma on znaczenia dla organizmu (...)”

Dostrzegam rozróżnienie, jakie wprowadza Gould, nie uważam jednak, że ma ono znaczenie fundamentalne. Przeciwnie, w dalszym ciągu uważam samolubny DNA za szczególny przypadek mieszczący się w teorii samolubnego genu, tym samym był on zresztą w momencie swoich narodzin. (Sugestia, że samolubny DNA jest takim właśnie szczególnym przypadkiem, przedstawiona jest na stronie 254 tej książki, być może, w sposób bardziej jednoznaczny niż w cytowanym przez Doolittle'a i Sapienę oraz Orgela i Cricka ustępie ze strony 73. Nawiasem mówiąc, Doolittle i Sapienę umieścili w tytule określenie „samolubne geny”, a nie „samolubny DNA”). Niech mi wolno będzie w odpowiedzi na zarzuty Goulda posłużyć się następującą analogią. Geny, które nadają osom żółte i czarne prążki, zwiększają swoją częstość występowania, ponieważ ten (ostrzegawczy) barwny wzór skutecznie dociera do mózgow innych zwierząt. Geny, które żółte i czarne prążki nadają tygrysom, zwiększają swoją częstość występowania „z dokładnie odwrotnego powodu” - ponieważ w zamysle ten (maskujący) barwny wzór ma nie docierać do mózgow innych zwierząt. Mamy tu rzeczywiste rozróżnienie podobne (choć na innym poziomie hierarchii!) do uczynionego przez Goulda, lecz dotyczy ono jedynie subtelnych szczegółów. Nie udało się nam obronić twierdzenia, że „struktury logiczne wyjaśnień, wynikających z teorii samolubnego DNA i samolubnego genu, są skrajnie odmienne”. Orgel i Crick trafili w samo sedno, wskazując na analogię między samolubnym DNA a jajami kukulki: przecież jaja kukulki unikają zdemaskowania właśnie dzięki swojemu wyglądowi, który upodabnia je do jaj gospodarza.

Notabene, ostatnie wydanie Oxford English Dictionary podaje nowe znaczenie słowa „samolubny”: „dotyczący genu lub materiału genetycznego: powielany bez końca lub rozprzestrzeniający się, choć nie przejawia się żadnymi fenotypowymi skutkami”. Jest to celnie sformułowana, zwięzła definicja „samolubnego DNA” i drugi z podanych dla ilustracji cytatów faktycznie dotyczy właśnie jego. Moim zdaniem jednak końcowe sformułowanie: „choć nie przejawia się żadnymi fenotypowymi skutkami” jest niefortunne. Samolubne geny mogą nie wywierać wpływu na fenotyp, jednak wiele z nich to robi. Leksykografowie mogliby się upierać, że ich intencją było ograniczenie znaczenia do „samolubnego DNA”, który faktycznie nie wywiera wpływów fenotypowych. Lecz pierwszy z ilustrujących cytatów, pochodzący z Samolubnego genu, obejmuje samolubne geny, które właśnie

wywierają wpływy fenotypowe. Jestem jednak jak najdalej od czepiania się jakichś drobiazgowo wobec dostąpienia zaszczytu cytowania w Oxford English Dictionary.

Rozważania nad samolubnym DNA kontynuowałem w The Extended Phenotype (strony 156 -164).

ROZDZIAŁ 4

Maszyna genowa

Str. 79 Można przyjąć, że mózgi są pod względem funkcji analogiczne do komputerów.

Sformułowania takie wywołują konsternację u pojmujących wszystko dosłownie. Mają oni oczywiście rację, że mózgi różnią się pod wieloma względami od komputerów. Już sam sposób, w jaki pracują, jest bardzo różny od zasady działania tych komputerów, które stworzyła nasza technologia. W najmniejszym stopniu nie umniejsza to prawdziwości tego, co powiedziałem o istniejących między nimi analogiach pod względem funkcji. Mózg pełni bowiem rolę ni mniej, ni więcej tylko komputera pokładowego - analizuje dane, rozpoznaje wzorce, przechowuje dane na krótki i długi czas, koordynuje przebieg wykonywanych działań i tak dalej.

Skoro jesteśmy przy komputerach: zachwycające - lub przerażające, zależnie od punktu widzenia - jest to, jak bardzo moje uwagi na ich temat się zdezaktualizowały. Napisałem (str. 78) że: „tranzystorów udałoby się w ludzkiej czaszce upakować zaledwie kilkaset”. Dziś tranzystory połączone są w układy scalone, liczba zaś jednostkowych tranzystorów, jaką dałoby się obecnie upakować w ludzkiej czaszce, sięga miliardów. Napisałem też (str. 83), że komputery grające w szachy osiągnęły poziom wprawnego amatora. Dzisiaj w tanich komputerach domowych powszechnie spotyka się programy, które potrafią pokonać każdego gracza, z wyjątkiem tych najbardziej zaawansowanych, a najlepsze w świecie programy (zainstalowane w komputerach dużej mocy) są dzisiaj poważnym wyzwaniem dla arcymistrzów. Oto słowa korespondenta szachowego Raymonda Keene’a, zamieszczone w numerze „Spectatora” z 7 października 1988 roku:

„(...) Pokonanie przez komputer utytułowanego gracza wciąż jeszcze ma posmak sensacji, niebawem jednak zapewne spowszednieje. Najgroźniejsze jak dotąd metalowe monstrum, jakie wystawiono przeciwko umysłowi ludzkiemu, nosi tajemniczą nazwę Deep Thought, bez wątpienia na cześć Douglasa Adamsa. Ostatnio wykorzystano Deep Thought, by siać popłoch wśród przedstawicieli rodzaju ludzkiego biorących udział w Otwartych Mistrzostwach USA, które odbyły się w sierpniu w Bostonie. Wciąż jeszcze nie otrzymałem pełnej oceny możliwości Deep Thought, co byłoby probierzem jego osiągnięć w otwartych mistrzostwach rozgrywanych według systemu szwajcarskiego, widziałem jednak jego druzgocące zwycięstwo nad mocnym Kanadyjczykiem Igorem Iwanowem, który niegdyś pokonał Karpowa! Przyjrzyjcie się uważnie, być może tak będzie wyglądała przyszłość sportu szachowego”.

Potem następuje szczegółowy opis kolejnych posunięć. A oto reakcja Keena na dwudzieste drugie posunięcie Deep Thought:

„(...) Wspaniały ruch (...) Chodzi w nim o umieszczenie królowej w centrum szachownicy (...) i pomysł ten prowadzi do piorunującego sukcesu (...) Gwałtowna zmiana sytuacji (...) Skrzydło czarnej królowej jest teraz całkowicie rozbite przez wtargnięcie królowej...”

Replika Iwanowa opisana została tak:

„Miotanie się w desperacji, pogardliwie zignorowane przez komputer (...) Całkowite upokorzenie. Deep Thought rezygnuje z okazji do promocji piona, dając miast tego przeciwnikowi natychmiastowego mata (...) Czarne poddały się”.

Ważne jest nie tylko to, że Deep Thought jest jednym z najlepszych szachistów na świecie. Bodaj bardziej uderzyło mnie to, że komentator odczuwa potrzebę użycia języka odwołującego się do ludzkich emocji. Deep Thought „pogardliwie ignoruje” „miotanie się w desperacji” Iwanowa. Deep Thought przedstawiony jest jako „agresywny”. Keene pisze, że Iwanow „ma nadzieję” na jakiś rezultat, lecz jego język zdaje się wskazywać, że bez oporów przyszedłoby mu napisać o „nadziei” żywionej przez Deep Thought. Nie wątpię, że program komputerowy, który wygra mistrzostwa świata, pojawi się prędzej czy później. Ludzkości przyda się lekcja pokory.

Str. 84 200 lat świetlnych od nas, w konstelacji Andromedy...

W A for Andromeda istnieje pewna niejasność co do tego, czy mowa jest w niej o niezwykle odległej mgławicy Andromedy, czy też, tak jak ja to napisałem, niezbyt odległej od Ziemi gwiazdozbiórze Andromedy. Na stronie 23 niezwykle odrażający (jak większość bohaterów Freda Hoyle'a) naukowiec mówi o odebranych przekazie radiowym:

„Dotarcie do nas zajęło mu dwieście lat świetlnych. Minister może więc chyba poczekać jeden dzień, no nie?” Przepuszczalnie chodziło mu o dwieście lat, ponieważ rok świetlny jest miarą odległości, a nie czasu. Dystans dwustu lat świetlnych jest również podany w zachwalającej książkę notatce, zamieszczonej na okładce jej broszurowego wydania. Z całą pewnością lokuje to rodzimą planetę istot pozaziemskich w obrębie naszej Galaktyki. Jednak na tej samej stronie bohater powiada również: „Głos ten przybywa do nas z odległości tysiąca milionów milionów mil”. To zaś jest znacznie większą odległością, gdyż równa się około 10 milionom lat świetlnych, co grubo przewyższa odległość do mgławicy Andromedy, która znajduje się 2 miliony lat świetlnych od nas. W książce będącej dalszym ciągiem historii - *Andromeda Breakthrough* [Andromeda zwycięża] - istoty pozaziemskie tym razem już konsekwentnie i bez żadnych wątpliwości umieszczono w mgławicy Andromedy. Liczby „200” występujące na stronach 84, 85 i 86 mojej książki możesz więc, czytelniku, zastąpić dowolną liczbą z przedziału od 200 do 10 000 000 w zależności od upodobań - zaiste dość spory margines błędu.*

Doradzam czytelnikom, by podczas lektury pism profesora Hoyle'a na temat darwinizmu i jego historii przyjęli podobnie duży margines błędu.

Str. 87 ...strategii i sztuczek rzemiosła życia...

Wśród ludzi zajmujących się zawodowo biologią powszechne stało się stosowanie wobec zwierzęcia, rośliny czy genu określenia „strategia”, tak* Myli się nie Hoyle, lecz Dawkins. Tysiąc milionów milionów mil to właśnie około 200 lat świetlnych (przyp. tłum.). jakby świadomie wypracowywały one najlepsze drogi wiodące do sukcesu - na przykład przedstawianie „samców jako graczy grających ryzykownie o dużą stawkę, a samic jako ostrożnych inwestorów” (str. 89). Jest to język praktyczny, narzędzie nieszkodliwe, o ile nie wpadnie w ręce osoby nie dość dobrze przygotowanej, by móc go zrozumieć. A może przygotowanej zbyt dobrze i przez to rozumiejącej go opacznie? W żaden inny sposób nie mogę na przykład doszukać się sensu w artykule krytykującym *Samolubny gen* zamieszczonym w czasopiśmie „Philosophy”, a napisanym przez kogoś podpisującego się Mary Midgley, który to

artykuł jednoznacznie określa już jego pierwsze zdanie: „Geny nie mogą być samolubne lub niesamolubne bardziej niż atomy - zazdrosne, słonie - zdolne do myślenia abstrakcyjnego, a sucharki - teleologicznego”. Mój własny artykuł, „In Defence of Selfish Genes”, zamieszczony w następnym numerze tego pisma, zawiera pełną odpowiedź na tę, notabene wybitnie niepohamowaną i zjadliwą, krytykę. Wydaje się, że ci, których wykształcenie zbyt hojnie obdarzyło filozoficznym aparatem poznawczym, nie mogą się powstrzymać, by się nim nie popisać, choć w danym momencie nie jest on do niczego przydatny. Przypomina mi się uwaga P. B. Medawara o skłonności do „fantastyki filozoficznej” (philosophy-fiction) przejawianej przez „znaczny krąg osób, obdarzonych nierzadko dobrze wyrobionym zmysłem literackim i naukowym, których wykształcenie wykracza daleko poza ich zdolności do analitycznego myślenia”.

Str. 92 Być może, świadomość pojawia się wtedy, gdy symulacja rzeczywistości przeprowadzana przez mózg staje się tak pełna, że zawiera w sobie również model samego mózgu.

Ideę mózgow zdolnych do symulacji światów przedstawiłem w moim wykładzie zatytułowanym „Worlds In Microcosm” (Światy w mikrokosmosie), wygłoszonym w 1988 roku w cyklu wykładów ku czci Gifforda. Wciąż nie jest dla mnie jasne, czy w analizie tak głębokiego zagadnienia, jak świadomość, idea ta może być naprawdę pomocna, muszę jednak wyznać, że fakt, iż zwrócił na nią uwagę Sir Karl Popper w swoim wykładzie darwinowskim, sprawił mi przyjemność. Filozof Daniel Dennett zaproponował teorię świadomości, która metaforę symulacji komputerowej rozwija jeszcze bardziej. Aby zrozumieć jego teorię, musimy zaznajomić się z dwoma pojęciami technicznymi wiążącymi się z komputerami: z pojęciem maszyny wirtualnej oraz pojęciami przetwarzania szeregowego i równoległego, a także różnic, jakie istnieją między nimi. Z wyjaśnieniem tych terminów muszę się uporać w pierwszej kolejności.

Komputer jest maszyną realnie istniejącą, urządzeniem zamkniętym w obudowie. Przeważnie jednak w komputerze uruchomiony jest program, który przemienia go w inną maszynę - maszynę wirtualną. Było to prawdziwe zawsze dla wszystkich komputerów, jednak dopiero współczesne, „przyjazne dla użytkownika” komputery uprzytomniły nam to wyjątkowo dobitnie. W czasie, gdy piszę te słowa, za lidera w dziedzinie przyjazności dla użytkownika powszechnie uważa się komputer Apple Macintosh. Swoją sukces zawdzięcza wbudowanemu zestawowi programów, które przemieniają maszynę - a jej mechanizmy są, jak w przypadku każdego komputera, odstręczająco skomplikowane i nie przemawiające do ludzkiej intuicji - w maszynę zupełnie innego rodzaju: maszynę wirtualną, specjalnie zaprojektowaną tak, by współgrała z mózgiem i ręką człowieka. Maszyna wirtualna zwana środowiskiem współpracy z użytkownikiem (tzw. interfejsem użytkownika) wyglądem przypomina maszynę. Ma guziki do naciskania i regulatory suwakowe, jak w zestawie stereofonicznym. Jest to jednak maszyna wirtualna. Guziki i suwaki nie są sporządzone z metalu czy plastyku. Są obrazami na ekranie, a ty naciskasz je bądź przesuwasz, wodząc po ekranie wirtualnym palcem. Daje ci to poczucie panowania nad sytuacją, ponieważ jako człowiek przyzwyczajony jesteś do operowania przedmiotami za pomocą palców. Przez ostatnie dwadzieścia pięć lat intensywnie zajmowałem się programowaniem i byłem użytkownikiem rozmaitych komputerów, i proszę mi wierzyć, że używanie Macintosha (lub jego naśladowców) jest doświadczeniem jakościowo odmiennym od używania jakiegokolwiek innego, wcześniejszego typu komputera. Kontakt z nim jest naturalny i nie wymaga żadnego wysiłku, niemal tak, jakby wirtualna maszyna była przedłużeniem własnego ciała. Przy jej obsłudze można

w dużej mierze kierować się intuicją, zamiast sięgać po podręcznik.

Przechoǳę teraz do drugiego z pojęć, które musimy zapożyczyć z dziedziny nauk komputerowych - pojęcia przetwarzania szeregowego i równoległego. Współczesne komputery w większości są urządzeniami szeregowymi. Mają jedną centralną jednostkę obliczeniową (procesor) - elektroniczne wąskie gardło, przez które przejść muszą wszystkie przetwarzane dane. Pracując bardzo szybko mogą stworzyć iluzję, że robią wiele rzeczy równocześnie. Komputer szeregowy przypomina mistrza szachowego grającego „równocześnie” z dwudziestoma przeciwnikami, lecz w rzeczywistości wciąż krążącego od jednego gracza do drugiego. W przeciwieństwie do mistrza szachowego, komputer przełącza się między swoimi zadaniami tak szybko, że daje to każdemu z użytkowników iluzję, iż cała uwaga komputera skupiona jest wyłącznie na nim. W istocie jednak komputer poświęca swoją uwagę każdemu z nich po kolei.

Ostatnio dążąc do osiągnięcia jeszcze zawrotniejszych szybkości pracy skonstruowano komputery o autentycznym przetwarzaniu równoległym. Jednym z nich jest superkomputer zainstalowany w Edynburgu, który miałem ostatnio zaszczyt wizytować. Składa się z kilkuset równolegle pracujących „transputerów”, z których każdy równoważny jest pod względem mocy obliczeniowej współczesnemu komputerowi klasy desktop. Działanie superkomputera polega na rozłożeniu zadanego mu problemu na mniejsze zadania, które mogą być rozwiązane niezależnie, a następnie na przydzieleniu ich grupom transputerów. Transputery odbierają podproblem, rozwiązują go, podają odpowiedź i zgłaszają się po następne zadanie. W tym samym czasie swoje rozwiązania zgłaszają inne grupy transputerów, w rezultacie cały superkomputer osiąga ostateczny rezultat o całe rzędy wielkości szybciej, niż mógłby to zrobić zwyczajny komputer szeregowy.

Jak wspominałem, zwyczajny szeregowy komputer, przełączając swoją „uwagę” dostatecznie szybko między pewną liczbą zadań, może stworzyć wrażenie, że jest procesorem o przetwarzaniu równoległym. Powiedzielibyśmy, że mamy do czynienia z wirtualnym procesorem o przetwarzaniu równoległym, pod którym kryje się rzeczywiste urządzenie o przetwarzaniu szeregowym. Według Dennetta w mózgu człowieka dzieje się coś dokładnie odwrotnego. Struktura mózgu jest w swoich podstawach równoległa, jak maszyna z Edynburga. Natomiast program, który jest w nim uruchomiony, zaprojektowany został tak, by imitował przetwarzanie szeregowe: wirtualna maszyna szeregowa, pod którą kryje się urządzenie o architekturze równoległej. Według Dennetta szczególną cechą odczuwanego przez nas toku myśli jest szeregowe: „najpierw-jedno-potem-drugie”, ów „Joyce’owski” strumień świadomości. Jest on przekonany, że większość zwierząt nie doświadcza tej szeregowości i używa mózgu bezpośrednio, w przyrodzonym mu trybie przetwarzania równoległego. Bez wątpienia, do wielu rutynowych zadań związanych z utrzymaniem w ruchu skomplikowanej maszyny przetrwania również ludzki mózg używa swojej architektury równoległej w sposób bezpośredni. Lecz oprócz tego wyewoluował w ludzkim mózgu program będący wirtualną maszyną do symulowania iluzji procesora szeregowego. Umysł, z jego szeregowym strumieniem świadomości, jest maszyną wirtualną „przyjaznym dla użytkownika” sposobem komunikowania się z mózgiem, tak jak graficzny interfejs użytkownika jest „przyjaznym dla użytkownika” sposobem komunikowania się z fizycznym komputerem mieszczącym się w szarym pudle.

Dlaczego my, ludzie, potrzebowaliśmy takiej wirtualnej maszyny szeregowej, nie jest jasne. Przecież, jak się wydaje, inne gatunki z powodzeniem posługują się swymi niewyszukanymi maszynami o przetwarzaniu równoległym. Albo jest coś fundamentalnie szeregowego w tych najtrudniejszych spośród zadań, jakim musiał

sprostac człowiek pierwotny, albo Dennett myli się, traktując rodzaj ludzki wyjątkowo. W swoich rozważaniach idzie on jeszcze dalej, uważając, że stworzenie oprogramowania szeregowego było uwarunkowane przede wszystkim kulturowo, i dla poglądu tego również nie znajduję dość argumentów, by przyjąć go za prawdopodobny. Powiniennem jednak dodać, że w czasie gdy to piszę artykuł Dennetta nie został jeszcze opublikowany i moja relacja oparta jest na tym, co zapamiętałem z jego wykładu wygłoszonego w 1988 roku w Londynie w cyklu wykładów imienia Jacobsena. Polecam czytelnikowi raczej zajrzeć do tekstu napisanego przez samego Dennetta, gdy ten zostanie opublikowany, niż poleganie na mojej bez wątpienia niedoskonałej i fragmentarycznej - a miejscami może nawet zniekształconej własnymi „upiększeniami” - relacji.

Psycholog Nicholas Humphrey stworzył inną, równie kuszącą hipotezę, która tłumaczy, w jaki sposób ewolucja umiejętności symulacji mogła doprowadzić do powstania świadomości. W swojej książce *The Inner Eye* (Oko wewnętrzne) Humphrey przekonująco dowodzi, że zwierzęta o wysokim stopniu organizacji społecznej, jak szympansy czy my sami, musiały stać się wyspecjalizowanymi psychologami. Mózgi zmuszone są do sprytnego manewrowania wieloma zachodzącymi w świecie zjawiskami i do symulowania ich przebiegu. Zjawiska te są jednak przeważnie o wiele prostsze niż same mózgi. Zwierzęta społeczne żyją w świecie zaludnionym przez inne osobniki, ich światem są potencjalni partnerzy seksualni, rywale, towarzysze i wrogowie. By przetrwać i dobrze prosperować w takim otoczeniu, trzeba posiadać umiejętność przewidywania kolejnych posunięć innych osobników. Przewidywanie zdarzeń w świecie nieożywionym to bułka z masłem w porównaniu z przewidywaniem zdarzeń w świecie tworzonym przez społeczność. Badacze parający się psychologią od strony naukowej w rzeczywistości nie potrafią dobrze przewidywać ludzkich zachowań. Współtowarzysze w społeczności wykazują nieraz zadziwiające mistrzostwo w odczytywaniu myśli i odgadywaniu przyszłych zachowań na podstawie drobnych ruchów mięśni twarzy i innych, prawie niezauważalnych wskazówek. Humphrey jest przekonany, że ta biegłość w „psychologii naturalnej” uległa u zwierząt społecznych znacznemu rozwojowi, stając się niemal czymś w rodzaju dodatkowego oka czy innego skomplikowanego narządu zmysłu. Tak jak oko wyewoluowało jako narząd wzroku, tak „oko wewnętrzne” uformowało się jako narząd psychologii społecznej.

Jak dotąd rozumowanie Humphreya uważam za przekonujące. Argumentuje on także, że oko wewnętrzne działa na zasadzie wglądu we własne wnętrze. Zwierzę spogląda w głąb swoich uczuć i emocji, by zrozumieć uczucia i emocje innych. Nie jestem pewny, czy zgodziłbym się, że pomaga nam to zrozumieć zjawisko świadomości, ale Humphreya czyta się z przyjemnością, a zawarte w jego książce argumenty są sugestywne.

Str. 94 ...gen na zachowanie altruistyczne...

Mówienie o genach „na” altruizm czy inne na pozór skomplikowane zachowania czasem całkowicie wyprowadza ludzi z równowagi. Sądzą (błędnie), że w takim razie złożoność zachowania musiałaby być w jakiś sposób zawarta wewnątrz genu. Jakim cudem może istnieć pojedynczy gen na altruizm, pytają, skoro gen koduje tylko pojedynczy łańcuch białkowy? Jednak gdy mówi się o genie „na” coś, ma się na myśli jedynie to, że zmiana w tym genie powoduje zmianę w tym czymś. Pojedyncza modyfikacja genetyczna, polegająca na drobnej zmianie w znajdujących się w komórce cząsteczkach, powoduje modyfikację procesów rozwoju zarodkowego, które i tak są bardzo złożone. Skutkiem tej modyfikacji może być na przykład zmiana w zachowaniu.

Na przykład zmutowany gen „na” altruizm braterski u ptaków z pewnością nie będzie jedynym sprawcą

odpowiedzialnym za pojawienie się całkowicie nowego, skomplikowanego wzorca zachowania. Zmodyfikuje on jedynie jakiś istniejący wcześniej, i zapewne już przedtem bardzo skomplikowany, wzorec zachowania. W tym przypadku najbardziej prawdopodobnym twórcyem byłoby zachowanie rodzicielskie. Ptaki dysponują na ogół bardzo złożonym zestawem zachowań niezbędnych do wykarmienia piskląt i opiekowania się nimi. Zestaw ten powstał na drodze powolnej, trwającej wiele pokoleń ewolucji przekształcającej wcześniejsze wzorce zachowań. (Notabene ci, którzy przejawiają sceptycyzm wobec genów na opiekę braterską, są często niekonsekwentni: czemu nie są podobnie sceptyczni wobec genów na równie skomplikowaną opiekę rodzicielską?) Istniejący wcześniej wzorec zachowania - w tym przypadku opieka rodzicielska - mógłby być inicjowany zgodnie z dogodną regułą praktyczną w rodzaju: „Karm wszystko, co skrzeczy i rozdziawia dziób w twoim gnieździe”. Działanie genu „na karmienie młodszych braci i siostr” mogłoby wtedy polegać na obniżaniu wieku, w jakim podczas rozwoju osobniczego uaktywni się ta reguła praktyczna. U żółtodzioba, który posiadał gen braterstwa w wyniku nowej mutacji, jego „rodzicielska” reguła praktyczna zostanie po prostu uruchomiona nieco wcześniej niż u przeciętnego ptaka. W rezultacie wszyscy, którzy skrzeczą i rozdziawiają dzioby w gnieździe jego rodziców - jego młodszy bracia i siostry - będą przez niego traktowani tak, jakby były jego dziećmi: skrzeczącymi i rozdziawiającymi dzioby w gnieździe zbudowanym przez niego. Złożona innowacja behawioralna - „zachowanie braterskie” - wcale nie było całkowicie nowe, lecz powstało jako wariant już istniejącego zachowania, nieznacznie różniący się od niego momentem pojawienia się w czasie rozwoju osobniczego. Jak to często bywa, błędy w rozumowaniu powstają wtedy, gdy zapominamy o istotnej cesze ewolucji - o tym, że ewolucja przystosowań odbywa się na drodze niewielkich, zachodzących krok po kroku zmian w istniejących wcześniej strukturach lub zachowaniu.

Str. 95 Pszczoły higieniczne

Gdyby pierwsze wydanie tej książki miało przypisy, jeden z nich poświęcony byłby wyjaśnieniu - tak jak to skrupulatnie zrobił Rothenbuhler - że rezultaty jego eksperymentów nie były aż tak jednoznaczne. Wśród wielu kolonii, które zgodnie z teorią nie powinny przejawiać zachowań higienicznych, znalazła się jedna, która je przejawiała. Przytoczę słowa Rothenbuhlera: „Nie możemy zlekceważyć tego rezultatu, nawet gdybyśmy bardzo tego chcieli, jednak naszą hipotezę opieramy na pozostałych wynikach”. Możliwym, choć mało prawdopodobnym wytłumaczeniem tej anomalii jest pojawienie się nowej mutacji.

Str. 97 Zachowania te można określić szeroko rozumianym pojęciem „komunikacji”.

Sposób, w jaki ująłem problem porozumiewania się zwierząt, obecnie mnie nie zadowala. W dwóch artykułach, które napisałem wspólnie z Johnem Krebsem, staraliśmy się dowieść, że najbliższe prawdy będzie potraktowanie większości sygnałów wysyłanych przez zwierzęta nie jako informujących ani jako wprowadzających w błąd, lecz raczej jako manipulujących. Sygnał to sposób, za pomocą którego jedno zwierzę może posłużyć się mięśniami drugiego. Pieśń słowika nie jest informacją, tym bardziej nie jest informacją fałszywą. Jest sugestywnym, hipnotyzującym, urzekającym seansem krasomówczym. Myśl tę doprowadziłem do logicznej konkluzji w książce *The Extended Phenotype*, której pewne wątki przedstawiłem w skróconej formie w rozdziale 13 tej książki. Krebs i ja argumentujemy, że sygnały ewoluują w rezultacie współgrania procesów, które nazywamy czytaniem w cudzych myślach i manipulacją. Diametralnie różne podejście do całego problemu sygnałów zwierzęcych prezentuje Amotz

Zahavi. Moją dyskusję z jego poglądami zamieszczoną w przypisie do rozdziału 9 znamionuje dużo większe zrozumienie niż to, któremu dałem wyraz w pierwszym wydaniu tej książki.

ROZDZIAŁ 5

Agresja: stabilność a samolubna maszyna

Str. 107 Strategia ewolucyjnie stabilna...

Obecnie istotę idei strategii ewolucyjnie stabilnej chętnie przedstawiam w taki oto, znacznie bardziej lapidarny sposób: strategia ewolucyjnie stabilna to taka strategia, która dobrze sobie radzi w konfrontacji z własnymi kopiami. Uzasadnienie tej definicji brzmi następująco: strategia odnosząc sukces zdominowuje tym samym populację. Będzie więc napotykać kopie samej siebie. Toteż jej sukces nie będzie trwały, o ile w konfrontacji z nimi nie umie sobie radzić. Definicja ta nie jest tak matematycznie ścisła, jak definicja Maynarda Smitha i nie może tamtej zastąpić, ponieważ w rzeczywistości jest niekompletna. Ma jednak tę zaletę, iż w sposób intuicyjny ujmuje istotę koncepcji strategii ewolucyjnie stabilnej.

Myślenie w jej duchu stało się obecnie wśród biologów powszechniejsze niż wtedy, gdy pisany był ten rozdział. Sam Maynard Smith w swojej książce *Evolution and the Theory of Games* (Ewolucja i teoria gier) dokonał podsumowania przemian rozwojowych, jakim do 1982 roku podlegała ta koncepcja. Nieco świeższej daty podsumowanie wydał Geoffrey Parker, który również przyczynił się do jej rozwoju. Również Robert Axelrod wykorzystuje teorię strategii ewolucyjnie stabilnej, w książce *The Evolution of Cooperation*, jednak nie będę tu jej omawiał, ponieważ jeden z dwóch moich nowych rozdziałów - „Uprzejmi finiszują jako pierwsi” - poświęcony jest głównie przybliżeniu idei zawartych w pracach Axelroda. Moje własne pisma na temat tej teorii, opublikowane od czasu ukazania się pierwszego wydania niniejszej książki, to artykuł pod tytułem: „Good Strategy or Evolutionarily Stable Strategy?” (Dobra strategia czy strategia ewolucyjnie stabilna?) i kilka artykułów, napisanych wspólnie z kolegami, na temat omawianych dalej błonkówek grzebaczowatych.

Str. 113 ...odwetowiec okazuje się być ewolucyjnie stabilny.

Twierdzenie to jest niestety błędne. W oryginalnym artykule Maynarda Smitha i Price'a znajdował się błąd i ja powtórzyłem go w tym rozdziale, nawet go dodatkowo pogłębiając dość niemądrym sformułowaniem, że odwetowiec sondujący jest strategią „prawie” ewolucyjnie stabilną (Jeśli strategia jest „prawie” ewolucyjnie stabilna, to nie jest ewolucyjnie stabilna, ulegnie więc inwazji). Na pierwszy rzut oka odwetowiec robi wrażenie strategii ewolucyjnie stabilnej, ponieważ w populacji odwetowców żadnej innej strategii nie wiedzie się lepiej. Jednak gołębiowi będzie się w niej wiodło tak samo dobrze, gdyż w populacji odwetowców jest on od nich pod względem zachowania nieodróżnialny. Gołąb może więc do takiej populacji przeniknąć. Problemem jest jednak to, co następuje potem. J. S. Gale i Wielebny L. J. Eaves dokonali dynamicznej symulacji komputerowej, w której populacja modelowych zwierząt podlegała ewolucji trwającej bardzo wiele pokoleń. Wykazali, że w tej grze strategią naprawdę ewolucyjnie stabilną jest w rzeczywistości pozostająca w równowadze mieszanina jastrzębi i pozerów. Nie jest to jedyny błąd popełniony we wczesnych opracowaniach na ten temat, który ujawniony został dopiero przez tego typu modelowanie dynamiczne. Niezgorzszym przykładem jest też mój własny błąd, który omawiam w przypisach do

rozdziału 9.

Str. 115 Niestety, wiemy jeszcze zbyt mało, by móc różnym występującym w przyrodzie bilansom zysków i strat przypisać realistycznie brzmiące liczby.

Mamy w tej chwili nieco danych, pochodzących z pomiarów wykonanych w terenie, na temat kosztów i zysków występujących w naturze. Dane te można było zastosować do konkretnych modeli strategii ewolucyjnie stabilnych. Jeden z najlepszych przykładów dotyczy północnoamerykańskich podobnych do os błonkówek grzebaczowatych. Nie są one - jak osy, które natrętnie lgną jesienią do słoików z dżemem - owadami społecznymi: bezpłodnymi samicami pracującymi na rzecz roju. Każda z samic błonkówek grzebaczowatych jest zdana na siebie i całe jej życie poświęcone jest zapewnianiu potomnym larwom schronienia i pokarmu. Zazwyczaj samica zaczyna od wydrążenia w ziemi długiego tunelu, który na końcu rozszerza się w komorę. Następnie wyrusza na poszukiwanie ofiary (np. konika polnego lub pasikonika). Gdy znajdzie, paraliżuje ją swoim jadem i przytасzeza do wykopanej przez siebie jamki. Zgromadziwszy cztery czy pięć koników polnych, składa na szczycie ich sterty jajo i zamyka jamkę. Z jaja wylęga się larwa, która żywi się zgromadzonymi owadami. W dodatku, co ważne, są one sparaliżowane, ale żyją, co ma tę zaletę, że zgromadzona żywność nie psuje się - ofiary zjadane są żywcem, a więc larwa ma zawsze świeży pokarm. Ten właśnie makabryczny zwyczaj, właściwy także spokrewnionym z błonkówkami grzebaczowatymi gąsienicznikom, sprowokował Darwina do napisania: „Nie mogę uwierzyć, aby miłosierny i wszechmogący Bóg miał celowo stworzyć gąsieniczniki [Ichneumonidae] z osobliwą zaiste intencją, aby żywiły się one żywym ciałem gąsienic” [Karol Darwin, Dzieła wybrane, t. VIII, s. 217, PWN 1959. Tłum. Justyna Połtowicz]. Kucharz francuski, który dla zachowania smaku homarów wrzuca je żywcem do wrzątku, mógłby być dla niego równie wymownym przykładem. Wracając do samicy błonkówki grzebaczowatej, prowadzi ona samotne życie, jeśli nie brać pod uwagę tego, że inne samice działające niezależnie na tym samym terytorium czasem, zamiast kłopotać się kopaniem nowej jamki, zajmują gotową, wykopaną już przez inną.

Dr Jane Brockmann jest dla tych błonkówek kimś w rodzaju Jane Goodall. Przybyła z Ameryki, by pracować ze mną na Uniwersytecie Oksfordzkim, przywożąc ze sobą bogate zapiski rejestrujące niemal każde wydarzenie z życia dwóch populacji tych owadów, których członkinie autorka potrafiła rozpoznawać. Rejestry były tak kompletne, że umożliwiały zbilansowanie budżetów czasowych pojedynczych osobników. Czas jest pewną wartością ekonomiczną: im więcej czasu poświęcono jednemu aspektowi życia, tym mniej można go przeznaczyć na inne. Przyłączył się do nas Alan Grafen, od którego nauczyliśmy się prawidłowo oceniać wydatki czasowe i korzyści rozrodcze. Znaleźliśmy dowody na autentyczną mieszaną strategię ewolucyjnie stabilną w grze między błonkówkami w populacji z New Hampshire, choć nie udało nam się znaleźć takich dowodów dla drugiej populacji, z Michigan. Wyniki przedstawiają się w skrócie następująco: błonkówki z New Hampshire albo kopią własne gniazda, albo przejmują gniazdo wykopane przez inną samicę. W myśl naszej interpretacji, mogą one skorzystać na przejęciu, ponieważ niektóre gniazda zostały porzucone przez pierwotnych budowniczych i nadają się do ponownego użytku. Nie opłaca się przejmować gniazda, które jest zajęte, ale przejmująca samica nie ma sposobu, by dowiedzieć się, które gniazdo jest zajęte, a które porzucone. Ryzykuje, że po wielu dniach ciężkiej harówki od świtu do nocy wróci do domu, by stwierdzić, że jamka jest zasklepiona, a cały jej wysiłek poszedł na marne - druga właścicielka złożyła jajo i zagarnie korzyści dla siebie. Jeśli w populacji zbyt wiele jamek jest przejmowanych, to

niewiele spośród nich jest wolnych; ryzyko pracy na próżno wzrasta, opłaca się przeto kopać. I odwrotnie, gdy wiele samic kopie, łatwa dostępność jamek sprzyja ich przejmowaniu. Dla danej populacji istnieje krytyczna częstość przejmowania, przy której kopanie i przejmowanie jest równie korzystne. Jeśli częstość aktualna lokuje się poniżej wartości krytycznej, dobór naturalny preferuje przejmowanie, ponieważ istnieje duża podaż dostępnych porzuconych jamek. Jeśli zaś częstość ta jest wyższa od krytycznej, czyli dostępne jamki są nieliczne, wtedy dobór naturalny preferuje kopanie. Tak więc w populacji utrzymuje się równowaga. Szczegółowe dane ilościowe wskazują, że jest to prawdziwa mieszana strategia ewolucyjnie stabilna, w której każda samica z pewnym prawdopodobieństwem albo podejmuje kopanie gniazda, albo je przejmuje, nie zaś mieszana populacja specjalistów w kopaniu lub przejmowaniu.

Str. 120 Wielki etolog Niko Tinbergen w najelegantszy ze znanych mi sposobów zademonstrował tę formę asymetrii behawioralnej w genialnym w swej prostocie eksperymencie.

Badania N. B. Daviesa nad motylami osadnikami egeria dostarczyły jeszcze klarowniejszego przykładu zjawiska „rezydent zawsze wygrywa” niż podany przez Tinbergena. Tinbergen prowadził swoje prace, zanim sformułowana została teoria strategii ewolucyjnie stabilnej, a moja interpretacja jego wyników dokonana w duchu tej teorii, a zamieszczona w pierwszym wydaniu tej książki, powstała później. Davies natomiast w swoich studiach nad motylami uwzględniał tę teorię od samego początku. W Wytham Wood koło Oxfordu zaobserwował, że każdy z samców osadników zajmował oświetlony słońcem skrawek gruntu i bronił go. Plamki świetlne przywabiają samice, są więc wartościowym dobrem, o które warto walczyć. Samców było więcej niż plamek światła i reszta czekała na swoją szansę w gęstwinie liści. Chwytając samce, a następnie kolejno je wypuszczając, Davies wykazał, że ten z dwóch osobników, którego posadzono na plamce świetlnej jako pierwszego, uważał siebie za jej „właściciela” i tak też postrzegał go drugi motyl. Ten zaś, który zjawiał się na plamce jako drugi, traktowany był jako „intruz”. Intruz zawsze, bez wyjątku, szybko uznawał się za pokonanego, ustępując właścicielowi pola. W ostatnim, usuwającym wszelkie wątpliwości eksperymencie Daviesowi udało się „oszukać” obydwu motyle tak, by każdemu z nich „wydawało się”, iż to on jest właścicielem, a intruzem jest ten drugi. Dopiero tak sprowokowane walki były naprawdę poważne i długie. Naturalnie, we wszystkich tych przypadkach, w których dla jasności mówiłem o jednej parze motyli, w rzeczywistości użyto statystycznie reprezentatywnej próbki par.

Str. 122 Paradoksalna strategia ewolucyjnie stabilna...

Inny przypadek, który przypuszczalnie jest przejawem paradoksalnej strategii ewolucyjnie stabilnej, opisano w liście do gazety „The Times” (Londyn, 7 grudnia 1977) nadesłanym przez pana Jamesa Dawsona:

„Z moich kilkuletnich obserwacji wynika, że mewa, obserwująca otoczenie ze szczytu masztu flagowego, zawsze, bez wyjątku, ustępuje miejsca innej mewie, która chce na nim usiąść, niezależnie od tego, jakie są rozmiary obu ptaków”.

Spśród znanych mi przykładów kryteria strategii paradoksalnej w największym stopniu spełnia przypadek dotyczący świń domowych trzymany w skrzynce Skinnera. Strategia ta powinna być raczej nazwana „strategią rozwojowo stabilną”, ponieważ pojawia się w trakcie życia osobniczego zwierzęcia, a nie w czasie ewolucyjnym. Skrzynka Skinnera jest urządzeniem, w którym zwierzę uczy się dozować sobie karmę, naciskając dźwignię, co

powoduje automatyczny wyrzut paszy do koryta. Jest to typowy układ doświadczalny stosowany przez psychologów eksperymentalnych. W małych skrzynkach Skinnera umieszczają oni gołębie lub szczury, które wkrótce opanowują umiejętność naciskania małych delikatnych dźwigni w zamian za nagrodę w postaci pokarmu. Świnie można nauczyć tej samej czynności umieszczając je w odpowiednio powiększonej skrzynce Skinnera, w której dość masywną dźwignię uruchamiają ryjem (wiele lat temu widziałem film rejestrujący te doświadczenia i doskonale pamiętam, że oglądając go konałem ze śmiechu). B. A. Baldwin i G. B. Meese trenowali świnie w chlewie Skinnera, wprowadzając dodatkową komplikację. Uruchamiana ryjem dźwignia znajdowała się w jednym końcu chlewu, a dozownik pokarmu w drugim. Tak więc świnia musiała nacisnąć dźwignię, następnie pobiec w drugi koniec chlewu, by zjeść paszę, która się tam pojawiła, pognać z powrotem do dźwigni, i tak w nieskończoność. Nie byłoby w tym niczego niezwykłego, gdyby nie to, że Baldwin i Meese umieszczali świnie w urządzeniu parami. Teraz oto jedna ze świń mogła wykorzystywać drugą. Świnia „niewolnik” biegałaby w tę i z powrotem, naciskając dźwignię, natomiast świnia „pan” siedziałaby przy korycie i zjadała paszę w miarę jej dozowania. Wśród par świń rzeczywiście ustalał się stabilny wzorzec typu „pan-niewolnik”, w którym jedna biegała i naciskała dźwignię, drugiej zaś przypadła w udziale większość dozowanej paszy.

A teraz paradoks. Określenia „pan” i „niewolnik” okazały się być całkowitym odwróceniem rzeczywistej sytuacji. Po ustaleniu się w parze świń stabilnego wzorca zawsze okazywało się, że świnia, która zostawała „panem”, czyli „stroną wykorzystującą”, poza tym była świnia podporządkowaną. Świnia „niby-niewolnik”, która wykonywała całą robotę, była pod każdym innym względem osobnikiem dominującym. Każdy, kto zna świnie, przewidywałby coś wręcz przeciwnego: że panem zjadającym większość paszy będzie świnia dominująca, zaś ciężko pracującym i z rzadka dopuszczanym do koryta niewolnikiem - świnia podporządkowana.

Jak mogło dojść do takiego paradoksalnego odwrócenia? Łatwo to zrozumieć, jeśli będzie się myśleć w kategoriach stabilnych strategii. Musimy jedynie przełożyć je ze skali mierzonej czasem ewolucyjnym na skalę mierzoną czasem życia osobnika, w której kształtują się zależności między osobnikami. Strategia: „Jeśliś dominująca - siedź u koryta, jeśliś podporządkowana - poruszaj dźwignią” brzmi rozsądnie, lecz nie byłaby stabilna. Świnia podporządkowana, nacisnąwszy dźwignię, przybiegłaby co tchu do koryta po to tylko, by natknąć się tam na świnie dominującą, stojącą w nim przednimi nogami pewnie i niewzruszenie. Świnia podporządkowana w krótkim czasie zarzuciłaby naciskanie dźwigni, ponieważ czynność ta nie byłaby nigdy wynagradzana. Rozważmy teraz odwrotną strategię: „Jeśliś dominująca - poruszaj dźwignią, jeśliś podporządkowana - siedź u koryta”. Ta strategia byłaby stabilna, choć jej paradoksalnym rezultatem jest to, że świni podporządkowanej dostanie się większość paszy. Konieczne jest jedynie, by zostawało choć trochę jedzenia dla świni dominującej, gdy ta przybiega z drugiego końca chlewu. Gdy tylko przybiegnie, bez trudu odpędzi od koryta podporządkowaną świnie. O ile została choć odrobina, by ją nagrodzić, nawyk naciskania przez nią dźwigni i tym samym nieuniknionego karmienia świni podporządkowanej zostanie utrwalony. Nagradzany jest również nawyk zalegania w bezruchu w pobliżu koryta, przejawiany przez świnie podporządkowaną. Nagradzana jest, a dzięki temu stabilna, cała „strategia”: „Jeśliś dominująca, zachowuj się jak »niewolnik«, jeśliś podporządkowana, zachowuj się jak »pan«”.

Str. 123 ...rodzaj hierarchii dominacji u świerszczy!

Mój magistrant Ted Burk odkrył dalsze dowody tego typu pseudohierarchii dominacji u świerszczy.

Wykazał również, że samiec świerszcza jest bardziej skłonny zalecać się do samic, jeśli ostatnio wygrał walkę z innym samcem. Zjawisko to powinno zostać nazwane „efektem księcia Marlborough” w nawiązaniu do takiego oto zapisku, który pochodzi z pamiętnika pierwszej księżnej Marlborough: „Jego Wysokość powrócił dziś z wojen i zaspokoił mnie dwakroć, zanim zżuł cholewki”. Alternatywną nazwę mogłoby zasugerować doniesienie z magazynu „New Scientist” na temat zmian poziomu hormonu męskiego - testosteronu: „U tenisistów jego poziom wzrastał w ciągu 24 godzin poprzedzających ważny mecz. Następnie u zwycięzców poziom ten utrzymywał się, u pokonanych zaś opadał”.

Str. 126 ...wprowadzenie pojęcia strategii ewolucyjnie stabilnej zostanie może z czasem uznane za jedno z największych dokonań w teorii ewolucji jakie zaistniało od czasów Darwina.

Zdanie to jest może nieco zbyt emocjonalne. Być może, zareagowałem przesadnie na powszechne lekceważenie koncepcji strategii ewolucyjnie stabilnej w ówczesnej literaturze biologicznej, zwłaszcza w Ameryce. Pojęcie to nie pojawia się na przykład w żadnym miejscu opasłej Sociobiology E. O. Wilsona. Obecnie nie jest już lekceważone, toteż mogę teraz zająć stanowisko bardziej wyważone, a mniej ewangeliczne. W istocie nie ma potrzeby posługiwania się językiem strategii ewolucyjnie stabilnej, o ile rozumuje się dostatecznie przejrzysto. Dla przejrzystego rozumowania stanowi on jednak znaczną pomoc zwłaszcza w tych przypadkach - a jest ich większość - gdy szczegółowe dane genetyczne nie są nam dostępne. Modelom strategii ewolucyjnie stabilnych zarzuca się czasem, iż analizując je przyjmuje się rozmnażanie typu bezpłciowego. Błądziłby jednak ten, kto by sądził, że założenie to jest równoznaczne z negowaniem istnienia rozmnażania płciowego. Prawda brzmi raczej tak, że modele te nie kłopotują się wchodzeniem w szczegóły systemu dziedziczenia. Miast tego zakładają, że - mówiąc w sposób nieprecyzyjny - podobne rodzi podobne. Dla wielu celów założenie takie jest odpowiednie. Co więcej, jego nieprecyzyjność może być korzystna, ponieważ koncentruje uwagę na sprawach istotnych, odbiegając od takich szczegółów, jak dominacja genetyczna, która w konkretnych przypadkach przeważnie pozostaje niewiadoma. Myślenie w duchu strategii ewolucyjnie stabilnej przydaje się szczególnie jako swoiste zabezpieczenie, pomagające uniknąć błędów teoretycznych, które mogłyby nas zwieść na manowce.

Str. 129 Postęp ewolucji jest zapewne nie tyle stałym wznoszeniem się, ile serią odrębnych przeskoków od jednego stabilnego plateau do drugiego.

Paragraf ten trafnie i skrótowo oddaje jeden ze sposobów ujęcia dobrze obecnie znanej koncepcji punktualizmu. Jest mi wstyd, że wtedy, gdy snułem swoje wywody, zarówno ja, jak i wielu biologów działających w Anglii, byliśmy zupełnie nieświadomi istnienia tej teorii, choć została opublikowana trzy lata wcześniej. Od tamtej pory stałem się nieco drażliwy - może nawet za bardzo - na punkcie tego, w jaki sposób teoria ta bywała nadmiernie eksploatowana, czego wyraz dałem chociażby w Ślepych zegarmistrzu. [Wydanie polskie Ślepego zegarmistrza w tłum. Antoniego Hoffmana ukazało się w Bibliotece Myśli Współczesnej PIW w 1994 roku (przyp. red.).]

Jeśli to rani czyjeś uczucia, proszę o wybaczenie. Osłoda niech mu będzie fakt, że przynajmniej w 1976 roku serce miałem po właściwej stronie.

Genowe mistrzostwo

Str. 134 ...nigdy nie mogłem zrozumieć, czemu etologowie tak je zlekceważyli..

Artykuły Hamiltona z 1964 roku nie są już lekceważone. Historia ich wcześniejszego lekceważenia i późniejszego docenienia stanowi sama w sobie ciekawe studium analityczne, przypadek wzorcowy włączania się „memu” do puli memów. Dzieje postępów tego memu omawiam w przypisach do rozdziału 11.

Str. 134 ...zakładam, że geny, które rozważamy, są rzadkie...

Przyjęcie założenia, że rozważany gen występuje w populacji rzadko, było drobnym wybiegiem, który ułatwić miał objaśnienie metody pomiarów stopnia spokrewnienia. Głównym osiągnięciem Hamiltona było wykazanie, że wyciągnięte przez niego wnioski pozostają w mocy niezależnie od tego, czy rozważany gen jest rzadki czy powszechny. Ten właśnie aspekt jego teorii okazuje się trudny do zrozumienia.

Rozważając problem pomiaru spokrewnienia natykamy się na następujący problem. Dowolni dwaj przedstawiciele gatunku zwykle mają ponad 90 procent takich samych genów, obojętne czy należą do jednej rodziny, czy nie. Cóż więc oznacza spokrewnienie między braćmi wynoszące $1/2$, a między kuzynami $1/8$? Otóż oznacza to, że bracia mają wspólną $1/2$ genów ponad te 90 procent (czy ile tam ich jest w rzeczywistości), które u wszystkich osobników są tak czy owak jednakowe. Istnieje pewien podstawowy poziom spokrewnienia, łączący wszystkich członków danego gatunku, a także, choć w mniejszym stopniu, członków różnych gatunków. Przejawiania altruizmu można się zatem spodziewać wobec tych osobników, których spokrewnienie jest wyższe od poziomu podstawowego, niezależnie od tego, ile ten podstawowy poziom wynosi.

W pierwszym wydaniu ominąłem ten problem, rozważając geny, które występują rzadko. Dopóki traktujemy o takich genach, wszystko jest w porządku, ale, w ten sposób nie zaszlibyśmy zbyt daleko. Sam Hamilton pisał o genach „identycznych przez pochodzenie od wspólnego przodka”, ale, jak wykazał Alan Grafen, rodzi to tylko dodatkowe kłopoty. Inni pomijali ten problem milczeniem i omawiali absolutne procenty wspólnych genów, co jest podejściem bez wątpienia całkowicie błędnym. Taka niefrasobliwość musiała prowadzić do poważnych nieporozumień. Na przykład pewien ceniony antropolog, w ostrym ataku na socjobiologię opublikowanym w 1978 roku, próbował argumentować, że gdyby dobór krewniaczy traktować poważnie, należałoby oczekiwać, że wszyscy ludzie będą wobec siebie altruistyczni, wszyscy bowiem mamy ponad 99 procent wspólnych genów. Krótką odpowiedź omawiającą ten błąd dałem w artykule „Twelve Misunderstandings of Kin Selection” (Dwanaście nieporozumień wokół doboru krewniaczego) - występuje tam jako Nieporozumienie Numer 5. Warto zapoznać się również z pozostałymi jedenastoma nieporozumieniami.

W swoim „Geometrie View of Relatedness” (Geometryczne spojrzenie na spokrewnienie) Alan Grafen dostarcza czegoś, co jest, być może, definitywnym rozstrzygnięciem problemu pomiaru pokrewieństwa. Artykułu tego nie będę jednak próbował tu objaśniać. W innym artykule, „Natural Selection, Kin Selection and Group Selection” (Dobór naturalny, dobór krewniaczy i dobór grupowy), Grafen rozstrzyga następny, często spotykany i ważny problem powszechności błędnego stosowania stworzonego przez Hamiltona pojęcia „dostosowania łącznego”. Podaje również zarówno poprawny, jak i błędny sposób obliczania zysków i strat względem osobników spokrewnionych genetycznie.

Str. 138 ...pancerniki... warto więc może wybrać się do Ameryki Południowej i poświęcić trochę czasu obserwacjom.

Nie doniesiono o żadnych postępach na froncie badań nad pancernikami, pojawiły się jednak nowe, dość spektakularne ustalenia na temat innej grupy „klonujących się” zwierząt - mszyc. Zdolność mszyc do rozmnażania nie tylko płciowego, ale i bezpłciowego znana jest od dawna. Gdy napotykamy skupisko mszyc siedzących na roślinie, wszystkie one stanowią najprawdopodobniej jeden klon identycznych samic, natomiast skupisko mszyc na sąsiedniej roślinie będzie odrębnym klonem. Teoretycznie są to idealne warunki dla ewolucji altruizmu krewniaczego. Przykłady altruizmu wśród mszyc nie były jednak znane, aż do odkrycia przez Shigeyuki Aoki kasty sterylnych „żołnierzy” u japońskiego gatunku mszyc. Nastąpiło to w 1977 roku, odrobinę za późno, by wzmianka o tym mogła się ukazać w pierwszym wydaniu tej książki. Od tamtej pory Aoki dokonał podobnych odkryć u kilku różnych gatunków mszyc i dysponuje mocnymi dowodami na przynajmniej czterokrotne niezależne pojawienie się takiej kasty w różnych grupach tych owadów.

Aoki ustalił, co następuje: żołnierze mszyc są kastą anatomicznie odrębną, jak u klasycznych owadów społecznych, dajmy na to u mrówek. Są larwami, które nie przeobrażają się w postać dorosłą, tak więc pozostają bezpłodne. Od żyjących równocześnie stadiów larwalnych nie będących żołnierzami różnią się całkowicie zarówno pod względem wyglądu, jak i zachowania, choć przecież od strony genetycznej są z nimi identyczne. Mszyce-żołnierze są na ogół większe, mają wybitnie duże przednie odnóża, które prawie upodabniają je do skorpiona, a na głowie ostre, sterzące do przodu rogi. Używają tej broni do walki i zabijania potencjalnych drapieżników. Często giną w walce, ale nawet jeśli nie zawsze tak się dzieje, to i tak mamy prawo uważać je z punktu widzenia genetycznego za „altruistyczne”, ponieważ są sterylne.

Z czym, patrząc pod kątem samolubnych genów, mamy tu do czynienia? Aoki nie podaje ściślej informacji, jakie czynniki określają, czy osobnik staje się sterylnym żołnierzem, czy też normalnym zdolnym do rozrodu osobnikiem dorosłym, bez ryzyka możemy jednak twierdzić, że niewątpliwie musi to być czynnik środowiskowy, a nie różnice genetyczne, ponieważ żołnierze i normalne mszyce, które opanowały jedną roślinę, są genetycznie jednakowe. Natomiast z pewnością istnieją geny na zdolność do przestawiania się pod wpływem czynników środowiskowych na jedną bądź drugą drogę rozwoju. Czemu dobór naturalny preferował te geny, skoro niektóre z nich trafiają przecież do ciał sterylnych żołnierzy i nie są przekazywane dalej? Ano dlatego, że dzięki żołnierzom kopie tych samych genów były lepiej chronione w ciałach płodnych osobników nie będących żołnierzami. Da się tu przeprowadzić taki sam tok rozumowania, jaki stosuje się wobec wszystkich owadów społecznych (patrz: rozdział 10) z tą różnicą, że u innych owadów społecznych, takich jak mrówki czy termyty, geny w sterylnych „altruistach” mają jedynie statystyczne szanse na wspomnienie własnych kopii w płodnych osobnikach. Altruistyczne geny mszyc natomiast mogą mieć co do tego pewność, ponieważ u mszyc żołnierze i wspomagane przez nich płodne siostry stanowią jeden klon. Pod pewnymi względami mszyce Aokiego są najtrafniejszą z dostarczonych przez naturę ilustracji wielkości idei Hamiltona.

Czyżby więc przyszło nam wprowadzić mszyce do ekskluzywnego klubu prawdziwie społecznych owadów, tradycyjnego bastionu mrówek, pszczół, os i termitów? Konserwatywni entomologowie znaleźliby dość podstaw, by się temu na różne sposoby sprzeciwić. U mszyc nie ma, na przykład, długowiecznej królowej. Co

więcej, tworząc autentyczny klon, mszyce są w nie większym stopniu „społeczne” niż komórki twojego ciała. Na roślinie żeruje po prostu jedno zwierzę. Tak się składa, że jego ciało jest podzielone na osobne mszyce, spośród nich zaś niektóre pełnią wyspecjalizowaną rolę obronną, tak jak białe krwinki w ludzkim ciele. Konkludując, owady „autentycznie” społeczne współpracują pomimo tego, że nie są częścią tego samego organizmu, podczas gdy mszyce Aokiego współpracują, ponieważ przynależą do tego samego „organizmu”. Nie sądzę, by warto zagłębiać się w tę semantyczną kwestię. Uważam, że dopóki rozumie się zjawiska zachodzące wśród mrówek, mszyc i komórek człowieka, ma się zupełną swobodę nazywania ich społecznymi lub nie, w zależności od upodobań. Co do mnie, mam powody, by mszyce Aokiego nazywać raczej organizmami społecznymi, a nie częściami pojedynczego organizmu. Pojedynczy organizm ma pewne zasadnicze własności, które odnajdujemy u pojedynczej mszycy, ale nie u klonu mszyc. Swój pogląd w tej sprawie wyłożyłem w książce *The Extended Phenotype*, w rozdziale pod tytułem „Rediscovering the Organism” (Organizm na nowo odkryty), oraz w nowym rozdziale niniejszej książki zatytułowanym „Dalekosiężny gen”.

Str. 140 Dobór krewniaczy stanowczo nie jest szczególnym przypadkiem doboru grupowego.

Nieporozumienia dotyczące różnic między doбором grupowym a doбором krewniaczym wciąż się utrzymują. Być może, są nawet głębsze niż przedtem. Wszystko, co wtedy napisałem, pozostaje aktualne i nabiera jeszcze większej mocy, z jednym wszakże wyjątkiem - na skutek nieprzemyślanego doboru słów w pierwszym wydaniu tej książki, na stronie 102 pojawiło się zdanie z gruntu fałszywe. W oryginale napisałem (Jest to jedna z nielicznych rzeczy, które zmieniłem w tekście obecnego wydania): „Spodziewamy się po prostu, że kuzyni drugiego stopnia zostaną obdarzeni 1/16 tego altruizmu, jaki otrzymuje potomstwo lub rodzeństwo”. Jest to, jak zauważył S. Altmann, oczywistym błędem. Błąd ten nie ma nic wspólnego z tezą, której w tym miejscu starałem się dowieść. Jeśli altruistyczne zwierzę ma do oddania swoim krewnym ciastko, nie ma najmniejszego powodu, by przydzielało każdemu z nich kawałek o wielkości proporcjonalnej do bliskości spokrewnienia. Prowadziłoby to do absurdu, ponieważ wszyscy członkowie gatunku, że nie wspomnę o innych gatunkach, są przynajmniej dalekimi krewnymi, z których każdy mógłby się wobec tego domagać precyzyjnie odmierzonej okruszynki! Przeciwnie, jeśli niedaleko nas znajduje się bliski krewny, nie ma powodu, by dalszy krewny w ogóle dostał cokolwiek. Pominąwszy inne komplikacje, wprowadzane chociażby przez prawa malejącego odwzajemnienia, całe ciastko powinno być oddane najbliższemu spokrewnionemu spośród krewnych będących w naszym zasięgu. Pisząc to zdanie miałem oczywiście na myśli: „Spodziewamy się po prostu, że szanse takich kuzynów na zaznanie altruizmu stanowią 1/16 tych szans, jakie na skorzystanie z altruizmu ma potomstwo czy rodzeństwo” (str. 140) i takie jest aktualne jego brzmienie.

Str. 140 Potomstwo nie zalicza się według niego do krewnych!

Wyrażałem nadzieję, że E. O. Wilson zmieni w przyszłych publikacjach swoją definicję doboru krewniaczego tak, by potomstwo również należało do „krewnych”. Z przyjemnością informuję, że w jego książce *On Human Nature* (O naturze ludzkiej) rażący zwrot „inni oprócz potomstwa” został rzeczywiście usunięty - oczywiście nie przypisuję tu sobie żadnych zasług! Dodaje jeszcze: „Choć potomstwo z definicji zalicza się do krewnych, pojęcia »dobór krewniaczy« używa się na ogół tylko wtedy, gdy dotyczy on również przynajmniej niektórych innych rodzajów spokrewnienia, jak bracia, siostry czy rodzice”. Niestety, sformułowanie to dokładnie oddaje sposób, w

jaki termin ten jest przeważnie stosowany przez biologów, co jest po prostu odzwierciedleniem faktu, że wielu biologów w dalszym ciągu nie w pełni rozumie, czego w gruncie rzeczy dotyczy dobór krewniaczy. Wciąż błędnie traktują go jako coś wyjątkowego, ponad zwyczajny „dobór osobniczy”. Tymczasem tak nie jest. Dobór krewniaczy jest równie naturalnym następstwem podstawowych założeń neodarwinizmu jak noc następująca po dniu.

Str. 142 Lecz jakich skomplikowanych wyliczeń...

Fałszywe przeświadczenie, że teoria doboru krewniaczego wymaga, by zwierzęta wykazywały niewiarygodne umiejętności przeprowadzania obliczeń, odżywa z wciąż niesłabnącą intensywnością wśród kolejnych pokoleń studentów. Nie tylko jednak wśród młodych studentów. *The Use and Abuse of Biology* (Biologia wykorzystywana i nadużywana), napisana przez cenionego antropologa Marshalla Sahlinsa, mogłaby pozostać niezauważona, gdyby nie okrzyknięto jej „miażdżącym atakiem” na „socjobiologię”. Poniższy komentarz, wypowiedziany w kontekście zagadnienia, czy zjawisko doboru krewniaczego mogłoby występować wśród ludzi, jest niemal zbyt piękny, by był prawdziwy:

„Na marginesie należy zauważyć, że problemy epistemologiczne, zaznaczające się brakiem wsparcia lingwistycznego przy obliczaniu współczynników spokrewnienia r , godzą dość silnie w podstawy teorii doboru krewniaczego. W różnych językach świata ułamki należą do rzadkości, pojawiają się w cywilizacjach indoeuropejskich i w archaicznych cywilizacjach Bliskiego i Dalekiego Wschodu, na ogół nie występują jednak wśród tak zwanych ludów prymitywnych. Systemy liczenia kultur łowieckich i zbierackich nie wykraczają na ogół poza jeden, dwa i trzy. Powstrzymam się od komentarzy na temat daleko większego problemu: podania sposobu, w jaki zwierzęta miałyby niby wykalkulować, że r [ja, kuzyn] = $1/8$ ”.

Nie po raz pierwszy cytuję ten jakże odkrywczy ustęp. Odpowiedzią niech będzie więc również cytat pochodzący z mojej dość bezlitosnej repliki na powyższe wywody, którą umieściłem w „*Twelve Misunderstandings of Kin Selection*”:

„Szkoda, że Sahlins uległ pokusie »powstrzymania się od komentarzy« na temat tego, w jaki sposób zwierzęta miałyby »wykalkulować« r . Wyjątkowa absurdalność pomysłu, który próbował wykpić, powinna była uruchomić w jego głowie dzwonek alarmowy. Muszla ślimaka jest doskonałą spiralą logarytmiczną, gdzie jednak ślimak przechowuje swoje tablice logarytmiczne, a przede wszystkim - jakim cudem jest w stanie je odczytać, skoro soczewkom w jego oczach brak »wsparcia lingwistycznego« dla wyliczenia współczynnika załamania światła m ? Jak rośliny zielone “dopracowują się« wzoru chemicznego chlorofilu?”

Rzecz w tym, że gdybyśmy rozważyli metodą Sahlinsa dowolne własności organizmu: anatomię, fizjologię bądź jakiegokolwiek inne, a nie tylko behavior, natknęlibyśmy się na dokładnie taki sam nie istniejący problem. Do pełnego opisu procesu rozwoju zarodkowego najmniejszego fragmentu ciała zwierzęcia czy rośliny należałoby zaprząć złożony aparat matematyczny, co jednak nie oznacza, że samo zwierzę czy roślina musi być bystrym matematykiem! Bardzo wysokie drzewa mają zwykle u podstawy pnia potężne, sterczące na kształt skrzydeł przypory. Porównując drzewa należące do jednego gatunku, można zauważyć, że im wyższe jest drzewo, tym proporcjonalnie większe są jego przypory. Przyjmuje się powszechnie, że ich kształt i rozmiar bliski jest ekonomicznego optimum wystarczającego dla utrzymania drzewa w pozycji pionowej, choć inżynier musiałby przeprowadzić dość złożone obliczenia matematyczne, by to udowodnić. Ani Sahlinsowi, ani komukolwiek innemu

nie przyszłoby do głowy wątpić w teorię tłumaczącą istnienie przypór, a jako powód podawać, że drzewo jest nie dość biegłe w matematyce, by wykonać odpowiednie obliczenia. Po cóż więc podnosić ten problem w tym szczególnym przypadku, który dotyczy zachowań związanych z doбором krewniaczym? Z pewnością przyczyna nie leży w tym, że mamy tu do czynienia z zachowaniem, a nie cechą anatomiczną, istnieją bowiem liczne przykłady innych zachowań (mam na myśli inne od tych, które wykształciły się w wyniku doboru krewniaczego), i te Sahlins skwapliwie by zaakceptował bez podnoszenia swoich „epistemologicznych” zastrzeżeń; chociażby moja własna ilustracja (str. 142) stopnia komplikacji obliczeń, które w taki czy inny sposób przeprowadzamy za każdym razem, gdy łapiemy piłkę. Nie można się oprzeć zdziwieniu: czyżby istnieli socjobiologowie, którzy w zasadzie akceptują teorię doboru naturalnego, lecz którzy z bliżej nieznanymi powodów, mających, być może, swoje korzenie w historii dziedziny, którą się zajmują, rozpaczliwie pragną znaleźć jakiś - jakkolwiek - błąd właśnie w teorii doboru krewniaczego?

Str. 146 ...musimy się zastanowić, w jaki sposób zwierzęta mogą w praktyce uporać się z ustaleniem, kto jest ich bliskim krewnym. Nasi krewni są nam znani, ponieważ nam o nich powiedziano...

Od czasu napisania tej książki w badaniach nad zagadnieniem rozpoznawania krewnych zaznaczył się duży postęp. Zwierzęta, w tym i my, przejawiają, jak się wydaje, zadziwiające zdolności precyzyjnego odróżniania, najczęściej po zapachu, osobników niespokrewnionych od krewnych. Wydana niedawno książka, *Kin Recognition in Animals* [Rozpoznawanie pokrewieństwa wśród zwierząt] podsumowuje obecny stan wiedzy w tej dziedzinie. Rozdział dotyczący ludzi, napisany przez Pamelę Wells, ujawnia, że powyższe stwierdzenie („Nasi krewni są nam znani, ponieważ nam o nich powiedziano”) wymaga uzupełnienia: istnieją co najmniej pośrednie dowody, że potrafimy wykorzystywać najrozmaitsze wskazówki niewerbalne, na przykład zapach potu naszych krewnych. Cały ten problem znakomicie według mnie oddaje cytat, którym autorka zaczyna swoje dzieło:

all good kumrads you can tell
by the iraltruistic smell
E. E. Cummings

wspólne jest dobrym towarzyszom
że smrodkiem altruizmu dyszą
tłum. S. Barańczak

Mogą istnieć także inne niż altruizm powody, uzasadniające potrzebę wzajemnego rozpoznawania się krewnych. Jak się dowiemy z następnego przypisu, umiejętność ta może być osobnikowi potrzebna, by przy wyborze partnera seksualnego utrafić we właściwy stopień spokrewnienia.

Str. 146 ...szkodliwe skutki ujawnienia się w wyniku krzyżowania wsobnego genów recesywnych. (Z jakichś powodów wielu antropologom nie podoba się to wyjaśnienie).

Gen letalny to taki gen, który zabija swojego właściciela. Gen letalny recesywny, jak każdy gen recesywny,

nie przejawia swojego wpływu, dopóki nie wystąpi w podwójnej dawce. Geny letalne recesywne nie ujawniają się w puli genowej, ponieważ u większości spośród tych, którzy je mają, występuje tylko jedna ich kopia, a zatem nie doświadczają ich szkodliwości. Każdy z genów letalnych jest rzadki, ponieważ gdy tylko staje się częstszy, spotyka własne kopie i unicestwia tym samym swoich nosicieli. Niemniej jednak genów letalnych różnych typów mogą istnieć krocie, nasz DNA też może być nimi usiany. Liczba takich genów przyczajonych w puli genowej człowieka jest różnie szacowana. Niektóre książki podają, że u każdej osoby znajdują się przeciętnie dwa geny letalne. Gdy jakiś samiec kojarzy się z przypadkową samicą, jego geny letalne najprawdopodobniej nie będą pokrywały się z jej genami letalnymi, a więc ich dzieci na tym nie ucierpią. Lecz jeśli brat kojarzy się z siostrą lub ojciec z córką, sprawy mogą przybrać groźny obrót. Obojętne jak rzadko w całej populacji występują moje geny letalne oraz geny letalne mojej siostry, istnieje wybitnie duże ryzyko, że będą to dokładnie te same geny. Po policzeniu okazuje się, że jeśli skojarzyłbym się z własną siostrą, to, licząc dla każdego mojego letalnego genu recesywnego, jeden na ośmiu potomków urodzi się martwy lub umrze przed osiągnięciem dojrzałości. Notabene śmierć w młodym wieku jest z punktu widzenia genetycznego czymś nawet bardziej „letalnym” niż śmierć przy porodzie: martwo urodzone dziecko nie zmarnowało tak wiele drogiego czasu i energii rodziców. Lecz, jakkolwiek by na to patrzeć, kazirodztwo nie jest tylko umiarkowanie szkodliwym występkiem. Jest potencjalnie katastrofalne. Dobór w kierunku aktywnego unikania kazirodztwa powinien być równie silny, jak jakakolwiek inna presja selekcyjna obserwowana w naturze.

Antropologowie oponujący przeciw darwinowskim uzasadnieniom unikania kazirodztwa zapewne nie zdają sobie sprawy, jak ewidentny przypadek darwinowskiego doboru próbują negocjować. Ich argumenty są czasem tak słabe, że przypominają rozpaczliwe argumenty obrończe. Często mówią na przykład: gdyby dobór darwinowski rzeczywiście wbudował w nas instynktowną niechęć do kazirodztwa, nie byłoby potrzeby zabrania tego czynu. Tabu pojawia się właśnie dlatego, że ludzie przejawiają kazirodcze chucie. Dlatego prawo zabraniające kazirodztwa z pewnością nie ma funkcji „biologicznej”, lecz musi mieć wyłącznie „społeczne” podłoże. Brzmi to podobnie jak argument: „W samochodach niepotrzebny jest zamek przy włączniku zapłonu, ponieważ mają one zamki w drzwiach. Toteż włączanie zapłonu kluczykiem z pewnością nie jest zabezpieczeniem przed kradzieżą, musi mieć więc znaczenie czysto rytualne!” Antropologowie chętnie też zwracają uwagę, że w rozmaitych kulturach spotyka się bardzo różne tabu, a nawet same definicje pokrewieństwa bywają odmienne. Zdają się oni uważać, że i to podważa prawo do tłumaczenia zachowań zmierzających do unikania kazirodztwa na gruncie darwinizmu. Moglibyśmy równie dobrze powiedzieć, że skoro w różnych kulturach preferuje się odmienne pozycje przy stosunku płciowym, to i popęd seksualny nie może być przystosowaniem darwinowskim. Według mnie jest wysoce prawdopodobne, że - u ludzi w nie mniejszym stopniu niż u zwierząt - unikanie kazirodztwa jest konsekwencją silnego doboru darwinowskiego.

Złem jest nie tylko skojarzenie się z kimś, kto jest ci genetycznie bliski. Równie fatalne skutki mogą mieć krzyżówki między zbyt odległymi genetycznie osobnikami, a to z powodu niezgodności genetycznych między nadmiernie różniącymi się szczepami. Niełatwo ustalić, gdzie leży złoty środek. Czy powinniśmy się kojarzyć z kuzynami? Jeśli tak, to z kuzynami drugiego czy trzeciego stopnia? Patrick Bateson próbował zadać przepiórcę japońskiej pytanie o jej preferencje w takim zestawie. Eksperyment przeprowadzono w urządzeniu nazwanym „aparatem amsterdamskim”. Wpuszczone do niego ptaki miały wybierać spośród przedstawicieli przeciwnej płci umieszczonych za miniaturowymi szybami wystawowymi. Jak się okazało, wołały one kuzynów od rodzeństwa i

ptaków niespokrewnionych. Wyniki następnych eksperymentów wskazywały, że młode przepiórki uczą się cech swoich towarzyszy z jednego lęgu, a potem przy wyborze partnerów seksualnych preferują takich, którzy wykazują pewne podobieństwo do ich towarzyszy z lęgu, bacząc jednak, by nie było ono nadmierne.

Tak więc przepiórka unika kazirodztwa zapewne dzięki temu, że nie przejawia pożądaną wobec tych, z którymi dorastała. Inne zwierzęta osiągają ten sam cel, przestrzegając pewnych praw rządzących społecznością, a zwłaszcza reguł decydujących o rozpraszaniu się osobników w populacji. Na przykład dorastające samce lwów są odpędzane od stada rodzicielskiego, w którym pozostają spokrewnione z nimi samice, mogące stanowić dla nich pokusę. Do rozrodu przystępują dopiero wtedy, gdy uda im się zawładnąć innym stadem. U szympanсів i goryli tymi osobnikami, które odchodzą, by poszukać partnerów w innych grupach, są samice. Wśród rozmaitych kultur naszego własnego gatunku odnajdujemy zarówno reguły decydujące o rozpraszaniu się osobników w populacji, jak i system stosowany przez przepiórki.

Str. 152 ...ponieważ wśród ptaków, na których pasożytują kukułki nie istnieje zagrożenie pasożytnictwem ze strony członków własnego gatunku.

Twierdzenie to jest zapewne prawdziwe dla większości gatunków ptaków. Jednak nie powinna nas dziwić wiadomość, że niektóre ptaki pasożytują na osobnikach własnego gatunku. W istocie bowiem zjawisko to obserwowane jest u coraz większej liczby gatunków. Zwłaszcza teraz, gdy - dzięki nowym technikom biologii molekularnej - można dokładniej określić, kto jest z kim spokrewniony. W rzeczywistości, zgodnie z teorią samolubnego genu, powinno się to zdarzać częściej, niż dotychczas udało nam się stwierdzić.

Str. 154 Dobór krewniaczy u lwów.

Przedstawiony przez Bertrama pogląd, że dobór krewniaczy jest główną siłą sprawczą współpracy u lwów został zakwestionowany przez C. Packera i A. Puseya. Utrzymują oni, że dwa samce wchodzące w skład typowego stada częstokroć nie są spokrewnione. Packer i Pusey sugerują, że altruizm odwzajemniony jest przynajmniej równie prawdopodobnym wyjaśnieniem współpracy lwów, jak dobór krewniaczy. Być może obie strony mają rację. W rozdziale 12 podkreślałem, że odwzajemnienie [wet za wet] może wyewoluować tylko wtedy, gdy uzbiera się pewne quorum osobników skłonnych do odwzajemniania się. Zapewnia to dostatecznie wysokie prawdopodobieństwo, że potencjalny partner będzie się odwzajemniał. Spokrewnienie jest, być może, najprostszą drogą do realizacji tego celu. Krewni naturalnie przypominają sobie nawzajem, toteż nawet jeśli w populacji jako całości nie jest spełnione kryterium częstości krytycznej, to może być ono spełnione w obrębie rodziny. Być może, współpraca między lwami została zapoczątkowana na drodze oddziaływań wewnątrzrodzinnych sugerowanych przez Bertrama, i to zapewniło konieczne warunki sprzyjające odwzajemnieniu. Kontrowersja wokół lwów może być rozstrzygnięta jedynie przez fakty, te zaś jak zawsze mówią o konkretnych przypadkach, a nie o ogólnych założeniach teoretycznych.

Str. 155 Jeśli C jest moim jednojajowym bliźniakiem...

Obecnie jest dla wszystkich zrozumiałe, że mój bliźniak jednojajowy, o ile mam gwarancję jego autentycznej tożsamości ze mną, jest dla mnie teoretycznie równie cenny, jak ja sam. To samo - choć nie jest to już tak powszechnie zrozumiałe - odnosi się do matki, o ile ma się gwarancję, że jest przykładową małżonką. Jeśli masz

pewność, że twoja matka będzie w dalszym ciągu miała dzieci wyłącznie z twoim ojcem, to jest ona dla ciebie pod względem genetycznym równie cenna, jak twój brat bliźniak jednojajowy lub ty sam. Jeśli ciebie uznamy za maszynę produkującą potomstwo, wtedy twoja matka dochowująca wierności ojcu jest maszyną produkującą twoje pełne rodzeństwo, oni zaś są pod względem genetycznym równie cenni, jak twoje własne potomstwo. Oczywiście, pomijam tu wszelkie aspekty praktyczne. Na przykład to, że matka jest od ciebie starsza, choć czy jest to lepiej, czy gorzej z punktu widzenia dalszego rozrodu zależy od konkretnej sytuacji - nie ma tu generalnej zasady.

Wywód ten zakłada, iż można polegać na twojej matce, że w dalszym ciągu będzie rodziła dzieci spłodzone z twoim ojcem, a nie z kimś innym. Zakres, w jakim można mieć do niej zaufanie, zależy od systemu dobierania się partnerów u danego gatunku. Jeśli należysz do gatunku nie przestrzegającego monogamii, nie możesz oczywiście liczyć na to, że potomstwo matki będzie twoim pełnym rodzeństwem. Ponadto, nawet przy absolutnej monogamii nie można uniknąć pewnych wyjątkowych okoliczności, co sprawia, że lepiej postawić na samego siebie niż na swoją matkę. Twój ojciec może umrzeć, a wtedy matka mimo najlepszych chęci nie może mu dalej rodić dzieci, czyż nie tak?

Otóż, prawdę powiedziawszy, jednak może. Sytuacje, w jakich może to nastąpić są oczywiście dla teorii doboru krewniaczego niezmiernie interesujące. Będąc ssakami przyzwyczajeni jesteśmy do zasady, że narodziny następują po ściśle określonym i raczej krótkim czasie od kopulacji. Samiec człowieka może zostać ojcem po swojej śmierci, nie później jednak niż w dziewięć miesięcy po śmierci (chyba, że plemniki zamrożono w banku spermy). Istnieje jednak kilka grup owadów, u których samica przechowuje w swoim ciele spermę przez całe życie, jeszcze długo po śmierci swojego partnera; przez całe lata dozuje ją oszczędnie, by zapładniać jaja. Jeśli należysz do takiego właśnie gatunku, możesz być naprawdę pewnym, że „postawienie na matkę” jest z punktu widzenia genetycznego korzystne. Samica mrówki łączy się z partnerem w jednym tylko locie godowym na początku swojego życia. Potem traci skrzydła i nigdy już nie kopuluje. Trzeba przyznać, że u wielu gatunków mrówek samica kopuluje w czasie lotu godowego z wieloma samcami. Jeśli jednak jesteś przedstawicielem jednego z tych gatunków, u których samice są zawsze monogamiczne, wtedy rzeczywiście możesz stawiać na swoją matkę z co najmniej takim samym powodzeniem, jak na siebie samego. Ważnym momentem odróżniającym sytuację młodej mrówki od sytuacji młodego ssaka jest to, że śmierć ojca nie ma dla niej znaczenia (w istocie niemal na pewno jest on już martwy!). Może być całkiem pewna, że sperma ojca wciąż żyje i że matka może w dalszym ciągu wydawać na świat jej pełne rodzeństwo.

Co za tym idzie, jeśli jesteśmy zainteresowani ewolucyjnym powstaniem opieki nad rodzeństwem i zjawiskami w rodzaju owadzych żołnierzy, ze szczególną uwagą powinniśmy przyglądać się tym gatunkom, u których samice magazynują spermę na całe życie. W przypadku mrówek, pszczoł i os występuje, o czym mowa w rozdziale 10, szczególna osobliwość genetyczna - haplodiploidalność - która mogła je predysponować do stania się owadami o wysokim stopniu organizacji społecznej. Teza, którą tu stawiam, głosi, że haplodiploidalność nie jest jedynym czynnikiem predysponującym. Zwyczaj magazynowania spermy na całe życie mógł być co najmniej równie istotny. Dzięki niemu matka może się stać teoretycznie równie cenna z punktu widzenia genetycznego, i w równym stopniu warta „altruistycznego” wsparcia, jak brat bliźniak jednojajowy.

Uwaga ta przyprawia mnie o rumieniec wstydu. Jak się później dowiedziałem, antropologowie kulturowi od dawna mieli, i to niemało, do powiedzenia w kwestii „efektu brata matki”! Efekt, który „przewidziałem” jest faktem empirycznym występującym w wielu kulturach i znanym antropologom od dziesiątków lat. Co więcej, stawiając hipotezę, że „w społeczeństwie, w którym niewierność małżeńska jest na porządku dziennym, wujowie ze strony matki powinni przejawiać więcej altruizmu niż »ojcowie«, ponieważ mają więcej podstaw do przekonania o swoim pokrewieństwie z dzieckiem” (str. 156), przeoczyłem, co stwierdzam z ubolewaniem, że Richard Alexander identyczną sugestię uczynił wcześniej (odnośnik stwierdzający ten fakt został dopisany w późniejszych dodrukach pierwszego wydania niniejszej książki). Hipoteza ta została sprawdzona z doskonałym skutkiem, między innymi przez samego Alexandra, przez zastosowanie danych ilościowych pochodzących z literatury antropologicznej.

ROZDZIAŁ 7

Planowanie rodziny

Str. 161 ...Wynne-Edwards, który się głównie przyczynił do rozpowszechnienia idei doboru grupowego...

Wynne-Edwards jest na ogół traktowany z większą życzliwością, niż zwykle bywają naukowci heretycy. Powszechnie przypisuje mu się zasługę, że choć tak oczywiście błędził, prowokował tym samym do coraz lepszego pojmowania idei doboru naturalnego (osobiście uważam, że w poglądzie tym jest nieco przesady). On sam wielkodusznie wyrzekł się swoich przekonań w 1978 roku, pisząc:

„Panuje obecnie powszechna zgoda biologów teoretyków, że nie da się stworzyć wiarygodnego modelu, w którym powolny postęp doboru grupowego mógłby wyprzedzić zachodzące znacznie szybciej rozprzestrzenianie się samolubnych genów przynoszących korzyść osobniczemu dostosowaniu. Akceptuję więc ich pogląd”.

Pomimo tych wielkodusznych postanowień, będących rezultatem powtórnego przemyślenia sprawy, w swojej ostatniej książce dokonał analizy po raz trzeci i, niestety, powrócił do swych wcześniejszych poglądów.

Dobór grupowy, w takim sensie, w jakim wszyscy od dawna go rozumiemy, cieszy się obecnie wśród biologów przychylnością nawet mniejszą niż wtedy, gdy ukazało się pierwsze wydanie mojej książki. Równie dobrze jednak można by sądzić coś wręcz przeciwnego: pokolenie, które dorosło, szczególnie w Ameryce, szafuje określeniem „dobór grupowy” na prawo i lewo, rzucając nim jak konfetti. Podstawia się je wszędzie tam, gdzie zawsze w sposób jasny i oczywisty można było (i, jak większość nas uważa, w dalszym ciągu można) rozpoznać coś innego - na przykład dobór krewniaczy. Sądzę jednak, że nadmierne irytowanie się z powodu takich semantycznych parweniuszy jest bezcelowe, zwłaszcza że cały problem doboru grupowego został bardzo zadowalająco uporządkowany dziesięć lat temu przez Johna Maynarda Smitha i innych. Mimo to drażni fakt, że jesteśmy teraz nie tylko dwoma narodami, ale również dwoma pokoleniami, dzielącymi jedynie wspólny język. Co szczególnie niefortunne, filozofowie, wkraczający z opóźnieniem w ten obszar, startowali mając w głowie zamęt wywołany tymi niedawnymi kapryсами terminologicznymi. Polecam esej Alana Grafena: „Natural Selection, Kin Selection and Group Selection”, który, mam nadzieję, swoim klarownym wykładem ostatecznie uporządkuje problem neodoboru grupowego.

ROZDZIAŁ 8

Walka pokoleń

Str. 178 R. L. Triuers zręcznie rozwiązał ten problem w 1972 roku...

Robert Trivers, którego artykuły z wczesnych lat siedemdziesiątych były dla mnie w czasie pisania pierwszego wydania tej książki jednym z najważniejszych źródeł inspiracji i którego idee zdominowały szczególnie rozdział 8, napisał w końcu swoją własną książkę *Social Evolution* (Ewolucja społeczności). Polecam ją nie tylko ze względu na jej zawartość, ale i styl: jasność myśli i naukową poprawność, choć z pewną dozą antropomorficznej lekkomyślności - akurat tyle, by zdrwić z bufonów. Jest też ubarwiona osobistymi autobiograficznymi dygresjami. Jedna z nich jest tak charakterystyczna, że nie mogę się powstrzymać, by jej nie zacytować. Trivers opisuje stan swojego ducha, gdy będąc w Kenii obserwował interakcje zachodzące między dwoma rywalizującymi samcami pawianów: „Był jeszcze inny powód mojej ekscytacji - moje nieświadome identyfikowanie się z Arturem. Był to wspaniały młody samiec u szczytu swoich możliwości...” Napisany przez Triversa nowy rozdział na temat konfliktu rodzice-dzieci jest jedynie uaktualnieniem tego zagadnienia. W istocie, poza kilkoma nowymi przykładami niewiele można dodać do jego artykułu z 1974 roku. Teoria wytrzymała próbę czasu. Dokładniejsze modele matematyczne i genetyczne potwierdziły, że opisowe argumenty sformułowane przez Triversa rzeczywiście wynikają z teorii Darwina w jej obecnym, powszechnie akceptowanym kształcie.

Str. 194 Według niego zwycięzcą będzie zawsze rodzic.

Alexander przyznał wspaniałomyślnie w swojej książce z 1980 roku *Darwinism and Human Affairs* (Darwin a sprawy ludzkie), na str. 39, że nie miał racji twierdząc, że rodzicielskie zwycięstwo w konflikcie rodzice-dzieci jest nieuchronną konsekwencją podstawowych założeń darwinowskich. Ja zaś widzę teraz, że swoją tezę o przewadze rodziców nad ich potomstwem w walce pokoleń mógł wesprzeć innymi argumentami, których dostarczył Eric Charnov.

Wprawdzie Charnov pisał o owadach społecznych i o powstawaniu kast sterylnych osobników, lecz jego argumentacja ma zastosowanie ogólniejsze i dlatego przedstawię ją w sposób uogólniony. Zastanówmy się nad problemem młodej samicy gatunku monogamicznego, niekoniecznie owada, u progu dorosłego życia. Jej dylemat polega na tym, czy ma odejść i podjąć samodzielny trud rozmnażania się, czy też zostać w gnieździe rodziców i pomagać im w wychowywaniu swojego młodszego rodzeństwa. Zwyczajne rozrodcze typowe dla tego gatunku dają jej pewność, że matka jeszcze przez długi czas będzie rodzic jej braci i siostry. Zgodnie z logiką teorii Hamiltona, rodzeństwo to będzie dla niej równie „cenne” pod względem genetycznym, jak jej własne ewentualne potomstwo. Jeśli uwzględnić jedynie pokrewieństwo genetyczne, samicy będzie „wszystko jedno”, którą z dróg działania wybierze: odejście czy pozostanie z rodzicami. Z pewnością jednak jej rodzicom nie będzie wszystko jedno. Z punktu widzenia jej doświadczonej matki jest to wybór między dziećmi a wnukami. Przyszłe dzieci będą genetycznie dwukrotnie bardziej wartościowe od przyszłych wnuków. Toteż, jak twierdzi Charnov, jeśli rozważymy konflikt między rodzicami a potomstwem o to, czy ma ono odejść, czy też zostać i pomagać w gnieździe, rodzice wygrywają w nim walkowerem z tego prostego powodu, że tylko z ich punktu widzenia jest to konflikt!

To trochę tak, jakby ścigali się dwaj biegacze, z których jednemu obiecano 1000 funtów pod warunkiem, że wygra, jego przeciwnik zaś ma dostać 1000 funtów niezależnie od tego, czy wygra, czy przegra. Możemy się

spodziewać, że pierwszy biegacz będzie się bardziej starał, i o ile poza tym ich możliwości są porównywalne, prawdopodobnie wygra właśnie on. W rzeczywistości argument Charnova jest dobitniejszy, niż by to sugerowała powyższa analogia, albowiem dla większości ludzi koszty, jakie ponosi się biegnąc ze wszystkich sił, nie są aż tak wielkie, by mogły ich do biegu zniechęcić, obojętne, czy byliby za to wynagrodzeni finansowo, czy nie. Lecz ideały olimpijskie są zbyt wielkim luksusem, by w grach darwinowskich można sobie było na nie pozwolić. Za wysiłek włożony w jakieś działanie płaci się zawsze niemożnością zaangażowania się w inne działania. Jest tak, że im więcej dajesz z siebie w jednym wyścigu, tym mniejsze są wskutek wyczerpania twoje szanse na wygraną w przyszłych wyścigach.

Z racji różnorodności konkretnych rozwiązań, jakie można spotkać u rozmaitych gatunków, nie zawsze potrafimy przewidzieć rezultaty gier darwinowskich. Niemniej, jeśli weźmiemy pod uwagę jedynie bliskość spokrewnienia genetycznego i przyjmiemy monogamiczny system dobierania się w pary (dający córce pewność, że jej bracia i siostry są jej pełnym rodzeństwem), możemy oczekiwać, że doświadczonej matce powinno udać się tak pokierować młodą dorosłą córką, by ta pozostała z nią i jej pomagała. Matka może na tym jedynie zyskać, córce zaś brak jakiegokolwiek bodźca, by sprzeciwić się manipulacji matki, ponieważ genetycznie rzecz biorąc jest jej wszystko jedno, który wariant wybierze.

Jak zwykle trzeba koniecznie podkreślić, że argumentacja ta należy do takiej klasy, która zakłada „identyczność pozostałych czynników”. Choć na ogół pozostałe czynniki nie są identyczne, wywód Charnova wciąż może się przydać Alexandrowi bądź komukolwiek innemu jako argument na rzecz teorii manipulacji rodzicielskiej. Tak czy owak, rzeczowe argumenty Alexandra przemawiające za zwycięstwem rodziców - jako większych, silniejszych i tym podobne - są dobrze ujęte.

ROZDZIAŁ 9

Walka płci

Str. 200 ...o ile sroższy musi być konflikt między niespokrewnionymi ze sobą partnerami seksualnymi?

Jak w wielu innych miejscach tej książki, w zdaniu tym ukryte jest milczące założenie o „identyczności pozostałych czynników”. Naturalnie partnerzy mogą na współpracy wiele zyskać. W rozdziale konstatujemy to raz po raz. W końcu partnerzy seksualni mają wszelkie dane po temu, by zaangażować się w grę o sumie niezerowej - grę, w której miast grać tak, by zysk jednego oznaczał stratę drugiego, obydwoje będą współpracować, podwyższając tym samym swoje wygrane (wyjaśniam tę kwestię w rozdziale 12).

Jest to jedno z tych miejsc w książce, w których moje nastawienie zanadto zbliżyło się do cynicznego samolubnego spojrzenia na życie. Wydawało mi się to wtedy zabiegiem koniecznym, ponieważ dominujący w owym czasie pogląd na zależności zachodzące między partnerami odbiegł zbyt daleko w kierunku przeciwnym. Niemal powszechnie przyjmowano wówczas bez zastrzeżeń, że partnerzy podejmą ze sobą nieograniczoną współpracę. Możliwość wzajemnego wykorzystywania się nie była nawet brana pod uwagę. W tym historycznym kontekście zrozumiały jest ewidentny cynizm mojego początkowego zdania, dziś jednak wyraziłbym się nieco łagodniej. Podobnie naiwnie sformułowane wydają mi się teraz moje uwagi umieszczone przy końcu rozdziału na temat ról, jakie u człowieka przypisywane są płciom. Ewolucję odmienności płci u człowieka daleko wnikliwiej traktują

książki *Sex, Evolution, and Behavior* (Płeć, ewolucja i zachowanie) Martina Daly'ego i Margo Wilson, oraz *The Evolution of Human Sexuality* (Ewolucja ludzkiej seksualności) Donalda Symonsa.

Str. 203 ...liczba dzieci, jaką może mieć samiec, jest potencjalnie niemal nieograniczona. Już na tym etapie zaczyna się więc wykorzystywanie samic.

Ekspozowanie różnicy rozmiarów między plemnikiem a jajem jako podstawy do przypisywania płciom określonych ról wydaje się obecnie mylące. Nawet jeśli pojedynczy plemnik jest mały i niekosztowny, to produkcja milionów plemników z pewnością nie jest tania, podobnie jak skuteczne wstrzyknięcie ich do wnętrza samicy w warunkach ostrej konkurencji. Dla wyjaśnienia podstawowej asymetrii między samcami a samicami preferuję obecnie następujące podejście: przypuśćmy, że wyjściowo obie płci pozbawione są jakichkolwiek atrybutów samców czy samic. Określimy je w sposób neutralny jako A i B. Musimy jedynie przyjąć, że kojarzenie się może nastąpić tylko między A i B. Każde zwierzę, obojętne czy jest A, czy B, uporać się musi z takim oto problemem wyboru - czasu i wysiłku poświęconego na walkę z rywalami nie można przeznaczyć tym samym na opiekę nad posiadanym już potomstwem i vice versa. Można więc oczekiwać, że każde zwierzę będzie starało się wyważyć proporcje wielkości swoich wysiłków, jakie przeznacza na każdy z tych konkurencyjnych celów. Otóż twierdzę, że osobniki A mogą ustalić nieco inną proporcję niż osobniki B, i gdy już to nastąpi, ta właśnie odmienność będzie miała tendencję do pogłębiania się.

By to zrozumieć, załóżmy, że płci A i B już od samego początku różnią się od siebie pod względem tego, czy mogą na swój sukces wpływać raczej inwestując w dzieci, czy też raczej inwestując w walkę (słowem „walka” określał będę wszelkiego rodzaju bezpośrednie współzawodnictwo między osobnikami jednej płci). Wyjściowo różnica ta może być bardzo nieznaczna, ponieważ moją tezą jest, iż istnieć będzie nieodłączna tendencja do jej powiększania się. Przyjmijmy, że na początku w sukcesie rozrodczym osobników A walka ma większy udział niż zachowania rodzicielskie, natomiast sukces rozrodczy osobników B w większym stopniu zależy od zachowań rodzicielskich niż od walki. Oznacza to między innymi, że chociaż opieka rodzicielska przynosi A korzyści, wśród osobników A różnica między opiekunem, który odnosi sukces, a opiekunem, który odnosi porażkę, nie jest tak duża jak różnica między wojownikiem, który zwycięża, a takim, który przegrywa. Wśród osobników B jest dokładnie odwrotnie. Toteż dana jednostka wysiłku będzie przez A przeznaczona z lepszym pożytkiem na walkę, natomiast B zrobi z niej lepszy użytek, jeśli zamiast na walkę przeznaczy ją na opiekę rodzicielską.

Dlatego też w następnych pokoleniach osobniki A będą poświęcały walce odrobinę więcej wysiłku niż ich rodzice, B zaś będą walczyły odrobinę mniej, za to nieco więcej wysiłku niż ich rodzice będą poświęcały opiece. Tym samym różnica między najlepszym a najgorszym pod względem skuteczności w walce osobnikiem A będzie się wciąż pogłębiać, natomiast różnice pomiędzy nimi pod względem sprawności opiekuńczej będą się stawały coraz mniejsze. Tak więc A będzie miał coraz więcej pożytku z wysiłku przeznaczonego na walkę i coraz mniej z przeznaczonego na opiekę. Wśród osobników B, w miarę mijających pokoleń, dzieć się będzie dokładnie odwrotnie. Kluczową myślą jest tutaj to, że niewielkie różnice wyjściowe między płciami będą się samoczynnie powiększać. Dobór może się rozpocząć przy minimalnej odmienności wyjściowej, która będzie się wciąż pogłębiać, aż osobniki A staną się tym, co obecnie nazywamy samcami, a B - samicami. Początkowa różnica mogłaby być nawet tak mała, że pojawiałaby się jako niewielkie odchylenie od normy w granicach zmienności statystycznej. W końcu jest mało

prawdopodobne, by warunki początkowe były dla obu płci dokładnie takie same.

Zauważysz zapewne, że przypomina to teorię - autorstwa Parkera, Bakera i Smitha - wczesnego powstania z jednakowych pierwotnych gamet dwóch klas komórek rozrodczych: jaj i plemników, diskutowaną na stronie 203. Przedstawiony tu wywód ma jednak charakter bardziej ogólny. Pojawienie się plemników i jaj jest tylko jednym z wielu aspektów bardziej ogólnego zjawiska - ustalenia się odmiennych ról odgrywanych przez każdą z płci. Miast traktować powstanie plemników i jaj jako przyczynę wszelkich cech charakterystycznych dla samców i samic, dysponujemy argumentacją, która w jednakowy sposób tłumaczy zarówno odmienności między plemnikami i jajami, jak i pozostałe aspekty różnic między płciami. Powinniśmy jedynie przyjąć, że istnieją dwie płci i że muszą się ze sobą kojarzyć. Nie trzeba o nich wiedzieć niczego więcej. Wychodząc z tego minimalnego założenia możemy być pewni, że obojętne jak równe sobie byłyby te płci na starcie, ich drogi rozejdą się w kierunku płci wyspecjalizowanych w przeciwstawnych i uzupełniających się technikach rozrodczych. Różnice między plemnikami a jajami są przejawem ogólniejszego procesu różnicowania, a nie jego przyczyną.

Str. 214 Posłużymy się w tym celu metodą Maynarda Smitha, poznaną przy okazji analizy walk w ramach agresji, ale tym razem zastosowaną do płci

Próby znalezienia stabilnej ewolucyjnie mieszaniny strategii w obrębie jednej płci, zrównoważonej przez stabilną ewolucyjnie mieszaninę w drugiej płci, są obecnie kontynuowane przez samego Maynarda Smitha i niezależnie, choć w zbliżonym kierunku, przez Alana Grafena i Richarda Sibly'ego. Artykuł Grafena i Sibly'ego jest trudniejszy do zrozumienia dla niefachowców, zrelacjonuję więc łatwiejszy artykuł Maynarda Smitha. Mówiąc pokrótce, zaczyna on od rozważenia dwóch strategii: strzegącego i dezertera, które mogą być przyjęte przez każdą z płci. Tak jak w moim modelu „nieprzystępna/łatwa i wierny/kobieciarz” interesuje nas to, jakie kombinacje strategii obranych przez samce są stabilne wobec jakich kombinacji strategii samic. Odpowiedź zależy od założonych przez nas konkretnych cech określających ekonomię danego gatunku. Co ciekawe jednak, nawet gdybyśmy przetestowali wiele rozmaitych wariantów tych założeń, nie uzyskalibyśmy w efekcie odpowiadającego im różnorodnością zestawu stabilnych rezultatów. Model osiąga stabilność w jednym z czterech możliwych układów. Ich nazwy zapożyczono od nazw gatunków, które są przykładami wdrożenia tych strategii. Są to: kaczka (samiec dezerteruje, samica strzeże), ciernik (samica dezerteruje, samiec strzeże), muszka owocowa (oboje dezerterują) i gibbon (oboje strzegą).

A oto coś jeszcze bardziej interesującego. Czy pamiętasz z rozdziału 5, że modele strategii ewolucyjnie stabilnych mogą osiąść w jednym z dwóch, jednakowo stabilnych położeń? Otóż w modelu Maynarda Smitha mamy do czynienia z tym samym zjawiskiem. Szczególnie ciekawe jest, że w określonych warunkach ekonomicznych pewne pary rezultatów są równocześnie stabilne, a inne nie. Na przykład, przy pewnych zadanych warunkach, stabilna jest zarówno kaczka, jak i ciernik. Która z nich w rzeczywistości się pojawi, zależy od ślepego trafu, czy, mówiąc ściślej, od warunków początkowych, zaistniałych przypadkiem w historii ewolucji. W innych zaś warunkach stabilne będą zarówno gibbon, jak i muszka owocowa. I znów przypadek historyczny określa, który z tych stanów stabilnych zostanie osiągnięty przez dany gatunek. W żadnych jednak warunkach nie mogą być alternatywnie stabilne zarazem gibbon i kaczka ani kaczka i muszka owocowa. Ta analiza zgodnych i niezgodnych kombinacji strategii ewolucyjnie stabilnych ma interesujące konsekwencje dla rekonstrukcji przebiegu ewolucji. Możemy się na

przykład spodziewać, że pewne przejścia od jednego do drugiego systemu partnerstwa płci są w historii ewolucji prawdopodobne, a inne nie. W krótkim przeglądzie wzorców partnerskich spotykanych w królestwie zwierząt Maynard Smith analizuje te historyczne uwarunkowania, kończąc pamiętnym pytaniem retorycznym: Czemuż to u ssaków samce nie dają mleka?

Str. 217 Można jednak dowieść, że w rzeczywistości do żadnych oscylacji by nie doszło. System dążyłby do osiągnięcia stanu stabilnego.

Z przykrością muszę przyznać, że twierdzenie to jest błędne. Błądzi jednakowoż w interesujący sposób, dlatego też pozostawiłem je w tekście bez zmian, a teraz poświęcę trochę czasu na wyjaśnienie, na czym ów błąd polega. W istocie, jest to ten sam typ błędu, który Gale i Eaves wykryli w artykule Maynarda Smitha i Price'a (patrz przypis do strony 113). Mój błąd został mi wytknięty przez P. Schustera i K. Sigmunda, dwóch badaczy zajmujących się biologią matematyczną, pracujących w Austrii.

Proporcje samców wiernych do kobieciarzy, jak i samic nieprzystępnych do łatwych, przy których jednakowe sukcesy odnoszą oba typy samców i oba typy samic, zostały przeze mnie ustalone w sposób właściwy. Jest to rzeczywiście równowaga, nie sprawdziłem jednak, czy była to równowaga stabilna. Miast bezpiecznej doliny, mogła to być chwiejna równowaga ostrza noża. By sprawdzić jej stabilność, musimy zobaczyć, co by się stało, gdybyśmy równowagę tę nieco zaburzyli (kula na ostrzu noża spadnie, jeśli ją potrącić, kula odepchnięta od środka doliny powróci na miejsce). W moim konkretnym przykładzie liczbowym proporcja równowagi wynosiła $5/8$ wiernego i $3/8$ kobieciarza. Co teraz się stanie, jeśli przypadkiem proporcja kobieciarzy w populacji podniesie się do wartości nieco wyższej od równowagi? By równowaga była stabilna i mogła się sama korygować, kobieciarzom natychmiast powinno zacząć wieść się nieco gorzej. Niestety, jak to wykazali Schuster i Sigmund, nic takiego nie zachodzi. Przeciwnie, kobieciarzom zaczyna wieść się lepiej! Częstość ich występowania w populacji nie tylko nie podlega samoczynnej stabilizacji, ale wręcz samoczynnie się powiększa. Nie rośnie jednak w nieskończoność, lecz tylko do pewnego punktu. Jeśli przeprowadzimy dynamiczną symulację modelu na komputerze, czego niedawno dokonałem, otrzymamy cykle powtarzające się w nieskończoność. Jak na ironię, właśnie takie hipotetyczne cykle opisywałem na stronie 216, będąc przekonany, że są one tylko narzędziem mającym ułatwić zrozumienie idei punktu stabilności, tak jak w przypadku jastrzębi i gołębi. Poprzez analogię do jastrzębi i gołębi przyjmowałem, całkowicie błędnie, że cykle są jedynie hipotetyczne i że system w rzeczywistości osiągnie stabilną równowagę. Końcowe uwagi Schustera i Sigmunda nie wymagają żadnych uzupełnień:

„Reasumując, możemy więc wyciągnąć dwa wnioski:

- a) że walka płci ma wiele wspólnego z drapieżnictwem; oraz
- b) że zachowanie kochanków odmienia się jak Księżyc i jest nieprzewidywalne jak pogoda”.

Naturalnie wiedzieliśmy o tym już wcześniej, i to obywając się bez równań różniczkowych.

Str. 220 ...przypadki ojcowskiego zaangażowania są... pospolite wśród ryb. Dlaczego?

Hipoteza magistrantki Tamsin Carlisle dotycząca ryb została poddana testom porównawczym przez Marka Ridleya, który dokonał gruntownego przeglądu zachowań rodzicielskich spotykanych w całym królestwie zwierząt. Jego artykuł jest owocem tytanicznego wysiłku, którego początkiem, podobnie jak hipotezy Carlisle, była napisana

dla mnie praca semestralna. Niestety, nie znalazł on jednak niczego, co by tę hipotezę potwierdzało.

Str. 224 ...na drodze swego rodzaju niekontrolowanego, samonapędzającego się procesu.

Teorię R. A. Fishera doboru płciowego jako samonapędzającego się procesu, którą on sam podał w bardzo szkicowej postaci, opracowali matematycznie R. Lande i inni. Stała się przez to trudnym zagadnieniem, choć można ją wyjaśnić na sposób niematematyczny, pod warunkiem że poświęci się temu odpowiednią ilość czasu i miejsca. Oznacza to jednak konieczność przeznaczenia na to całego rozdziału, co też uczyniłem w *Ślepych zegarmistrzu* (rozdział 8), dlatego tutaj nie będę się na ten temat wypowiadał.

Zamiast tego zajmę się pewnym problemem, który wiąże się z doбором płciowym, a któremu nigdy, w żadnej z moich książek, nie poświęciłem dość uwagi, a mianowicie, w jaki sposób utrzymywana jest niezbędna dla doboru zmienność. Warunkiem działania doboru darwinowskiego jest dostateczny poziom zmienności genetycznej. Gdy podejmie się próbę wyhodowania, dajmy na to, królików o możliwie najdłuższych uszach, początkowe rezultaty będą zachęcające. Przeciętny królik w populacji żyjącej na swobodzie ma uszy o średniej długości (rzecz jasna według standardów króliczych, według naszych są one bardzo długie). Nieliczne króliki będą miały uszy krótsze od przeciętnej, i podobnie nieliczne - dłuższe od przeciętnej. Wybierając do krzyżówek tylko te z najdłuższymi uszami, uda się osiągnąć w następnych pokoleniach podwyższenie przeciętnej ich długości. Jednak sukces ten będzie chwilowy. Jeśli będzie się w dalszym ciągu wybierać do krzyżówek te króliki, które mają najdłuższe uszy, nadejście w końcu taki moment, że zaniknie już wymagana zmienność. Wszystkie króliki będą już miały „najdłuższe” uszy i zmiany ustaną. W normalnej ewolucji coś takiego nie jest problemem, ponieważ na ogół środowisko nie wywiera wciąż takiej samej presji, dążącej niezachwianie i konsekwentnie w jednym kierunku. „Najlepsza” długość dowolnego fragmentu ciała zwierzęcia nie jest na ogół równa „długości nieco większej od obecnej średniej, niezależnie od jej aktualnej wartości”. Najlepsza długość będzie raczej wielkością bezwzględną, powiedzmy osiem centymetrów. Lecz dobór płciowy istotnie może mieć tę kłopotliwą właściwość podążania za wciąż oddalającym się „optimum”. Samica naprawdę mogłaby cenić najwyżej jak najdłuższe uszy, niezależnie od tego, jaka jest w populacji ich aktualna długość. Toteż zmienność rzeczywiście mogłaby w znacznym stopniu ulec wyczerpaniu. Tymczasem dobór płciowy wydaje się jednak działać. Te tak absurdalnie wyolbrzymione samcze ozdoby przecież istnieją. Mamy więc, jak można sądzić, do czynienia z paradoksem zanikającej zmienności.

Rozstrzygnięciem tego paradoksu oferowanym przez Landego jest mutacja. Uważa on, że liczba powstających mutacji jest wystarczająco duża, by podtrzymać trwanie doboru. Powodem, dla którego powątpiewano przedtem w tę możliwość, było to, że każdy z genów traktowano w sposób odrębny, a tempo mutacji w dowolnym, pojedynczym locus genetycznym jest zbyt powolne, by dało się za ich pomocą wyjaśnić paradoks zanikającej zmienności. Lande przypomniał nam, że „ogony” i inne cechy poddane działaniu doboru płciowego znajdują się pod wpływem nieskończenie wielkiej liczby różnych genów („poligenów”), których nieznaczące skutki fenotypowe podlegają kumulacji. Co więcej, w czasie trwania ewolucji, w obrębie rzeczonoego zestawu poligenów będzie trwał nieustanny ruch: do zestawu genów oddziałujących na zmienność „długości ogona” dokooptowywane będą nowe geny, inne zaś będą usuwane. Mutacja może zmodyfikować dowolny gen z tego wielkiego i podlegającego ciągłej wymianie zestawu genów, znika tym samym paradoks zanikającej zmienności.

Odpowiedź W. D. Hamiltona na ten paradoks wygląda nieco inaczej. Jest przy tym identyczna z innymi

jego odpowiedziami na większość rozważanych obecnie kwestii i brzmi: „pasożyty”. Rozważmy jeszcze raz uszy królika. Najlepsza długość uszu królika zależy, jak można sądzić, od rozmaitych czynników natury akustycznej. Nie ma żadnych powodów, by sądzić, że czynniki te będą podlegać, wraz z mijającymi kolejnymi pokoleniami, ciągłym i konsekwentnym zmianom w jednym kierunku. Najlepsza dla królika długość uszu może nie być wielkością absolutnie niezmienną, jest jednak mało prawdopodobne, by dobór popchnął ją w jakimkolwiek kierunku tak daleko, by znalazła się poza zakresem zmienności, który zapewnia aktualna pula genowa. Tak więc paradoks zanikającej zmienności nie istnieje.

Przyjrzyjmy się teraz jednak środowisku podlegającemu gwałtownym zmianom w wyniku działania pasożytów. W świecie rojącym się od pasożytów istnieje silna presja selekcyjna w kierunku nabywania przeciw nim odporności. Dobór naturalny będzie preferował te króliki, które są najmniej podatne na atak obecnych w ich otoczeniu pasożytów. Istotne jest przy tym, że nie zawsze będą to te same pasożyty. Epidemie pojawiają się i zanikają. Dziś może to być myksomatoza, w przyszłym roku króliczy odpowiednik dżumy, w kolejnym roku króliczy AIDS i tak dalej. Potem, po upływie dziesięciu lat, może to być znów myksomatoza i cykle mogą się w ten sposób powtarzać w nieskończoność. Również sam wirus myksomatozy może wyewoluować w kierunku przeciwstawienia się powstającym u królików przystosowaniom przeciw myksomatozie. Hamilton przedstawia obraz kolejnych rund kontrprzystosowań i kontr-kontrprzystosowań, ciągnących się w nieskończoność i wciąż niestrudzenie aktualizujących definicję „najlepszego” królika.

Koniec końców, jest coś, co znacząco odróżnia przystosowanie polegające na zyskiwaniu odporności na chorobę od przystosowania do środowiska fizycznego. Może istnieć dość ściśle określona „najlepsza” długość nóg królika, nie istnieje jednak ścisła definicja królika o „najlepszych” z punktu widzenia odporności na choroby atrybutach. W miarę jak zmienia się najgroźniejsza aktualnie choroba, zmianom podlega „najlepszy” w danym momencie królik. Czy pasożyty są jedyną siłą, która wywiera w ten sposób presję selekcyjną? A na przykład zależności między drapieżnikami a ich ofiarami? Hamilton przyznaje, że istnieją tu pewne podobieństwa do pasożytów, tyle że nie ewoluują tak szybko, jak potrafią to czynić tamte. U pasożytów są też większe szanse na ewolucję precyzyjnych kontrprzystosowań na poziomie pojedynczych genów.

Te nawracające wyzwania stawiane przez pasożyty służą Hamiltonowi jako podstawa daleko bardziej uniwersalnej teorii - tłumaczącej, dlaczego w ogóle istnieją płci. Tutaj jednak interesuje nas jedynie użycie przez niego pasożytów jako narzędzia dla rozwikłania paradoksu zanikającej zmienności przy doborze płciowym. Hamilton jest przekonany, że dziedziczna odporność na choroby u samców jest najważniejszym kryterium, według którego są oni wybierani przez samice. Choroba jest czymś tak dotkliwym, że jakakolwiek umiejętność jej wykrywania u potencjalnych partnerów byłaby dla samic bardzo korzystna. Samica, która okazuje się dobrym diagnostą i na partnera wybiera jedynie najzdrowszego samca, zdobywa zdrowe geny dla swoich dzieci. Zważywszy, że definicja „najlepszego królika” ulega ciągłym zmianom, samice, które lustrują samców, powinny przy dokonywaniu wyboru zwracać uwagę na pewne istotne szczegóły. Zawsze niektóre z samców będą „dobre”, a inne „złe”. Mimo wielu pokoleń działania doboru nie staną się wszystkie „dobrymi”, ponieważ do tego czasu wśród pasożytów nastąpią zmiany, zmieni się więc też definicja „dobrego” królika. Geny uodporniające przeciwko jednemu szczepowi myksowirusa nie będą potrafiły zapewnić dobrej odporności przeciw innemu szczepowi tego wirusa, który pojawia się na scenie w wyniku mutacji. I będzie to trwać poprzez niekończące się cykle ewoluującej epidemii.

Pasożyty nigdy nie dadzą za wygraną, toteż samice nie mogą zaprzestać nieustrudzonych poszukiwań zdrowych partnerów.

Jaka może być reakcja samców na odsiew dokonywany przez samice - lekarki? Czy będą faworyzowane geny na maskowanie niedostatków zdrowia? Na początku mogłoby tak być, ale przecież wówczas na samice działać będzie dobór w kierunku wyostrenia umiejętności diagnostycznych, umożliwiających odróżnienie fałszerstwa od autentycznie dobrej kondycji. W końcu, jak sądzi Hamilton, samice staną się tak dobrymi lekarkami, że samce, jeśli w ogóle miałyby się reklamować, będą musiały robić to w sposób uczciwy. Jeśli jakikolwiek anons seksualny ulegnie u samców wyolbrzymieniu, będzie on autentycznym wskaźnikiem ich zdrowia. Ewolucja samców pójdzie w takim kierunku, by ich zdrowie - o ile rzeczywiście są zdrowe - mogło być łatwo zauważone przez samice. Autentycznie zdrowe samce będą z dumą ogłaszać ten fakt. Chore samce oczywiście nie będą się mogły pochwalić zdrowiem, lecz cóż mogą na to poradzić? Jeśli zrezygnują nawet z prób okazania świadectwa zdrowia, wnioski wyciągnięte przez samice będą jak najgorsze. Dodać tu muszę, iż użycie słowa „lekarka” może być mylące, ponieważ sugeruje, że samice są zainteresowane w uzdrowieniu samców. Tymczasem interesuje je jedynie diagnoza, i zainteresowanie to nie jest bynajmniej altruistyczne. Zakładam również, że nie muszę już przepraszać za metafory w rodzaju „uczciwość” i „wyciąganie wniosków”.

Wracając zaś do kwestii anonsów, to są one jakby wymuszonym przez samice obowiązkiem obnoszenia się przez samce z termometrami lekarskimi, sterczącymi im cały czas z ust, by samice mogły łatwo odczytać ich wskazania. Czym mogłyby być te „termometry”? Weźmy choćby efektownie długi ogon samców rajskich ptaków. Poznaliśmy już eleganckie wyjaśnienie Fishera, uzasadniające posiadanie tej eleganckiej ozdoby. Tłumaczenie Hamiltona jest daleko bardziej przyziemne. Powszechnym symptomem choroby u ptaków jest biegunka. Jeśli ma się długi ogon, zapewne ulegnie on w wyniku biegunki zabrudzeniu. Jeśli chce się ukryć tę chorobę, najlepiej byłoby nie mieć długiego ogona. Analogicznie rozumując, jeśli chce się ogłosić fakt, że nie cierpi się na biegunkę, wybitnie długi ogon bardzo by w tym pomógł. Tym lepiej będzie bowiem widać, że jest czysty. Jeśli twój ogon niespecjalnie rzuca się w oczy, samice nie mogą stwierdzić, czy jest on czysty, czy nie i przyjmą najmniej korzystną dla ciebie ewentualność. Hamilton nie upierałby się może przy tym akurat wyjaśnieniu przyczyn istnienia ogonów rajskich ptaków, jest ono jednak reprezentatywnym przykładem typu preferowanych przez niego uzasadnień.

Użyłem przed chwilą porównania, w którym samice stawiają diagnozy, a samce ułatwiają im to zadanie, przy lada okazji wystawiając na pokaz „termometry”. Deliberacje nad innymi przyborami diagnostycznymi lekarza: aparatem do mierzenia ciśnienia i stetoskopem przywiodły mnie do paru spekulacji mających związek z doborem płciowym. Przedstawię je pokrótce, choć przyznaję, że ich atrakcyjność przewyższa według mnie ich wiarygodność. Zacznę od teorii tłumaczącej, dlaczego ludzie utracili kość prąciową. Członek męczyzny znajdujący się w stanie wzwodu może być tak twardy i sztywny, że w żartach wyrażane jest niedowierzanie, że nie ma w jego wnętrzu kości. W istocie u wielu gatunków ssaków w prąciu obecna jest usztywniająca kość prądowa, zwana baculum lub os penis, która wspomaga erekcję. Mało tego, występuje ona powszechnie u naszych krewniaków - naczelnych. Ma ją nawet najbliższy kuzyn, szympan, choć trzeba przyznać, że bardzo niewielką, co może oznaczać etap przejściowy na ewolucyjnej drodze do jej zaniku. Tak więc, jak się wydaje, u naczelnych przejawia się tendencja do redukcji os penis. Zarówno nasz gatunek, jak i kilka gatunków małp, utraciło ją zupełnie. Oto więc pozbyliśmy się kości, która przypuszczalnie ułatwiała naszym przodkom szczytowanie się wspinałymi, sztywnym członkiem. Zamiast tego

polegamy całkowicie na układzie pomp hydraulicznych, co sprawia nieodparte wrażenie metody kosztownej i okrężnej. Ponadto, jak wszyscy wiemy, erekcja jest zawodna - co jest okolicznością, mówiąc delikatnie, niefortunną z punktu widzenia sukcesu rozrodczego żyjącego na swobodzie samca. Czy jest na to jakaś prosta rada? Oczywiście - kość prąciowa. Czemu więc u nas nie wyewoluowała? Choć raz biologowie z brygady „ograniczeń genetycznych” nie mogą zbić naszych argumentów, mówiąc: „Zabrakło po prostu koniecznej zmienności”. Przecież do niedawna nasi przodkowie mieli taką właśnie kość, i prawdę mówiąc, dopiero co zakończyliśmy proces pozbywania się jej! Dlaczego?

Wzwód u człowieka zachodzi wyłącznie pod wpływem ciśnienia krwi. Jednak sugestia, że twardość wzwiedzonego prącia jest odpowiednikiem lekarskiego aparatu do mierzenia ciśnienia, wykorzystywanym przez samice jako wskaźnik zdrowia samca, niestety nie wchodzi w grę. Nie musimy się jednak upierać przy metaforze aparatu do pomiaru ciśnienia. Jeśli brak wzwodu, niezależnie od jego przyczyn, jest czułym, wczesnym wskaźnikiem złego stanu zdrowia fizycznego lub psychicznego, pewna wersja tej hipotezy ma, mimo wszystko, sens. Samice potrzebują jedynie wiarygodnego narzędzia diagnostycznego. W czasie badań okresowych lekarze nie sprawdzają erekcji - miast tego proszą, byśmy pokazali im język. Brak wzwodu jest jednak przecież znanym wczesnym symptomem cukrzycy i pewnych schorzeń neurologicznych. A jeszcze częściej jest skutkiem depresji, niepokoju, stresu, przepracowania, braku pewności siebie i tym podobnych czynników psychicznych. (Można sobie wyobrazić, że w naturze niedomogę tę przejawiać będą samce o niskiej randze w „porządku dziobania”. Niektóre małe używają członka we wzwodzie jako sygnału odstrasżającego). Nie jest wykluczone, że samice, których umiejętności diagnostyczne wysubtelnił dobór naturalny, będą potrafiły na podstawie tonusa i kąta uniesienia członka odczytać różnorakie wskazówki na temat samca - jego zdrowia, krzepkości i zdolności do radzenia sobie w sytuacjach stresowych. Lecz przecież kość mogłaby z łatwością zafałszować te odczyty! Kość w członku może przecież wyrosnąć każdemu; nie trzeba do tego być szczególnie zdrowym lub silnym. Toteż presja selekcyjna ze strony samic zmusiła samce do utraty os penis, bo wtedy tylko autentycznie zdrowe i mocne samce mogły zademonstrować naprawdę sztywną erekcję, co umożliwiałoby samicom postawienie trafnej diagnozy.

Ten punkt mojego wywodu może być uznany za dyskusyjny. Ktoś mógłby zapytać, w jakim to sposób samica dokonująca wyboru miałaby niby rozstrzygnąć, czy odczuwana przez nią sztywność jest pochodzenia kostnego czy hydraulicznego? W końcu przecież wywód nasz zaczęliśmy od stwierdzenia, że męski członek może być twardy jak kość. Wątpię jednak, by samice dały się naprawdę tak łatwo oszukać. I na nie działał dobór, nie w kierunku utraty kości, lecz nabywania umiejętności oceny. Nie zapominajmy również, że samica widzi ten sam członek, gdy nie jest we wzwodzie i różnica ta jest wręcz uderzająca. Kości nie mogą się obkurczyć (choć trzeba przyznać, że mogą zostać wciągnięte). Być może, to frapujące podwójne życie członka gwarantuje autentyczność hydraulicznego anonsu.

Przejdźmy teraz do „stetoskopu”. Zastanówmy się nad innym powszechnie znanym problemem związanym z sypialnią, mianowicie nad chrapaniem. Dziś może to być jedynie niedogodność we wspólnym pożyciu. Kiedyś, dawno temu, mogło oznaczać życie lub śmierć. W nocnej ciszy chrapanie rozlega się naprawdę donośnie. Mogło przywabiać drapieżniki z bardzo daleka, zarówno do chrapiącego, jak i grupy, z którą spał. Czemu więc tak wielu chrapie? Wyobraź sobie hordę naszych przodków spędzających noc w jakiejś plejstocenijskiej jaskini. Samce chrapią, każdy na inną nutę, a samice nie mogąc zasnąć i nie mając nic innego do roboty, z konieczności słuchają (prawdą

jest, jak sędzę, że mężczyźni chrapią częściej). Czy jest możliwe, by samce dostarczały w ten sposób samicom specjalnie do nich zaadresowanej i wzmocnionej informacji, jakiej zwykle dostarcza stetoskop? Czy niuanse jakości i tembru twojego chrapania mogłyby być wskaźnikiem stanu zdrowia twojego układu oddechowego? Nie chcę przez to sugerować, że ludzie chrapią tylko wtedy, gdy są chorzy. Chrapanie jest raczej rodzajem radiowej fali nośnej - nadawana nieustannie, jest ona czystym sygnałem, który podlega modulacji przez stan nosa i gardła, w sposób diagnostycznie znaczący. Idea samiec preferujących czysty, stentorowy ton nie zajętych dróg oddechowych nad wirusowe parskanie brzmi rozsądnie, lecz przyznać muszę, że trudno mi sobie wyobrazić, by samice w ogóle mogły świadomie wybrać chrapacza. Niemniej jednak, jak przekonujemy się nieraz, na własnej intuicji nie można polegać. Ale może mógłby to być pomysł na temat badawczy dla lekarki cierpiącej na bezsenność. Przyszło mi właśnie do głowy, że dawałoby jej to sposobność do przetestowania również tamtej drugiej teorii.

Obu tych spekulacji nie należy brać zbyt serio. Wystarczy, jeśli za ich pomocą uda się przybliżyć wpisana w teorię Hamiltona zasadę, którą kierują się samice, próbując wybierać zdrowe samce. Najbardziej interesujące jest zaś to, że ujawniają istnienie wspólnych wątków zarówno w teorii pasożytowej Hamiltona, jak i w teorii „upośledzenia” Amotza Zahaviego. Jeśli prześledzisz tok rozumowania mojej hipotezy na temat członka, zauważysz, że brak kości upośledza samce i nie jest to upośledzenie przypadkowe. Anons hydrauliczny zyskuje na wymowności właśnie dlatego, że wzwód się czasem nie udaje. Czytelnicy myślący po darwinowsku z pewnością wychwycili tę „upośledzeniową” sugestię, co mogło wzbudzić w nich poważne podejrzenia. Proszę ich, by zechcieli wstrzymać się z oceną, dopóki nie przeczytają następnego przypisu, który traktuje o nowym spojrzeniu na samą zasadę upośledzenia.

Str. 225 ...irytująco przekorna „zasada upośledzenia”... [Zahaviego]

W pierwszym wydaniu napisałem: „Osobiście nie wierzę w tę teorię, choć mój sceptycyzm nie jest już tak niewzruszony, jak przy pierwszym z nią zetknięciu”. Cieszę się teraz, że dodałem „choć”, ponieważ teoria Zahaviego zdaje się obecnie o wiele bardziej prawdopodobna niż wtedy, gdy pisałem ten ustęp. Ostatnio jest bardzo poważnie brana pod uwagę przez wielu liczących się teoretyków. Szczególnie trapi mnie fakt, iż jest wśród nich mój kolega Alan Grafen, którego - jak zostało już wcześniej napisane - „najbardziej irytującą przywarą jest to, że zawsze ma rację”. Ujęte w słowach idee Zahaviego przetłumaczył on na model matematyczny i utrzymuje, że ten model działa. I nie jest to, jak u innych, swobodna i uduziwniona trawestacja Zahaviego, lecz wierne tłumaczenie na język matematyczny samej istoty jego idei. Przedyskutuję pierwotną wersję modelu Grafena, opierającą się na pojęciu strategii ewolucyjnie stabilnej, wiem jednak, że pracuje on obecnie nad wersją w pełni genetyczną, która przewyższa pod pewnymi względami jego obecny model. Nie oznacza to, że wersja dotychczasowa jest w rzeczywistości błędna. Jest dobrym przybliżeniem. W istocie wszystkie modele opierające się na pojęciu strategii ewolucyjnie stabilnej, włączając w to te, które opisałem w niniejszej książce, są przybliżeniami w tym samym znaczeniu.

Zasada upośledzenia może być teoretycznie zastosowana we wszystkich tych sytuacjach, w których osobniki próbują ocenić klasę, jaką reprezentują inne osobniki. My jednak omówimy tu tylko anonse samców adresowane do samic. Tytułem wyjaśnienia dodam, że jest to jeden z tych przypadków, w których seksizm, w postaci wyróżniania płci osobników za pomocą zaimków osobowych, jest rzeczywiście użyteczny [* Jest to zastrzeżenie dobitniejsze w języku angielskim niż polskim, w którym końcówki czasowników i przymiotników i tak

nie pozostawiają wątpliwości, o kim jest mowa (przyp. red.).].

Grafen zauważa, że istnieją co najmniej cztery sposoby podejścia do zrozumienia zasady upośledzenia. Można je określić jako: Upośledzenie Kwalifikujące (każdy samiec, który przetrwał pomimo swojego upośledzenia jest bez wątpienia pod innymi względami znakomity, a więc samica wybiera jego); Upośledzenie Ujawniające (samce wykonują jakieś uciążliwe zadanie, by ukazać swoje ukryte do tej pory zdolności); Upośledzenie Warunkowe (tylko u samców wysokiej klasy pojawia się jakiegokolwiek upośledzenie); i w końcu interpretacja preferowana przez Grafena, którą nazywa Strategią Wyboru Upośledzenia (samce dysponują na własny użytek informacją o tym, jaki poziom reprezentują; informacja ta, niedostępna dla samic, jest przez samce używana przy podejmowaniu „decyzji” o ewentualnym wykształceniu u siebie upośledzenia i o zakresie tego upośledzenia). Strategia Wyboru Upośledzenia nadaje się do analizy metodą stosowaną dla strategii ewolucyjnie stabilnych. Nie musimy przyjmować żadnych wstępnych założeń co do tego, czy obierane przez samców anonse powinny być kosztowne czy też upośledzające. Przeciwnie, anonse te mogą być dowolnego typu, zarówno uczciwe, jak i oszukańcze, kosztowne lub tanie. Grafen wykazuje jednak, że przy takiej założonej wyjściowo dowolności wyłaniający się system upośledzenia będzie prawdopodobnie ewolucyjnie stabilny.

Oto cztery założenia wyjściowe Grafena:

1. Samce różnią się pod względem swojej rzeczywistej klasy. Pojęcie klasy nie jest tu czymś niekonkretnym i snobistycznym, jak nedorzeczna duma z przynależności do szacownego zrzeszenia czy bractwa (otrzymałem kiedyś list od czytelnika, który kończył się słowami: „Mam nadzieję, że nie uzna pan tonu tego listu za wyniosły, chociaż jestem absolwentem Balliol”). Klasa dla Grafena oznacza to, iż pewne samce są dobre, a inne kiepskie, co przejawia się tym, że samice odniosą korzyść genetyczną, kojarząc się z dobrymi samcami i unikając kiepskich. Klasa jest w przybliżeniu równoznaczna z siłą mięśni, szybkością biegu, zdolnością do chwytania zdobyczy i do budowy dobrych gniazd. Nie zalicza się do niej ostateczny sukces rozrodczy samca, to będzie bowiem zależało od ewentualnego wybrania go przez samice. Gdybyśmy ten sukces uwzględnili w tym momencie, przesądziłibyśmy o czymś, co ma się dopiero ewentualnie wyłonić z analizowanego modelu.

2. Samice nie potrafią rozpoznać klasy samca bezpośrednio, lecz zmuszone są polegać na ich anonsach. Nie czynimy na tym etapie żadnych założeń co do uczciwości anonsów. Uczciwość jest następną cechą, która być może, choć niekoniecznie, wyłoni się z modelu. Po to właśnie stworzono ten model. Samcowi mogłyby na przykład wyrosnąć wywatowane ramiona, by robić wrażenie swoimi dużymi rozmiarami i siłą. Zadaniem modelu będzie ustalenie, czy taka podróbka będzie stabilna ewolucyjnie, czy też dobór naturalny wymusi należyte, uczciwe i prawdopodobne standardy anonsowania.

3. Samce, w przeciwieństwie do lustrujących je samic, są w pewnym sensie „świadome” swojej rzeczywistej klasy i w swoich anonsach kierują się pewną strategią - regułą, w której typ anonsu uwarunkowany jest klasą samca. Jak zwykle pisząc „świadomi”, nie mam na myśli pojmowania rozumowego. Przyjmuję jednak, że samce mają geny włączające się warunkowo w zależności od reprezentowanej przez siebie klasy (a założenie o zastrzeżonym dostępie do tej informacji brzmi rozsądnie, zważywszy, że geny samca, w przeciwieństwie do genów samic, są zlokalizowane w samym centrum jego procesów biochemicznych*, dzięki czemu mogą reagować w sposób, który daleko wierniej odpowiada klasie, której jest reprezentantem) [* Chodzi tu o to, że geny samca mają bezpośredni dostęp do fizjologicznych markerów zdrowia, a geny samicy „wnioskują” o jego zdrowiu bardzo

pośrednio - via jej zmysły i potencjalnie oszukańcze anonse samca (przyp. red.)]. Różne samce przyjmować będą odmienne reguły. Jakiś samiec mógłby na przykład stosować się do reguły: „Demonstrować ogon o długości proporcjonalnej do własnej rzeczywistej klasy”; inny zaś mógłby się stosować do reguły przeciwstawnej. Dobór wśród samców obierających rozmaite, zaprogramowane genetycznie reguły daje doborowi naturalnemu sposobność ich dostrajania. Intensywność anonsu nie musi być wprost proporcjonalna do rzeczywistej klasy, samiec mógłby na dobrą sprawę obrać regułę odwrotną. Wystarczy, by samce były zaprogramowane do obrania jakiejś reguły „wglądu” w swoją rzeczywistą klasę i doboru na jej podstawie intensywności anonsu - dajmy na to, rozmiaru ogona czy poroża. To zaś, która z tych reguł okaże się być ewolucyjnie stabilna, jest czymś, co model ma dopiero ujawnić.

4. Samice z taką samą dowolnością mogą dopracowywać się własnych reguł. W tym przypadku reguły dotyczą wyboru samców na podstawie intensywności ich anonsów (pamiętaj, że samicom, czy raczej ich genom, brak zastrzeżonego dla samców wglądu w ich rzeczywistą klasę). Na przykład jedna z samic mogłaby przyjąć regułę: „Całkowicie ufaj samcom”. Inna zaś: „Całkowicie ignoruj anonse samców”. Jeszcze inna: „Zakładaj, że jest odwrotnie, niż głosi anons”.

Stworzyliśmy więc oto obraz samców przyjmujących różne reguły uzależniające intensywność anonsu od reprezentowanej przez siebie klasy oraz obraz samic stosujących się do różnych reguł uzależniających wybór samca od poziomu jego anonsu. W obu przypadkach reguły są zdeterminowane genetycznie i podlegają nieustannym zmianom. Jak dotąd, w naszych rozważaniach reguły wiążące klasę samca z intensywnością jego anonsu oraz uzależniające wybór samca przez samicę od poziomu jego anonsu są dowolne. W tym zestawie możliwych samczych i samiczych reguł szukamy pary reguł, która byłaby stabilna ewolucyjnie. Przypomina to trochę model wierny/kobieciarz i nieprzystępna/łatwa, gdyż szukamy tu stabilnej ewolucyjnie reguły dla samca i takiej samej reguły dla samicy, przy czym każda z nich musi przejawiać stabilność w obecności swoich kopii, obie zaś - wzajemną stabilność wobec siebie. Znalazłszy taką stabilną ewolucyjnie parę reguł, mogliśmy je przeanalizować, by dowiedzieć się, jak wyglądałoby życie w społeczeństwie złożonym z samców i samic postępujących według tych reguł. W szczególności, czy byłby to świat zdominowany przez upośledzenia Zahaviego.

Grafen postawił sobie zadanie znalezienia takich właśnie, wzajemnie stabilnych par reguł. Gdybym to ja miał się podjąć tego zadania, mozoliłbym się zapewne nad pracowitą symulacją komputerową. Umieściłbym w komputerze pewną liczbę samców przyjmujących różne reguły uzależniające ich anonse od klasy, do której należą. Umieściłbym też pewną liczbę samic, z których każda przyjęłaby inną regułę wyboru samca na podstawie siły perswazji jego anonsu. Pozwoliłbym komputerowym samcom i samicom biegać, spotykać się ze sobą i kojarzyć, jeśli spełnione będą przyjęte przez samicę kryteria wyboru, oraz przekazywać synom i córkom swoje samcze bądź samicze reguły. Ma się rozumieć, osobniki przeżywałyby lub ginęły w zależności od swojej wrodzonej „klasy”. W miarę mijania kolejnych pokoleń wahania w powodzeniu każdej z reguł samca czy samicy przejawiałyby się w postaci zmian częstości jej występowania w populacji. Co pewien czas zaglądałbym do komputera, by sprawdzić, czy nie wykluwa się jakiś stabilny układ.

W zasadzie metoda ta prowadzi do celu, tyle że wiąże się z nią trudności natury praktycznej. Na szczęście matematycy potrafią osiągnąć taki sam rezultat, układając kilka równań, a następnie rozwiązując je. To właśnie uczynił Grafen. Nie będę przytaczał jego matematycznego rozumowania ani przyjętych przez niego dalszych, bardziej szczegółowych założeń. Przejdę od razu do konkluzji. Rzeczywiście udało mu się znaleźć stabilną

ewolucyjnie parę reguł.

Oto więc kardynalne pytanie. Czy w strategii ewolucyjnie stabilnej Grafena Zahavi rozpoznałby swój świat upośledzeń i uczciwości? Odpowiedź brzmi: tak. Grafen stwierdził, że może istnieć stabilny ewolucyjnie świat odznaczający się następującymi, przewidywanymi przez teorię Zahaviego własnościami:

1. Pomimo całkowitej swobody strategicznego wyboru intensywności anonsowania, samce wybierają poziom, który wiernie oddaje ich rzeczywistą klasę, nawet jeśli jest to równoznaczne z ujawnieniem, iż jest ona niska. Innymi słowy, w strategii ewolucyjnie stabilnej samce są uczciwe.

2. Mając całkowitą swobodę strategicznego wyboru reakcji na anons samca, samice wybierają w odpowiedzi strategię: „Ufaj samcom”. W strategii ewolucyjnie stabilnej samice są „ufne”, co jest jak najbardziej uzasadnione.

3. Anonse są kosztowne. Inaczej mówiąc, gdyby można spowodować, by względy atrakcyjności i klasy reprezentowanej przez samca stały się nieistotne, lepiej byłoby dla niego nie anonsować swojej klasy (dzięki temu oszczędziłby energię lub też mniej rzucał się w oczy drapieżnikom). Mało tego, że anonsowanie jest kosztowne - to właśnie jego wysokie koszty decydują o wyborze tego, a nie innego systemu anonsowania. Jest on wybierany dokładnie z tego powodu, że - przy założeniu identyczności pozostałych czynników - jego rzeczywistym skutkiem jest zmniejszenie sukcesu anonsującego samca.

4. Anonsowanie jest kosztowniejsze dla słabszych samców. Ta sama intensywność anonsowania stanowi większe ryzyko dla słabowitego samca niż dla samca silnego. Poprzez kosztowne anonse samce niskiej klasy narażają się na poważniejsze ryzyko niż samce wysokiej klasy.

Powyższe własności, a szczególnie trzecia z nich, są pełnokrwistymi własnościami zahaviańskimi. Wykazanie przez Grafena, że w możliwych w praktyce warunkach są one stabilne ewolucyjnie, wydaje się bardzo przekonujące. Ale także było i rozumowanie krytyków Zahaviego, których poglądy miały wpływ na pierwsze wydanie tej książki i którzy doszli do konkluzji, iż idee Zahaviego nie mogłyby zostać zrealizowane w ewolucji. Toteż nie będziemy usatysfakcjonowani wnioskami Grafena, dopóki nie upewnimy się, że zrozumieliśmy, w którym miejscu - jeśli w ogóle - ci dawni krytycy popełnili błąd. Które z poczynionych przez nich założeń doprowadziły ich do odmiennych wniosków? Odpowiedzią jest, jak sądzę, między innymi to, że ich hipotetycznym zwierzętom nie dano możliwości wyboru spośród pełnego zestawu strategii. Oznaczało to najczęściej, że wyrażane słowami idee Zahaviego tłumaczyli według jednej z pierwszych trzech wymienionych przez Grafena rodzajów interpretacji - Upośledzenia Kwalifikującego, Upośledzenia Ujawniającego lub Upośledzenia Warunkowego. Nie brali pod uwagę interpretacji Strategii Wyboru Upośledzenia w żadnej jego odmianie. W rezultacie albo zasada upośledzenia nie działała wcale, albo działała tylko w szczególnych, matematycznie abstrakcyjnych warunkach, w których nie wyczuwało się tego w pełni zahaviańskiego, paradoksalnego ducha. Co więcej, istotną cechą interpretacji zasady upośledzenia według Strategii Wyboru jest to, że w strategii ewolucyjnie stabilnej zarówno osobniki wysokiej, jak i niskiej klasy stosują tę samą zasadę: „Anonsuj uczciwie”. Twórcy wcześniejszych modeli zakładali, że zastosują oni odmienne strategie, a przez to rozwinie się u nich odmienny typ anonsowania. Grafen natomiast zakłada, że w strategii ewolucyjnie stabilnej wszyscy oni stosują tę samą strategię i właśnie dlatego ujawnią się różnice ich klas, wiernie oddane dzięki przyjętej regule anonsowania.

Cały czas przyznawaliśmy, że upośledzeniami mogą być w gruncie rzeczy same anonse. Rozumieliśmy

również, że szczególnie w wyniku doboru płciowego mogły wyewoluować nawet skrajne upośledzenia, pomimo swoich upośledzających własności. Punktem teorii Zahaviego, który budził nasze zastrzeżenia, była myśl, że dobór mógłby faworyzować anonse właśnie dlatego, że są one upośledzeniem dla anonsujących. Alanowi Grafenowi udało się dowieść słuszności właśnie tej myśli.

Jeśli Grafen ma słuszność - a sądzę, że ma - to wynik ten wnosi bardzo wiele do wszelkich studiów nad sygnalizacją u zwierząt. Może nawet zmusić nas do radykalnej zmiany sposobu patrzenia na ewolucję zachowań, do radykalnej zmiany poglądów na wiele kwestii rozważanych w tej książce. Sygnały związane z zachowaniami seksualnymi są tylko jedną z kategorii anonsów. Teoria Zahaviego-Grafena, o ile jest prawdziwa, wywróci do góry nogami myślenie biologów na temat relacji między rywalami tej samej płci, między rodzicami a potomstwem, między przeciwnikami różnych gatunków. Fakt, iż nawet najbardziej zwariowanych teorii nie można wykluczyć na gruncie zdrowego rozsądku, jest dla mnie perspektywą dość niepokojącą. Jeśli widzimy zwierzę, które robi coś naprawdę głupiego, powiedzmy: staje na głowie, miast uciekać przed zbliżającym się lwem, czyni to - być może - po to, by popisać się przed samicą. Co więcej, niewykluczone, że popisuje się przed lwem: „Jestem zwierzęciem tak wysokiej klasy, że traciłbyś tylko czas próbując mnie złapać” (patrz str. 239).

Lecz obojętnie jak bardzo może mi się jakiś fakt wydawać szalony, dobór naturalny może mieć inne zdanie. Zwierzę będzie fikać koziółki naprzeciw stada drapieżników, jeśli wystawiając się na to ryzyko podniesie skuteczność swojego anonsu bardziej, niż narazi siebie na szwank. Siła oddziaływania tego gestu leży właśnie w wielkim niebezpieczeństwie, jakie prowokuje. Dobór naturalny nie będzie oczywiście faworyzował dowolnie wysokiego stopnia ryzyka. W momencie, gdy popis staje się wprost straceńczy, zostaje wyeliminowany. Ryzykowne lub kosztowne pokazy mogą nam się wydawać szaleństwem. Lecz my naprawdę nie mamy tu nic do gadania. Tylko dobór naturalny ma prawo to osądzić.

ROZDZIAŁ 10

Ty mnie drapiesz po plecach, a ja jeżdżę na twoich

Str. 242 kierunek prowadzący do ewolucji sterylnych robotników wystąpił, jak się wydaje, jedynie w przypadku owadów społecznych.

Tak nam się wszystkim wydawało. Nie braliśmy jednak pod uwagę golców. Golce to małe, bezwłose, prawie ślepe gryzonie, żyjące w wielkich podziemnych koloniach na suchych obszarach Kenii, Somalii i Etiopii. Zwierzęta te okazały się być prawdziwymi „owadami społecznymi” świata ssaków. Pionierskie badania nad koloniami hodowanymi w niewoli prowadzone przez Jennifer Jarvis na uniwersytecie w Stellenbosch koło Kapsztadu zostały ostatnio poszerzone o obserwacje terenowe dokonane przez Roberta Bretta w Kenii. Studia nad koloniami hodowanymi w niewoli kontynuowane są w Ameryce przez Richarda Alexandra i Paula Shermana. Ta czwórka badaczy obiecała napisać wspólnie książkę i muszę przyznać, że nie mogę się jej doczekać. [Patrz „Świat Nauki” nr 10/1992 (przyp. Red.)] Na razie moja relacja oparta jest na tym, co wyczytałem z kilku artykułów, i czego się dowiedziałem z wykładów Paula Shermana i Roberta Bretta. Dostałem też zaszczytu obejrzenia kolonii golców w londyńskim zoo, co umożliwił mi Brian Bertram, kierujący działem ssaków.

Golce zamieszkują rozległe sieci podziemnych nor. Kolonie liczą zwykle 70 do 80 osobników, ale mogą osiągać liczebność idącą w setki. Cała sieć korytarzy może być długa na trzy do pięciu kilometrów, a pojedyncza

kolonia potrafi wydobyć rocznie trzy, cztery tony ziemi. Drażenie tuneli jest działaniem zespołowym. Zwierzę pracujące na przodku kopie używając do tego zębów, a urobiona ziemia podawana jest do tyłu poprzez żywy taśmociąg złożony z kilku ustawionych za nim w rząd, uwijających się gorączkowo małych różowych zwierzątek. Od czasu do czasu przodkowy jest luzowany przez jednego z robotników znajdujących się za nim.

W całej kolonii potomstwo rodzi tylko jedna samica, zmieniająca się co kilka lat. Jarvis, według mnie słusznie, nazywa ją królową, przyjmując terminologię stosowaną do owadów. Królowa jest pokrywana przez zaledwie dwóch lub trzech samców. Wszystkie pozostałe osobniki obu płci nie wydają potomstwa, podobnie jak robotnice u owadów. Jeśli królowa zostanie usunięta, niektóre sterylne uprzednio samice przechodzą w stan płodności, a następnie walczą ze sobą o pozycję królowej, co również przypomina sytuację spotykaną u wielu gatunków owadów społecznych.

Osobniki sterylne nazywane są „robotnikami”, i bez wątplenia jest to uzasadnione. Robotnicy należą do obu płci, jak u termitów (inaczej niż u mrówek, pszczoł i os, u których są to tylko samice). Zajęcie, jakie wykonują robotnicy, zależy od ich rozmiarów. Najmniejsi, nazywani przez Jarvis „robotnikami szeregowymi”, kopią i transportują ziemię oraz karmią młode, tym samym dając zapewne królowej możliwość skupienia się na rodzeniu dzieci. Ma ona mioty liczniejsze niż przeciętne u gryzonia jej rozmiarów, co także upodabniają do królowej owadów społecznych. Największe z nieplodnych osobników zdają się robić niewiele poza spaniem i jedzeniem, natomiast osobniki o pośrednich rozmiarach reprezentują pośredni tryb życia. Istnieje tu więc raczej pewna ciągłość, jak u pszczoł, niż ścisły podział na odrębne kasty, jak u wielu gatunków mrówek.

Największe osobniki sterylne były pierwotnie nazywane przez Jarvis nierobami. Czy jednak naprawdę mogłyby nic nie robić? Obecnie na podstawie zarówno obserwacji terenowych, jak i laboratoryjnych sugeruje się, że są one żołnierzami broniącymi kolonii w obliczu zagrożenia, głównie ze strony węży. Jest też możliwe, że pełnią rolę „zbiorników na żywność” jak „mrówki-baryłki” (patrz str. 240). Golce są homokoprofagami, co w elegancki sposób ujmuje fakt, że odżywiają się swoimi odchodami (nie wyłącznie: to kłóciłoby się z prawami wszechświata). Być może, duże osobniki odgrywają ważną rolę, magazynując w ciele swoje odchody, gdy pokarmu jest w bród. Stanowią tym samym spiżarnie, w których przechowywana jest żelazna rezerwa - rodzaj zaopatrzeniowego zatwardzenia.

Dla mnie najbardziej zagadkową cechą golców jest to, że chociaż przypominają owady społeczne pod tyloma względami, nie mają kasty odpowiadającej funkcjonalnie młodym, uskrzydłonym, płodnym osobnikom, obecnej u mrówek i termitów. Są u nich oczywiście osobniki płodne, lecz nie zaczynają one kariery od rozpostarcia skrzydeł i roznoszenia swoich genów po nowych terenach. O ile wiadomo, kolonie golców po prostu rozrastają się na swoich skrajach wydłużając system podziemnych nor. Najwyraźniej nie wydają osobników będących odpowiednikami uskrzydłonej postaci płodnej, których przeznaczeniem byłoby rozpraszanie się na dużym obszarze. Moją darwinowską intuicję zaskakuje to tak bardzo, że kusi mnie, by trochę pospekulować na ten temat. Dopuszczam możliwość, że pewnego dnia odkryjemy postać golca, której zadaniem jest przemieszczanie się na duże dystanse, a która dotąd z jakichś powodów pozostawała nie zauważona. [Intuicja Dawkinsa była słuszna. Patrz „Nature” nr 6575, 16.04.1996 (przyp. red.).] Nie należy żywić nadziei, że osobniki te będą uskrzydłone! Mogą być jednak na różne sposoby wyposażone do życia raczej na powierzchni gruntu niż pod ziemią. Mogłyby być na przykład owłosione. Golce nie regulują temperatury swojego ciała w taki sposób, jak czynią to pozostałe ssaki. Są

pod tym względem bardziej zbliżone do zmiennoocieplnych gadów. Być może, regulują temperaturę społecznie - co byłoby jeszcze jedną cechą upodabniającą je do termitów i pszczół. Czyż nie jest także możliwe, że korzystają ze znanego zjawiska stałości temperatury w dobrze zbudowanej piwnicy? Tak czy owak, mój hipotetyczny golec w stadium przeznaczonym do rozproszenia mógłby być, w przeciwieństwie do podziemnych robotników, typowo stałocieplny. Czyż nie jest w takim razie możliwe, że jakiś znany nam już, owłosiony gryzoń klasyfikowany dotąd jako całkiem inny gatunek okaże się brakującą kastą golca?

Znane są w końcu precedensy tego typu. Na przykład szarańcza. Chmary szarańczy to zmodyfikowane pasikoniki, które przeważnie wiodą samotne, spokojne życie w ukryciu, tak jak to zwykli czynić przedstawiciele tego gatunku. Jednak w pewnych szczególnych okolicznościach ulegają całkowitej - i straszliwej - przemianie. Tracą swoje ubarwienie ochronne, a na ich ciele pojawiają się łatwo widoczne prążki. Można to uznać za ostrzeżenie. A nie są to czcze pogrożki, gdyż zmienia się również zachowanie tych owadów. Porzucają samotniczy tryb życia i zbijają się w grupy, a następstwa tego są przerażające. Od czasu legendarnych plag biblijnych aż do dziś żadne inne zwierzę nie trwożyło człowieka do tego stopnia swoją niszczycielską potęgą, niweczącą ludzki dorobek. Klębiący się, wielomilionowy rój, przemieszczając się czasem o setki kilometrów dziennie, ogołaca jak kombajn pas ziemi o szerokości dziesiątek kilometrów, pożerając dzień w dzień 2000 ton upraw i pozostawiając za sobą widmo głodu i ruiny. A oto w czym golce mogłyby szarańczę przypominać: różnica pomiędzy samotnie żyjącym osobnikiem a jego gromadnym wcieleniem jest równie duża, jak między dwiema kastami mrówek. Co więcej, do 1921 roku Dr Jekyll - pasikonik i Mr Hyde - szarańcza były sklasyfikowane jako osobne gatunki - możliwość taką postulowaliśmy dla „brakującej kasty” goleców.

Niestety, nie wydaje mi się jednak szczególnie prawdopodobne, by znawcy ssaków trwali w błędzie aż do tej pory. Nawiasem mówiąc, powinienem był dodać, że czasami widuje się na powierzchni ziemi zwyczajne, nie przeobrażone golce. Być może wędrują one na większe dystanse, niż się na ogół uważa. Nim jednak całkiem zarzucimy spekulacje na temat „przeobrażonego stadium płodnego”, rozważmy jeszcze jedną ewentualność, jaką podsuwa nam analogia do szarańczy. Być może, golce rzeczywiście wytwarzają przeobrażone stadium płodne, ale tylko w pewnych warunkach - takich, które w ciągu ostatnich dziesięcioleci się nie pojawiły. W Afryce i na Środkowym Wschodzie plagi szarańczy są wciąż zagrożeniem, tak jak w czasach biblijnych. W Ameryce Północnej sprawy mają się inaczej. Niektóre z żyjących tam gatunków mogą potencjalnie przekształcić się w stadną szarańczę. Lecz, najwyraźniej wskutek braku odpowiednich czynników stymulujących, w Ameryce Północnej nie wystąpiła w tym stuleciu ani jedna plaga szarańczy (choć wciąż regularnie pojawiają się masowo piewiki, czyli cykady, całkiem inny gatunek owada, i są one w mowie potocznej błędnie nazywane „szarańczą”). Mimo to, pojawienie się dziś w Ameryce prawdziwej plagi szarańczy nie byłoby niczym szczególnie dziwnym: wulkan nie wygasł, a jedynie drzemie. Gdybyśmy jednak nie dysponowali zapiskami historycznymi i informacjami pochodzącymi z innych części świata, byłaby ona przykrym zaskoczeniem, ponieważ niszczycielską chmurę tworzyłyby zwierzęta dobrze wszystkim znane - zwyczajne, żyjące dotąd samotnie, niegroźne pasikoniki. A może golce, tak jak amerykańskie pasikoniki, mogą wytworzyć odrębną kastę, służącą rozpraszaniu gatunku, ale tylko w pewnych warunkach, jakie w tym stuleciu z jakichś powodów nie wystąpiły? Dziewiętnastowieczna Afryka Wschodnia mogła doświadczać rojących się plag owłosionych goleców, migrujących jak lemingi po powierzchni ziemi, o czym nie dotrwały do naszych czasów żadne zapiski. A może pozostał po nich ślad w legendach i sagach lokalnych plemion?

Str. 245 ...samica błonkówek jest bardziej spokrewniona ze swoimi rodzonymi siostrami niż ze swoim potomstwem...

Pamiętna pomysłowość hipotezy Hamiltona o „spokrewnieniu w 3/4”, stosującej się do szczególnego przypadku błonkówek (Hymenoptera) paradoksalnie naraziła na szwank reputację całej jego fundamentalnej teorii. Wywód o spokrewnieniu w 3/4 wśród haplodiploidów jest akurat na tyle łatwy, by każdy przy odrobinie wysiłku mógł go zrozumieć, lecz jednocześnie na tyle trudny, by być z siebie zadowolonym, że się to udało i by mieć wielką ochotę przekazać go innym. Jest więc dobrym „memem”. Jeśli dowiesz się czegoś o Hamiltonie nie z jego publikacji, lecz z rozmowy w pubie, jest wielce prawdopodobne, że nie usłyszysz o niczym więcej poza haplodiploidnością. Niemal każdy z ukazujących się obecnie podręczników biologii, obojętnie jak skrótowo traktuje zagadnienie doboru krewniaczego, poświęca jeden akapit „spokrewnieniu w 3/4”. Mój kolega, uważany obecnie za jednego ze światowych ekspertów w dziedzinie zachowań dużych ssaków, wyznał mi że przez całe lata sądził, iż teoria doboru krewniaczego Hamiltona obejmuje hipotezę spokrewnienia w 3/4, i nic ponadto! W rezultacie, jeśli jakieś nowe fakty podadzą w wątpliwość ważność hipotezy spokrewnienia w 3/4, ludzie będą skłonni traktować to jako dowód przeciwko całej teorii doboru krewniaczego. To tak, jakby długa i oryginalna symfonia napisana przez wielkiego kompozytora zawierała gdzieś w środku jeden krótki motyw, tak łatwo wpadający w ucho, że wszyscy straganiarze pogwizdują go na ulicach. Symfonię zaczyna się kojarzyć z tym jednym motywem, a gdy ten już się ludziom osłucha, wtedy wydaje się im, że nie podoba im się cała symfonia.

Weźmy na przykład pożyteczny poza tym artykuł Lindy Gamlin na temat gołców, opublikowany ostatnio w magazynie „New Scientist”. Został znacząco zeszpecony insynuacją, że golce i termyty są dla hipotezy Hamiltona pewnym ambarasem z tego powodu, że nie są haplodiploidami! Trudno uwierzyć, że autorka choćby widziała na oczy dwa klasyczne artykuły Hamiltona, ponieważ z ich pięćdziesięciostronicowej objętości na haplodiploidność przypada jedynie cztery. Bez wątpienia oparła się na źródłach wtórnych - mam nadzieję, że nie na *Samolubnym genie*.

Inny przykład podobnego typu dotyczy mszyc-żołnierzy, opisanych przeze mnie w przypisach do rozdziału 6. Wyjaśniłem w nim, że skoro mszyce tworzą klony identycznych bliźniąt, z dużą dozą pewności można oczekiwać po nich altruistycznego samopoświęcenia. Hamilton doszedł do tego w 1964 roku i miał trudności z wyjaśnieniem kłopotliwego faktu, że - zgodnie ze stanem ówczesnej wiedzy - zwierzęta wchodzące w skład jednego klonu nie wykazują żadnych szczególnych tendencji do zachowań altruistycznych. Gdy doszło do odkrycia mszyc-żołnierzy, trudno było wyobrazić sobie przykład bardziej zgodny z teorią Hamiltona. A jednak oryginalny artykuł obwieszczający to odkrycie uznaje istnienie mszyc-żołnierzy za fakt niewygodny dla teorii Hamiltona, ponieważ mszyce, o ironio, nie są haplodiploidalne!

Na ironię zakrawa również pewien fakt, który ma związek z termitami - także uważanymi często za kłopotliwe dla teorii Hamiltona. Otóż nie kto inny, tylko sam Hamilton zaproponował w 1972 roku jedną z najbardziej pomysłowych teorii, która tłumaczy, dlaczego termyty stały się owadami społecznymi. W zręczny sposób posługuje się w niej analogią do hipotezy haplodiploidności. Koncepcja ta, zwana koncepcją cyklicznego chowu wsobnego, powszechnie przypisywana jest S. Bartzowi, który rozwinął ją w siedem lat po opublikowaniu jej po raz pierwszy przez Hamiltona. Co charakterystyczne, sam Hamilton zapomniał, że to on pierwszy wymyślił „koncepcję

Bartza”, i by go o tym przekonać, musiałem mu jego własny artykuł podsunąć pod sam nos! Niezależnie od tego, komu należy się pierwszeństwo, sama koncepcja jest tak interesująca, że żałuję bardzo, iż nie omówiłem jej w pierwszym wydaniu. Naprawię ten błąd teraz.

Jak wspominałem, koncepcja ta w zreczny sposób posługuje się analogią do hipotezy haplodiploidności. Oto, na czym ta analogia polega. Zasadniczą cechą zwierząt haplodiploidalnych, istotną z punktu widzenia ewolucji zachowań społecznych, jest to, że przedstawicielka takiego gatunku może być genetycznie bliższa swojemu rodzeństwu niż potomstwu. To predysponuje ją raczej do zostania w gnieździe rodziców i opiekowania się rodzeństwem niż do opuszczenia gniazda, by rodzić i opiekować się własnym potomstwem. Hamilton próbował znaleźć przyczynę, dla której również u termitów rodzeństwo mogłoby być sobie genetycznie bliższe, niż rodzice bywają wobec dzieci. Właściwym tropem okazał się chów wsobny. Gdy zwierzęta krzyżują się ze swoim rodzeństwem, spłodzone przez nie potomstwo staje się genetycznie bardziej jednolite. Białe szczury pochodzące z jednego szczepu laboratoryjnego są genetycznie niemal równoważne bliźniętom jednojajowym, są bowiem potomkami długiej linii przodków krzyżowanych wsobnie. Ich genomy odznaczają się, mówiąc fachowo, wysokim stopniem homozygotyczności, co oznacza, że w niemal każdym z ich loci genetycznych obydwaj geny są identyczne. Są one również identyczne z genami, które znajdują się w tym samym locus u wszystkich pozostałych osobników danego szczepu. W przyrodzie rzadko spotykamy długie linie kazirodzich krzyżówek, z jednym wszakże znaczącym wyjątkiem - termitów!

Typowa termitiera założona jest przez parę królewską, króla i królową, którzy następnie kojarzą się wyłącznie między sobą, dopóki jedno z nich nie zginie. Jego lub jej miejsce zajmuje wtedy jedno z ich potomstwa, które tym samym krzyżuje się wsobnie z rodzicem, który pozostał przy życiu. Gdy zginą obydwaj osobniki tworzące parę królewską, zastąpione zostają przez kazirodczą parę złożoną z brata i siostry. I tak dalej. Dojrzała kolonia ma już zapewne za sobą kilka par utraconych królów i królowych i może się okazać, że jej obecni mieszkańcy są w istocie, jak szczury laboratoryjne, bardzo homozygotyczni. W miarę upływu lat i stopniowego zastępowania królewskich reproduktorów przez ich potomstwo lub rodzeństwo przeciętna homozygotyczność i współczynnik spokrewnienia systematycznie rośnie. Lecz to jest dopiero pierwszy etap wywodu Hamiltona. A oto jego druga, najbardziej pomysłowa część.

Produktem końcowym każdej kolonii owadów społecznych są nowe, uskrzydłone osobniki płodne, które wylatują z kolonii rodzicielskiej, łączą się w pary i zakładają nową kolonię. Przy doborze partnerów wśród młodych królów i królowych istnieją duże szanse na uniknięcie kazirodztwa. Istnieją bowiem, jak się wydaje, specjalne synchronizujące mechanizmy, sprawiające, że z różnych termitier na danym obszarze wylot osobników uskrzydłych następuje tego samego dnia, przypuszczalnie po to właśnie, żeby zmniejszyć prawdopodobieństwo krzyżowania wsobnego. Rozważmy więc konsekwencje genetyczne skojarzenia się młodego króla z kolonii A z młodą królową z kolonii B. Obydwoje są w znacznym stopniu homozygotyczni. Oboje są równoważni krzyżowanym wsobnie szczurom laboratoryjnym. Ponieważ jednak są oni produktem różnych, niezależnych programów chowu wsobnego, będą wobec siebie genetycznie odmienni, jak krzyżowane wsobnie szczury należące do różnych szczepów laboratoryjnych. Ich potomstwo odznaczać się będzie bardzo dużą, ale ujednoliconą heterozygotycznością. Heterozygotyczność oznacza, że w wielu spośród loci genetycznych geny pochodzące od ojca będą się różnić od genów pochodzących od matki. Ujednolicona heterozygotyczność oznacza, że prawie każdy potomek będzie

heterozygotyczny w dokładnie taki sam sposób. Każdy z nich będzie prawie identyczny ze swoim rodzeństwem, lecz równocześnie będzie w znacznym stopniu heterozygotyczny.

Przesuńmy się teraz w czasie. Rozrosła się nowa kolonia założona przez parę królewską. Zaludniła się olbrzymią liczbą identycznie heterozygotycznych młodych termitów. Gdy umrze jedno lub oboje z założycielskiej pary królewskiej, poprzedni kaziroduczy cykl rozpocznie się od nowa z godnymi odnotowania konsekwencjami. Pierwsze spłodzone kaziroduczo pokolenie będzie się odznaczać daleko większą zmiennością niż poprzednie pokolenia. Nie ma znaczenia, czy rozważymy krzyżówkę brata z siostrą, ojca z córką czy matki z synem. We wszystkich przypadkach zasada jest ta sama, najprościej jednak będzie rozważyć krzyżowanie się brata z siostrą. Choć zarówno brat, jak i siostra są heterozygotyczni w identyczny sposób, ich potomstwo będzie wysoce zróżnicowaną mieszaniną genetycznych zestawień. Wynika to z podstaw genetyki mendlowskiej i stosuje się oczywiście do wszystkich zwierząt i roślin, a nie tylko do termitów. Jeśli weźmie się jednolicie heterozygotyczne osobniki i je skrzyżuje, albo między sobą, albo z jednym z homozygotycznych szczepów rodzicielskich, otrzymamy olbrzymią różnorodność wszelkich możliwych kombinacji genów. Wyjaśnienie można znaleźć w dowolnym podręczniku obejmującym podstawy genetyki, więc nie będę go przytaczał. Dla nas ważne jest w tym momencie to, że na tym etapie rozwoju kolonii termitów osobnik jest przeważnie genetycznie bliższy swojemu rodzeństwu niż potencjalnemu potomstwu. A to, jak się przekonaliśmy w przypadku haplodiploidalnych błonkówek, jest prawdopodobnym warunkiem wstępnym dla wyewoluowania altruistycznie sterylnych kast robotników.

Ale nawet tam, gdzie nie ma szczególnych powodów, by spodziewać się, że osobniki będą bliższe swojemu rodzeństwu niż swojemu potomstwu, są często dostateczne powody, by oczekiwać, że będą one przynajmniej w równym stopniu bliskie rodzeństwu, jak i potomstwu. By warunek ten był spełniony, konieczny jest jedynie odpowiedni stopień monogamii. Jeśli przyjmie się punkt widzenia Hamiltona, uzasadnione staje się pytanie, czemu tylko u tak nielicznych gatunków sterylne robotnicy opiekują się swoimi młodszymi braćmi i siostrami. Coraz bardziej zaczynamy sobie jednak zdawać sprawę, że w istocie zjawisko bezpłodnego robotnika wcale nie jest tak rzadkie, choć występuje w zubożonej wersji, znanej jako „pomaganie w gnieździe”. U wielu gatunków ptaków i ssaków młode osobniki dorosłe, zanim odejdą, by założyć własne rodziny, pozostają przez jeden lub dwa sezony z rodzicami i pomagają w wychowywaniu młodszych braci i sióstr. Kopie genów na ten rodzaj zachowania są przekazywane w ciałach ich młodszego rodzeństwa. Zakładając, że osobniki korzystające w wyniku tego zachowania są rodzonymi (a nie przyrodnymi) braćmi i siostrami, zainwestowanie każdego grama pokarmu w rodzeństwo zwraca się, z punktu widzenia genetycznego, w takim samym stopniu, jak inwestycja w dziecko. Oczywiście, przy założeniu identyczności pozostałych czynników. Toteż jeśli mamy zamiar wyjaśnić, czemu u jednych gatunków mamy do czynienia ze zjawiskiem pomagania w gnieździe, a w innych nie, powinniśmy baczenie się przyjrzeć ewentualnym odstępstwom od tego założenia.

Rozważmy na przykład gatunek ptaka, który gnieździ się w dziuplach drzew. Drzewa z dziuplami są cenne, ponieważ ich liczba jest ograniczona. Jeśli jesteś młodym osobnikiem dorosłym, a twoi rodzice wciąż żyją, są oni posiadaczami jednej z nielicznych dostępnych dziupli (musieli ją, przynajmniej do niedawna, posiadać, w przeciwnym razie nie byłoby cię na świecie). Mieszkasz więc prawdopodobnie w dziupli, która jest kwitnącym przedsięwzięciem, a kolejni małe mieszkańcy tej wydajnej wylęgarni są twoimi rodzonymi braćmi i siostrami, genetycznie tak ci bliskimi, jak byłoby twoje potomstwo. Gdybyś oszedł i zaczął działać na własną rękę, twoje

szanse na znalezienie dziupli są małe. A nawet gdyby ci się to udało, potomstwo, które wychowasz, i tak nie będzie ci genetycznie bliższe niż bracia i siostry. Dana miara wysiłku zainwestowana w dziuplę twoich rodziców ma więc większą wartość niż ta sama ilość zainwestowana w próby usamodzielnienia się. Warunki te mogą przeto faworyzować opiekę nad rodzeństwem - „pomaganie w gnieździe”.

Mimo to jednak, niektóre osobniki - lub po jakimś czasie wszystkie osobniki - muszą, rzecz jasna, odejść, by poszukać nowych dziupli lub tego, co u danego gatunku jest ich odpowiednikiem. By użyć terminologii „rozrodu i opieki” z rozdziału 7, ktoś musi rodzić, w przeciwnym razie nie byłoby młodych, by się nimi opiekować! I nie dlatego, że „w przeciwnym razie gatunek by wymarł”, lecz dlatego, że w każdej populacji, która zostałaby zdominowana przez geny na samą opiekę, geny na rozród będą uzyskiwały przewagę. U owadów społecznych rolę rodzących wypełniają królowe i samce. Tylko one odchodzą w świat w poszukiwaniu nowych „dziupli” i właśnie dlatego są uskrzydłone, nawet u mrówek, u których robotnice są bezskrzydłe. Tutaj płodne kasty mają swoją raz na zawsze określoną życiową specjalizację. U ptaków i ssaków pomagających w gnieździe ten sam cel realizowany jest w inny sposób. Każdy z osobników spędza część życia (zwykle pierwszy lub pierwsze dwa sezony dorosłości) jako „robotnik” pomagający w opiece nad młodszymi braćmi i siostrami, zaś przez pozostałą część życia próbuje być „reproduktorem”.

A jak to wszystko, co tu powiedziano, ma się do golców opisanych w poprzednim przypisie? W perfekcyjny sposób ilustrują one zasadę kwitnącego przedsiębiorstwa lub „dziupli”, choć powodzenie ich firmy nie zależy od posiadania dziupli w dosłownym znaczeniu tego słowa. Kluczem do wyjaśnienia ich przypadku jest prawdopodobnie punktowe rozmieszczenie pod powierzchnią sawanny źródeł ich pożywienia. Żywią się one głównie podziemnymi bulwami, które mogą być bardzo duże i są schowane głęboko pod ziemią. Taka pojedyncza bulwa może ważyć więcej niż 1000 golców i gdy zostanie znaleziona, wystarczy kolonii na miesiące, a nawet lata. Problemem jest jednak znalezienie bulwy, są one rozrzucone po sawannie rzadko i przypadkowo. Gdy golce znajdą źródło pożywienia, jest ono bardzo bogate, jednak znalezienie go nie jest sprawą łatwą. Robert Brett wyliczył, że pojedynczy golec kopiąc samodzielnie starłby sobie całkowicie zęby, nim znalazłby dla siebie bulwę. Duża kolonia społeczna, dysponująca kilometrami skrzętnie przeszukiwanych korytarzy, jest wydajną kopalnią bulw. Przystąpienie do zrzeszenia braci górniczej jest dla każdego z osobników z ekonomicznego punktu widzenia korzystniejsze.

Rozległy system nor, zaludniony dziesiątkami współpracujących robotników, jest więc nawet bardziej kwitającym przedsiębiorstwem niż nasza hipotetyczna „dziupla”! Jeśli mieszkasz w dobrze prosperującym wspólnym labiryncie oraz wiesz, że mieszka w nim także twoja matka, która wciąż wydaje na świat twoich rodzonych braci i siostry, bodziec do odejścia i założenia własnej rodziny jest naprawdę bardzo słaby. Nawet jeśli niektóre z urodzonych młodych są tylko przyrodnim rodzeństwem, argument „kwitającego przedsiębiorstwa” może być wciąż dość mocny, by zatrzymać młode dorosłe osobniki w domu.

Str. 247 Otrzymali wartość dość przekonująco bliską proporcji 3:1 samic do samców, którą przewiduje teoria...

Richard Alexander i Paul Sherman napisali artykuł, w którym skrytykowali metody zastosowane przez Triversa i Hare’a oraz ich wnioski. Zgodzili się co do tego, że przesunięcie proporcji płci na korzyść samic jest

typowe u owadów społecznych, kwestionowali jednak twierdzenie, jakoby odpowiadało ono proporcji 3:1. Preferowali alternatywne wyjaśnienie tego zjawiska, które po raz pierwszy zostało zaproponowane przez Hamiltona, podobnie zresztą jak to, które podali Trivers i Hare. Rozumowanie Alexandra i Shermana brzmi dla mnie całkiem przekonująco, muszę się jednak przyznać, że w głębi duszy nie wierzę, by rzecz tak piękna, jak teoria Triversa i Hare'a, mogła być całkowicie błędna.

Alan Grafen zwrócił moją uwagę na inny, jeszcze bardziej niepokojący problem, związany z podanym w pierwszym wydaniu tej książki uzasadnieniem proporcji płci występujących u błonkówek. Jego punkt widzenia wyjaśniam w *The Extended Phenotype* (str. 75-76). A oto jego skrót:

„Dla każdej z możliwych proporcji płci w populacji, potencjalnemu robotnikowi zawsze będzie obojętne, czy opiekuje się rodzeństwem czy potomstwem. Załóżmy więc, że proporcja płci wypada na korzyść samic, a nawet przyjmijmy, że odpowiada przewidzianej przez Triversa i Hare'a proporcji 3:1. Skoro robotnica jest bliżej spokrewniona ze swoją siostrą niż z bratem lub swoim potomstwem płci obojga, mogłoby się wydawać, że o ile w proporcji płci zaznacza się przewaga samic, »wolałaby« ona opiekować się raczej rodzeństwem niż potomstwem. Decydując się na rodzeństwo, czyż nie przysparza sobie głównie cennych dla niej siostr (i dodatkowo nielicznych, względnie bezwartościowych braci)? Rozumowanie to nie docenia jednak relatywnie dużej wartości reprodukcyjnej, jaką w konsekwencji swojej niskiej liczebności będą w takiej populacji nabywały samce. Robotnica może nie być blisko spokrewniona z każdym ze swoich braci, jeśli jednak samce są w całej populacji rzadkie, każdy z tych braci ma proporcjonalnie większe szanse być przodkiem przyszłych pokoleń”.

Str. 258 Jeśli w populacji ustali się strategia, która będzie ją prowadziła do wymarcia, to populacja wymrze, i po prostu mówi się: trudno.

Wybitny filozof, zmarły niedawno J. L. Mackie, zwrócił uwagę na interesujące następstwo faktu, że stabilne mogą być równocześnie zarówno populacje moich oszustów, jak i pamiętliwych. Zapewne jeśli populacja osiągnie strategię ewolucyjnie stabilną, która doprowadzi ją do wymarcia, „to mówi się: trudno”. Mackie zwraca uwagę na dodatkowy aspekt, taki mianowicie, że niektóre rodzaje tych strategii z większym niż inne prawdopodobieństwem doprowadzają populację do wymarcia. W tym konkretnym przykładzie zarówno oszust, jak i pamiętliwy są stabilne ewolucyjnie: populacja może się ustabilizować w jednym punkcie równowagi bądź w drugim. Niemniej jednak, jak wskazuje Mackie, z większym prawdopodobieństwem wyginą te populacje, które akurat osiągnęły stabilność w punkcie równowagi oszustów. Może więc w takim razie istnieć rodzaj doboru wyższego rzędu, „pomiędzy strategiami ewolucyjnie stabilnymi”, faworyzujący altruizm odwzajemniony. To zaś mogłoby być argumentem na rzecz pewnej odmiany doboru grupowego, który, w przeciwieństwie do większości teorii doboru grupowego, mógłby mieć swoje odzwierciedlenie w rzeczywistości. Argumentację tę szczegółowo przedyskutowałem w artykule „In Defence of Selfish Genes”.

ROZDZIAŁ 11

Memy: nowe replikatory

Str. 266 ...postawiłbym na jedną podstawową zasadę... wszelkie życie ewoluuje na drodze zróżnicowanej

przeżywalności replikujących się bytów.

Moje przeświadczenie, że wszelkie życie, powstałe w jakimkolwiek zakątku wszechświata, ewoluowałoby na sposób darwinowski, zyskało teraz pełniejszy wyraz i bardziej wszechstronne uzasadnienie w moim artykule „Universal Darwinism” (Kosmiczny darwinizm) i w ostatnim rozdziale Ślepego zegarmistrza. Wykazuję w nich, że wszelkie alternatywne do darwinizmu teorie, jakie kiedykolwiek zaproponowano, nie mogą w gruncie rzeczy podolać zadaniu wytłumaczenia powstania życia w całej jego zorganizowanej złożoności. Wywód ten nie zasadza się na konkretnych faktach wziętych z życia takiego jakie znamy, lecz ma charakter ogólny. Z tych też powodów krytykowany był przez tych pozbawionych polotu naukowców, dla których jedyną metodą dokonywania odkryć w nauce jest ślęczenie nad gorącymi probówkami (lub wędrowanie w zimnych kaloszach). Jeden z krytyków zarzucał mi, że mój wywód był „filozoficzny”, tak jakby był to wystarczający powód, by go potępić. Filozoficzny czy nie, faktem pozostaje, że ani ten krytyk, ani ktokolwiek inny nie znaleźli w nim żadnego słabego punktu. A ponadto argumenty takie jak moje - dotyczące „pryncypiów”, lecz przecież mimo to osadzone w rzeczywistości - mogą okazać się mocniejsze niż wywody oparte na konkretnych faktach. Moje rozumowanie, o ile jest poprawne, mówi coś ważnego na temat życia w dowolnym miejscu wszechświata, natomiast badania laboratoryjne i terenowe informują nas zaledwie o jednym, napotkanym tutaj ucieleśnieniu życia.

Str. 266 Mem

Wszystko wskazuje na to, że samo słowo „mem” okazało się być dobrym memem. Jest obecnie dość powszechnie używane, a w 1988 roku zostało umieszczone na oficjalnej liście słów przewidzianych do uwzględnienia w przyszłych edycjach Oxford English Dictionaries. Tym bardziej czuję się zobowiązany do powtórzenia, że moje szkice na temat kultury miały mieć bardzo skromny wymiar. Rzeczywiste moje ambicje - i te, nie ukrywam, są duże - zdążają w zupełnie innym kierunku. Pragnę mianowicie upowszechnić pogląd, że gdy tylko pojawią się gdziekolwiek we wszechświecie byty zdolne do samoreplikacji z minimalnymi niedokładnościami, to od tego momentu nabywają one prawie nieograniczonej władzy. Stają się bowiem podstawą dla doboru darwinowskiego, który potrafi zbudować systemy o wielkiej złożoności, o ile będzie miał do dyspozycji dostatecznie wiele pokoleń. Jestem przekonany, że w sprzyjających okolicznościach replikatory będą się automatycznie zreszczać, tworząc tym samym systemy, czy też maszyny, które staną się nośnikami wspierającymi ich nieprzerwaną replikację. Pierwsze dziesięć rozdziałów Samolubnego genu koncentrowało się wyłącznie na jednym rodzaju replikatora, na genie. Celem umieszczonej w ostatnim rozdziale dyskusji na temat memów była próba uogólnienia pojęcia replikatora i chęć wykazania, że geny nie są jedynymi przedstawicielami tej - tak ważnej - kategorii. Nie gwarantuję jednak, że środowisko kulturowe człowieka ma naprawdę te cechy, które są niezbędne, by zachodził w nim dobór darwinowski. Tak czy owak, w moich zainteresowaniach ta kwestia pełni rolę jedynie pomocniczą. Jeśli czytelnik zamknie książkę z przeświadczeniem, że cząsteczki DNA nie są jedynymi bytami, które mogą stworzyć podstawy dla ewolucji darwinowskiej, to cel, do którego zmierzałem pisząc rozdział 11, uznaję za osiągnięty. Nie było nim zakreślenie ogólnej teorii ludzkiej kultury, a jedynie sprowadzenie genu do właściwych mu proporcji.

Str. 267 ...memy należy traktować jako struktury żywe nie tylko w sensie metaforycznym, ale i dosłownym.

DNA jest realnie istniejącym samoreplikującym się bytem. Każdy jego fragment ma określoną strukturę,

odmienną od elementów konkurujących. Jeśli memy w mózgu są analogiczne do genów, muszą być samoreplikującymi się strukturami mózgowymi, rzeczywistymi układami połączeń neuronowych, które odtwarzają się w każdym następnym mózgu. Wypowiadając tę myśl na głos zawsze odczuwałem skrępowanie, ponieważ o mózgu wiemy daleko mniej niż o genach, stąd wszelkie wypowiedzi na temat tego, czym w rzeczywistości miałyby być taka struktura mózgową, są siłą rzeczy nieprecyzyjne. Z ulgą więc przeczytałem otrzymany ostatnio, bardzo ciekawy artykuł napisany przez Juana Deliusa z uniwersytetu w Konstancji w Niemczech. W przeciwieństwie do mnie Delius może śmieiej poruszać się po tym terenie, ponieważ jest wybitnym specjalistą zajmującym się mózgiem, ja zaś z tą dziedziną nie mam nic wspólnego. Jest mi więc niezmiernie miło, że okazał się na tyle odważny, by rozjaśnić tę kwestię podając szczegółowy opis przypuszczalnej neuronalnej reprezentacji memu. Wśród wielu interesujących zagadnień, w artykule tym eksploruje daleko bardziej dogłębnie niż ja analogie memów do pasożytów, a ściślej do całego wachlarza ich odmian, poczynając od zjadliwych pasożytów, a kończąc na dobrotliwych symbiontach. Podejście to jest mi szczególnie bliskie ze względu na własne zainteresowanie rozszerzonymi wpływami fenotypowymi genów pasożytów na zachowanie gospodarza (patrz rozdział 13 tej książki i *The Extended Phenotype*, przede wszystkim rozdział 12). Notabene, Delius bardzo wyraźnie rozdziela same memy od ich („fenotypowych”) skutków. Nieustannie też podkreśla ważność koadaptacji kompleksów memów, w których memy są dobierane ze względu na ich wzajemne dopasowanie.

Str. 269 Auld Lang Syne

Przykład Auld Lang Syne, choć nieświadomie, okazał się dobrany wyjątkowo fortunnie. Niemal przez wszystkich bowiem pieśń ta śpiewana jest z błędem, mutacją. Jej refren śpiewa się obecnie prawie wyłącznie jako:

For the sake of auld lang syne,

tymczasem Burns tak naprawdę napisał:

For auld, lang syne.

Człowiek o nastawieniu darwinowskim zacznie się natychmiast zastanawiać nad „przeżywalnością” wstawionych słów: *the sake of*. Naturalnie nie chodzi nam o to, w jaki sposób śpiewanie pieśni w jej zmienionej wersji miałyby mieć dodatni wpływ na przetrwanie ludzi. Szukamy przyczyn, dzięki którym zmianie tej udało się przetrwać w puli memów. Poznając tę pieśń w dzieciństwie, nie musimy czytać Burnsa, bo słuchamy jej, gdy śpiewana jest na powitanie Nowego Roku. Kiedyś zapewne wszyscy śpiewali właściwe słowa. *For the sake of* musiało powstać jako rzadka mutacja. Nasze pytanie brzmi, czemu ta początkowo rzadka mutacja rozprzestrzeniła się tak podstępnie, że stała się normą w puli memów?

Odpowiedzi, jak sądzę, nie musimy szukać daleko. Głoska sycząca „s” bardzo natarczywie narzuca się naszym uszom. Chóry kościelne ćwiczą się w jak najcichszym wymawianiu głoski „s”, w przeciwnym razie powtarzane przez echo syczenie wypełnia cały kościół. Ze słów księdza, mówiącego półgłosem przy ołtarzu wielkiej katedry, w tyle nawy daje się wychwycić jedynie sporadyczne posykiwania głosek „s”. Druga spółgłoska w słowie „*sake*”, „k”, jest niemal równie donośna. Wyobraź sobie, że dziewiętnaście osób śpiewa poprawnie: *For auld lang syne*, a jednej z nich wymyka się błędne: *For the sake of auld lang syne*. Dziecko, które słyszy pieśń po raz pierwszy, ma chęć przyłączyć się do śpiewu, ale nie jest pewne jej słów. Choć prawie wszyscy śpiewają: *For auld lang syne*, syk „s” i raptownie urwany dźwięk „k” przebijają się do uszu dziecka i w następnym refrenie również ono śpiewa: *For*

the sake of auld lang syne. I oto zmutowany mem zawładnął kolejnym nośnikiem. Jeśli są tam jeszcze inne dzieci lub dorośli, niepewni czy znają dobrze słowa, wszyscy oni będą bardziej skłonni przestawić się na zmutowaną formę refrenu. I nie dlatego, że forma zmutowana bardziej im „odpowiada”. Oni autentycznie nie znają słów i naprawdę chcą się ich nauczyć. Nawet jeśli ci, którzy znają poprawne słowa, z oburzeniem przekrzykują na całe gardło: For auld lang syne (tak jak ja to robię!), nie odnosi to skutku, gdyż tak się składa, że we właściwej wersji brak jest wyraźnie zaznaczonych spółgłosek, natomiast formę zmutowaną, nawet jeśli śpiewana jest cicho i niepewnie, można usłyszeć o wiele łatwiej.

Podobnym przypadkiem jest pieśń Rule Britannia. Drugi wers refrenu brzmi poprawnie: Britannia, rule the waves. Jest on często, choć już nie tak powszechnie, śpiewany jako Britannia rules the waves. Tu narzucające się syczące „s” w memie jest wspomagane dodatkowym czynnikiem. W zamierzeniu poety (Jamesa Thompsona) miał tu być przypuszczalnie tryb rozkazujący (Brytania, idź i panuj na morzach!) lub może tryb rozkazujący o charakterze życzeniowym (Oby Brytania panowała na morzach). Lecz jako pierwsze przychodzi do głowy błędne pojmowanie tego zdania jako trybu oznajmującego (Brytania faktycznie panuje na morzach). Zmutowany mem ma więc dwa odrębne czynniki sprzyjające, by lepiej przetrwał właśnie on, a nie oryginalna forma, którą zastąpił - brzmi wyraziściej i jest łatwiejszy do zrozumienia.

Ostatecznym testem hipotezy powinien być eksperyment. Zapewne udałoby się wprowadzić rozmyślnie do puli memów, z niską częstością początkową, syczący mem. Potem można by obserwować jego rozprzestrzenianie się dzięki właściwej mu zdolności przetrwania. A gdyby tak kilku z nas zaczęło śpiewać God saves our gracious Queen?

Str. 269 Jeśli mem jest ideą naukową, jego rozprzestrzenianie się będzie zależało od tego, w jakim stopniu może być ona zaakceptowana przez populację naukowców. Przybliżoną miarę jej współczynnika przetrwania uzyskujemy, podliczając, ile razy w kolejnych latach była cytowana w czasopiśmie naukowych.

Nie ścierpiałbym, gdyby z tych słów wysnuto wniosek, że uznajemy „łatwość przyjmowania się” za jedyne kryterium akceptacji idei naukowej. W końcu niektóre idee są obiektywnie dobre, a inne złe! Ich poprawność i błędność można poddać próbie, a ich logikę zanalizować. Pod żadnym zgoła względem nie przypominają one popularnych melodii, wierzeń religijnych czy fryzur punkowych. Jednak nauka rządzi się zarówno prawami logiki, jak i socjologii. Bywają w nauce idee, które choć błędne, mogą się, przynajmniej przez jakiś czas, łatwo upowszechniać. Natomiast dobre idee mogą przez całe lata pozostawać nie zauważone, nim w końcu się przyjmą i zawładną wyobraźnią naukowców.

Pierwszorzędny przykład takiego zapomnienia, po którym nastąpiła nieokiełznana propagacja, znajdziemy w jednej z głównych przewijających się w tej książce idei, teorii doboru krewniaczego Hamiltona. Pomyślałem sobie, że przypadek ten w sam raz nadaje się do sprawdzenia, czy miarą rozprzestrzeniania się memu może być liczba cytowań w czasopiśmie. W pierwszym wydaniu zauważyłem (str. 134), że: „Jego dwa artykuły opublikowane w 1964 roku są w dziedzinie etologii społecznej jednymi z najważniejszych prac, jakie kiedykolwiek napisano, i nigdy nie mogłem zrozumieć, czemu etologowie tak je zlekceważyli (w indeksach dwóch głównych podręczników etologii, z których oba wydane były w 1970 roku, nie figuruje nawet jego nazwisko). Szczęśliwie ostatnio dają się zauważyć oznaki wzrostu zainteresowania jego ideami”. Napisałem to w 1976 roku. Prześledźmy przebieg odżywiania tego memu w ciągu następnej dekady.

Science Citation Index jest dość osobliwą księgą, w której można odszukać dowolny opublikowany artykuł wraz z tabelarycznym zestawieniem, podającym, ile razy w danym roku artykuł ten był cytowany w wydanych później publikacjach. Indeks ten w swoim zamyśle ma pomagać w wyszukiwaniu literatury na dany temat. Gremiom uniwersyteckim odpowiedzialnym za dobór kadr weszło w nawyk posługiwanie się indeksem, by w taki orientacyjny, ale za to prosty (zbyt orientacyjny i zbyt prosty) sposób porównywać osiągnięcia naukowe ludzi starających się o pracę. Liczba cytowań artykułów Hamiltona w każdym roku począwszy od roku 1964 oddaje w przybliżeniu, jak jego idee zdobywały sobie miejsce w świadomości biologów (ryc. 1). Początkowe uśpienie jest wyraźnie widoczne. Potem, w ciągu lat siedemdziesiątych, obserwujemy dramatyczny zwrot w zainteresowaniach dobozem krewniaczym. Jeśli dałoby się wyróżnić jakiś moment, od którego zaczyna się trend wznoszący, lokuje się on, jak można sądzić, między 1973 a 1974 rokiem. Nabiera stopniowo tempa aż do szczytu w 1981 roku, po którym roczna liczba cytowań stabilizuje się, wykazując nieregularne wahania wokół stałego poziomu.

Pojawił się mit memiczny, głoszący, jakoby gwałtowny wzrost zainteresowania dobozem krewniaczym wyzwolony został przez książki opublikowane w 1975 i 1976 roku. Raptowny początek wznoszenia się wykresu w 1974 roku wydaje się zaprzeczać temu pogładowi. Przeciwnie, dowody te mogłyby zostać użyte dla poparcia całkiem innej tezy, mianowicie, że idea, którą się zajmujemy, była jedną z tych, które „wisały w powietrzu”, „których czas właśnie nadszedł”. Książki z połowy lat siedemdziesiątych byłyby w myśl tego poglądu raczej forpocztą obwieszczającą tę nagłą odmianę, niż jej głównym sprawcą.

Być może tak jest w istocie i mamy do czynienia z trwającym przez długi czas, znacznie wcześniej zainicjowanym trendem, z początku powolnym, a potem przyspieszającym wykładniczo. Jednym ze sposobów sprawdzenia hipotezy wzrostu wykładniczego jest wykreślenie skumulowanej liczby cytowań w skali logarytmicznej. Każdy proces wzrostu, którego aktualne tempo jest proporcjonalne do osiągniętej w danym momencie wielkości, nosi nazwę wzrostu wykładniczego. Typowym zjawiskiem, którego przebieg ma charakter wykładniczy, jest epidemia: każda z osób zaraża wirusem kilku innych ludzi, a każdy z nich z kolei zaraża podobną liczbę następnych, tak że liczba ofiar zwiększa się we wciąż rosnącym tempie. Krzywa wykładnicza wykreślona w skali logarytmicznej staje się linią prostą i jest to jej cechą rozpoznawczą. Sporządzenie tego rodzaju wykresu logarytmicznego w sposób skumulowany jest dodatkowym, wygodnym i często stosowanym zabiegiem. Jeśli rozprzestrzenianie się memu Hamiltona naprawdę przypominało wzbierającą epidemię, punkty na skumulowanym wykresie logarytmicznym powinny układać się w linię prostą. A jak jest w rzeczywistości?

Linia narysowana na rycinie 2 jest prostą, która pod względem statystycznym najlepiej pasuje do wszystkich naniesionych punktów. Widoczny ostry wzrost między 1966 a 1967 rokiem należy zapewne zignorować, jako nic nie mówiący efekt małych liczb, który w skali logarytmicznej bywa nadmiernie eksponowany. Później graf z niezłym przybliżeniem układa się na linii prostej, chociaż dają się na nim rozróżnić drobniejsze, nakładające się nań rytmy. Jeśli przyjąć moją interpretację wykładniczą, mamy oto do czynienia z eksplozją zainteresowania z opóźnionym zapłonem, zainicjowaną w 1967 roku i trwającą do końca lat osiemdziesiątych. Poszczególne książki i artykuły należy uważać zarówno za symptomy, jak i przyczyny tego długofalowego trendu.

Ktoś mógłby pomyśleć, że tego typu trend wzrostowy jest siłą rzeczy nieunikniony, a więc w jakimś sensie banalny i oczywisty. Dowolna, sporządzona w ten sposób krzywa skumulowana wznosiłaby się oczywiście nawet wtedy, gdyby roczna liczba cytowań była stała. Jednak na skali logarytmicznej rosłaby w stopniowo zmniejszającym

się tempie: tendencja wzrostowa zanikałaby. Gruba linia na górze ryciny 3 przedstawia teoretyczną krzywą, jaką otrzymalibyśmy, gdyby liczba cytowań była jednakowa w każdym roku (i równała się przeciętnej liczbie cytowań prac Hamiltona wynoszącej około 37 na rok). Tę wyrównującą do poziomu krzywą możemy wprost porównać z widoczną na rycinie 2 prostą linią, która wskazuje wykładnicze tempo wzrostu. Naprawdę mamy tu do czynienia ze zwiększającym się tempem wzrostu, a nie stałym poziomem cytowań.

Nasz oponent mógłby mimo to obstawać przy tym, że nawet jeśli wzrost wykładniczy nie jest nieunikniony, to i tak jest banalny i oczywisty. Czyż samo tempo publikowania artykułów naukowych, a tym samym i sposobność do cytowania innych artykułów, nie rośnie wykładniczo? Liczebność naukowej społeczności zwiększa się zapewne w tempie wykładniczym. By wykazać, że przypadek memu Hamiltona jest jednak w jakiś sposób szczególny, najprościej będzie wykreślić ten sam rodzaj krzywej dla jakichś innych artykułów. Rycina 3 przedstawia logarytmy skumulowanych częstości cytowań dla trzech innych prac (które notabene miały również wielki wpływ na pierwsze wydanie tej książki). Są to: książka Williama z 1966 roku *Adaptation and Natural Selection*, artykuł Triversa z 1971 roku na temat altruizmu odwzajemnionego i artykuł Maynarda Smitha i Price'a z 1973 roku wprowadzający pojęcie strategii ewolucyjnie stabilnej. Dla wszystkich trzech prac krzywe najwidoczniej nie są wykładnicze w całym przedziale czasowym. Jednak i dla tych prac roczne poziomy cytowań dalekie są od jednolitości, a w części zakresu mogą być nawet wykładnicze. Na przykład krzywa dla Williama jest we współrzędnych logarytmicznych w przybliżeniu linią prostą począwszy od 1970 roku, co sugeruje, że i ta praca wstąpiła w fazę, w której jej wpływ zaczął gwałtownie rosnać.

W przedstawionej tu małej próbie analizy memicznej pominąłem znaczenie wpływu określonych książek na rozprzestrzenianie się memu Hamiltona. Na zakończenie jednak wspomnę o pewnym fakcie szczególnie wartym wzmianki. Tak jak w przypadku Auld Lang Syne i Ride Britannia, mamy tu bowiem do czynienia z pouczającym przykładem mutacji. Poprawny tytuł dwóch artykułów Hamiltona z 1964 roku brzmi „The genetical evolution of social behaviour” (Genetyczna ewolucja zachowań społecznych). Od połowy do końca lat siedemdziesiątych mnogie publikacje, wśród nich *Sociobiology* i *Samolubny gen*, błędnie cytowały je jako: „The genetical theory of social behaviour” (Genetyczna teoria zachowań społecznych). Jon Seger i Paul Harvey poszukiwali momentu, w którym po raz pierwszy pojawił się ten zmutowany mem, w przekonaniu, że byłby on dogodnym znacznikiem w śledzeniu kierunków naukowych inspiracji, niemal tak jak piętno radioaktywne. Idąc wstecz dotarli do wpływowej książki E. O. Wilsona *Sociobiology*, opublikowanej w 1975 roku, i znaleźli nawet pewne pośrednie dowody wskazujące na nią jako na domniemane źródło tej mutacji.

Choć podziwiam tytaniczną pracę Wilsona - szkoda, że mniej czytane jest samo dzieło, niż to, co pisze się na jego temat - zawsze robię się zły, gdy słyszę całkowicie błędną sugestię, że jego książka miała wpływ na moją. A jednak, skoro i w niej znalazł się zmutowany odnośnik - „piętno radioaktywne” - alarmująco dobitnie wskazywało to, że przynajmniej jeden mem przywędrował od Wilsona do mnie! Nie byłoby w tym nic specjalnie zaskakującego, jako że *Sociobiology* ukazała się drukiem w Wielkiej Brytanii akurat wtedy, gdy kończyłem *Samolubny gen*, a więc właśnie w tym czasie, kiedy zapewne pracowałem nad bibliografią. Obszerna bibliografia książki Wilsona spadła mi jak z nieba, oszczędzając godzin spędzonych w bibliotece. Toteż moja troska zmieniła się w radość, gdy natrafiłem przypadkiem na starą odbitkę powielaczową spisu literatury, który rozdawałem studentom podczas wykładów w Oxfordzie w 1970 roku. Stało tam jak wół: „The genetical theory of social behaviour” (Genetyczna teoria zachowań

społecznych), całe pięć lat przed publikacją Wilsona. Wilson w żaden sposób nie mógł widzieć mojego spisu literatury z 1970 roku. Nie było wątpliwości: Wilson i ja niezależnie zainicjowaliśmy taki sam zmutowany mem!

W jaki sposób mogło dojść do takiej koincydencji? I tu, jak w przypadku Auld Lang Syne, prawdopodobnego wytłumaczenia nie trzeba daleko szukać. Najbardziej znana książka R. A. Fishera nosi tytuł *The Genetical Theory of Natural Selection* (Genetyczna teoria doboru naturalnego). W świecie ewolucjonistów tytuł ten jest czymś tak powszednim, że trudno jest nam słysząc pierwsze słowo powstrzymać się przed automatycznym dodaniem drugiego. Podejrzewam, że zarówno Wilson, jak i ja musieliśmy zrobić właśnie to. Rozstrzygnięcie takie satysfakcjonuje wszystkie zainteresowane strony, albowiem nikt nie wzbraniałby się przyznać, że wpłynął na niego sam Fisher!

Str. 273 Memy mieszkają w takich właśnie komputerach. Są nimi ludzkie umysły.

Było do przewidzenia, że gospodarzami dla samoreplikujących się porcji informacji - memów - staną się kiedyś w końcu również komputery elektroniczne stworzone przez nas. Komputery w coraz większym stopniu złączone są pogmatwanymi sieciami wymiany informacji. Wiele z nich w sensie dosłownym podłączonych jest do sieci poczty elektronicznej. Inne wymieniają między sobą informacje za pośrednictwem dyskietek krążących wśród ich właścicieli. Jest to doskonale środowisko dla rozwoju i rozprzestrzeniania samoreplikujących się programów. Pisząc pierwsze wydanie tej książki byłem na tyle naiwny, by sądzić, że niepożądany mem komputerowy musiałby powstać na drodze spontanicznego błędu podczas kopiowania poprawnie działającego programu, i uznałem to za wydarzenie mało prawdopodobne. Niestety, były to czasy dziecięcej niewinności. Epidemie „wirusów” celowo rozsiewanych przez złośliwych programistów są obecnie niebezpieczeństwem dobrze znanym użytkownikom komputerów na całym świecie. Mój własny twardy dysk był, o ile wiem, dwa razy w ciągu ostatniego roku zainfekowany dwoma różnymi wirusami, i dla kogoś, kto często korzysta z komputera, jest to doświadczenie dość typowe. Nie podam nazw tych wirusów, by ich wrednym, małym wytwórcom nie dostarczyć wrednej, małej satysfakcji. Mówię „wredny”, bo ich zachowanie jest dla mnie moralnie nieodróżnialne od zachowania technika w laboratorium mikrobiologicznym, który celowo zakaża wodę pitną i rozsiewa epidemię, czerpiąc radość z tego, że ludzie się pochorują. Mówię „mały”, bo są to ludzie małego umysłu. Stworzenie wirusa komputerowego nie wymaga wielkiej bystrości. Potrafiłby go stworzyć pierwszy lepszy niedouczonego programista, a tych jest we współczesnym świecie na pęczki. Sam jestem jednym z nich. Nie mam zamiaru tracić nawet chwili na wyjaśnianie, jak działają wirusy komputerowe. Jest to aż nadto oczywiste.

Znacznie trudniej jest osiągnąć wiedzę konieczną do ich zwalczania. Niejeden wykwalifikowany programista musiał niestety marnować swój cenny czas pisząc programy wykrywające wirusy, zwalczające je, uodporniające na nie, i tym podobne (analogia z aplikowaną człowiekowi szczepionką jest, nawiasem mówiąc, zaskakująco bliska, obejmując również wstrzyknięcie „osłabionego szczepu” wirusa). Grozi nam eskalacja wyścigu zbrojeń, w którym na każdy postęp w zwalczaniu wirusów odpowiedzią będą nowe, coraz lepsze programy wirusowe. Jak dotąd większość programów antywirusowych pisana jest przez altruistów i udostępniana bezpłatnie. Przewiduję jednak rozwój całej nowej profesji - dzielącej się, jak zawsze, na rozmaite intratne specjalności - „lekarzy oprogramowania”, gotowych na każde wezwanie, z czarnymi torbami pełnymi diagnozujących i leczniczych dyskietek. Używam słowa „lekarze”, jednak prawdziwi lekarze rozwiązują problemy pochodzenia naturalnego, a nie

rozmyślnie stwarzane przez ludzką złą wolę. Natomiast moi lekarze oprogramowania podobni będą do prawników, rozwiązujących stworzone przez człowieka problemy, które nigdy przedtem nie istniały. O ile w ogóle można przypisać twórcom wirusów jakiegokolwiek motyw, bliscy są zapewne duchem czemuś w rodzaju anarchizmu. Oto więc mój apel pod ich adresem: czy naprawdę tak wam zależy na stworzeniu warunków dla powstania nowej intratnej profesji? Jeśli nie, przestańcie się bawić bezsensownymi memami i postarajcie się zrobić lepszy użytek ze swoich skromnych talentów programistycznych.

Str. 274 Ślepa wiara potrafi usprawiedliwić wszystko...

Jak należało się spodziewać, otrzymałem lawinę listów od osób wierzących, protestujących przeciw mojej krytyce wiary. Dla osiągnięcia swoich celów wiara potrafi przeprowadzić, zwłaszcza u dziecka, tak skuteczne pranie mózgu, że trudno jest potem przemóc władzę, jaką zdobyła nad człowiekiem. Lecz czym tak na dobrą sprawę jest wiara? Jest to stan umysłu, który skłania ludzi do przekonania o czymś - wszystko jedno o czym - przy absolutnym braku wspierających to coś dowodów. Oczywiście, gdyby istniały takie dowody, wiara byłaby zbyteczna, ponieważ dowody i tak zmusiłyby nas, by w to coś uwierzyć. Dlatego właśnie tak niemądre jest często powtarzane twierdzenie, że „ewolucja jako taka jest kwestią wiary”. Ludzie wierzą w ewolucję nie dlatego, że z pobudek wewnętrznych postanowili chcieć w nią wierzyć, ale dlatego, że istnieją na jej poparcie powszechnie dostępne, przytłaczające dowody.

Napisałem „wszystko jedno w co” wierzy osoba wierząca, co sugeruje, że ludzie wierzą w całkowicie niedorzeczne, dowolnie wybrane zjawiska, podobnie jak elektryczny mnich w przezabawnej Holistycznej Agencji Detektywistycznej Dirka Gently Douglasa Adamsa (Prószyński i Ska, Warszawa 1995). Zbudowano go po to, by wierzył w twoim imieniu i umiał to robić bardzo skutecznie. W dniu, w którym się z nim zaznajamiamy, niewzruszenie wierzy, wbrew wszelkim dowodom, że wszystko, co na świecie istnieje, ma kolor różowy. Nie mam zamiaru dowodzić, że to, w co wierzy ta czy inna osoba, musi być niedorzecznością. Tak być może, lecz nie musi. Rzecz w tym, że ze względu na całkowity brak dowodów nie ma żadnego sposobu, by o tym rozstrzygnąć, żadne też przesłanki nie mogą nas wspomóc w wyborze tego, a nie innego przedmiotu wiary. W istocie to, że prawdziwa wiara nie wymaga dowodów, uchodzi za jej największą wartość. Dlatego właśnie przytoczyłem historię niewiernego Tomasza, jedyne spośród dwunastu apostołów, który rzeczywiście godzien jest podziwu.

Wiara nie potrafi przenosić gór (choć pokoleniom dzieci z powagą wmawia się coś przeciwnego, sprawiając, iż zaczynają w to wierzyć). Zdolna jest jednak doprowadzić ludzi do skrajnie niebezpiecznego szaleństwa, co według mnie kwalifikuje ją do miana swego rodzaju choroby umysłowej. Wiara niezależnie od jej przedmiotu może stać się tak silna, że w skrajnych przypadkach ludzie gotowi są w jej imię zabijać i ginąć, nie domagając się żadnych dodatkowych uzasadnień. Keith Henson ukuł określenie „memoidzi” dla opisanie „ofiara do tego stopnia ovladniętych memem, że ich własne przetrwanie staje się mało znaczące. W wieczornych wiadomościach z Belfastu czy Bejrutu widzi się wielu takich ludzi”. Wiara zdolna jest uodpornić ludzi na wszelkie błaganie o litość, zabić w nich umiejętność wybaczenia i przejawiania ludzkich uczuć. Jeśli szczerze ufają, że śmierć męczeńska zaprowadzi ich prosto do nieba, wiara uodporni ich nawet na strach. Cóż za potężna broń! Wiara zasługuje na osobny rozdział w annałach technologii wojennej, na równych prawach z łukiem, bojowym rumakiem, czołgiem i bombą wodorową.

Str. 278 My, jako jedyni na Ziemi, możemy zbuntować się przeciw tyranii samolubnych replikatorów.

Optymistyczny ton zakończenia spotkał się ze sceptycyzmem wśród krytyków, którzy uznali, że stoi on w sprzeczności z resztą mojej książki. W niektórych przypadkach krytycyzm ten pochodzi od strażników socjobiologicznej doktryny, zazdrośnie broniących nadrzędności wpływów genetycznych. W innych zaś krytycyzm pochodzi, paradoksalnie, z dokładnie przeciwnego obozu - arcykapłanów lewicy - zazdrośnie broniących ulubionej ikony demonologicznej! Rose, Kamin i Lewontin w *Not In Our Genes* (Nie w naszych genach) mają na swój prywatny użytek straszidło zwane „redukcjonizmem”; przy czym wszyscy prawdziwi redukcjoniści są, ma się rozumieć, „deterministami”, najlepiej „deterministami genetycznymi”.

„Dla redukcjonistów mózgi są deterministycznymi obiektami biologicznymi, których własności decydują o obserwowanym przez nas zachowaniu, a także o stanie myśli bądź zamiarów, o których na podstawie tego zachowania możemy wnioskować. Takie stanowisko jest, a przynajmniej powinno być, w pełni zgodne z zasadami socjobiologii proponowanymi przez Wilsona i Dawkinsa. Przyjęcie go postawiłoby ich jednak przed dylematem przekonywania wpiętych o dziedzicznej naturze większości ludzkich zachowań, co -jako ludzie o poglądach liberalnych - uważają bez wątpienia za rzecz nieatrakcyjną (poniżenia, indoktrynacja, itp.), by potem uwikłać się w troski liberalnej etyki, dotyczące odpowiedzialności za przestępstwa kryminalne, skoro są one, jak wszystkie inne czyny, biologicznie zdeterminowane. By uniknąć tego problemu, Wilson i Dawkins odwołują się do wolnej woli, która umożliwia nam sprzeciwienie się dyktatowi naszych genów, jeśli przyjdzie nam na to ochota. Jest to w rzeczy samej bezwstydną wolta w stronę kartezyjizmu, dualistyczny deus ex machina”.

Wygląda na to, że Rose i jego koledzy zarzucają nam, iż zjedliśmy ciastko, a mimo to wciąż je mamy. Możemy być „genetycznymi deterministami” albo wierzyć w istnienie „wolnej woli”; obu tych rzeczy naraz wyznawać nam nie wolno. Rzecz w tym, że „genetycznymi deterministami” jesteśmy tylko w oczach Rose’a i jego kolegów - mówię to, jak sędzę, zarówno w imieniu swoim, jak i profesora Wilsona. Nie rozumieją oni (trudno w to uwierzyć, jednak na to wygląda), iż nie ma żadnej sprzeczności w utrzymywaniu, że geny wywierają statystyczny wpływ na ludzkie zachowania i jednocześnie żywieniu przekonania, że inne wpływy mogą go zmodyfikować, przewyższyć lub odwrócić. Wszelkie wzorce zachowań, które wyewoluowały na drodze doboru naturalnego, z pewnością podległy są statystycznemu wpływowi genów. Mniemam, że Rose i jego koledzy zgodzą się, że popęd płciowy człowieka powstał na drodze doboru naturalnego, w taki sam sposób, jak wszystko, co drogą doboru naturalnego kiedykolwiek powstało. Muszą więc się zgodzić, że istnieją geny wpływające na popęd płciowy - w tym samym sensie, w jakim geny wpływają na cokolwiek innego. Niemniej, bez żadnych, jak sędzę, kłopotów powściągają oni swój popęd płciowy, jeśli jest to wskazane z punktu widzenia społecznego. Cóż w tym dualistycznego? Oczywiście nic. I nie bardziej dualistyczne jest moje wezwanie do rebelii „przeciw tyranii samolubnych replikatorów”. My, to jest nasze mózgi, jesteśmy dostatecznie odrębni i niezależni od naszych genów, by się przeciw nim zbuntować. Robimy to na małą skalę za każdym razem, gdy stosujemy środki antykoncepcyjne. Nie widzę powodu, byśmy nie mogli zbuntować się przeciw nim również w większym wymiarze.

LITERATURA

Część spośród podanych niżej prac nie jest wymieniona z nazwy w tekście książki, wszystkie są jednak uwzględnione w indeksie.

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., SHERMAN, P. W. (1977) Local mate competition and parental investment in social insect. „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., SEGURA, H. (1976) Experimental brood-parasitism of the mag pie (*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. W *Animal Societies: Theories and facts* (red. Y. Ito, J. L. Brown, J. Kikkawa). Tokyo: Japan Scientific Societies Press, str. 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., HAMILTON, W. D. (1981) The evolution of cooperation. „Science” 211, 1390-6.
14. BALDWIN, B. A., 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. W *Mate Choice* (red. P. Bateson). Cambridge: Cambridge University Press, str. 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. W *Growing Points in Ethology* (red. P. P. G. Bateson, R. A. Hinde). Cambridge: Cambridge University Press, str. 281-301.
20. BONNER, J. T. (1980) The Evolution of Culture in Animals. Princeton: Princeton University Press.
21. BOYD, R., 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., 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., DAWKINS, R. (1979) Evolutionarily stable nesting strategy in a digger wasp. „Journal of Theoretical Biology” 77, 473-96.
26. BROOKE, M. DE L., 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. W Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences (red. F. R. Hodson, D. G. Kendall, P. Tautu). Edinburgh: Edinburgh University Press, str. 535-41.
33. CAVALLI-SFORZA, L. L., FELDMAN, M. W. (1981) Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach. Princeton: Princeton University Press.
34. CHARNOV, E. L. (1978) Evolution of eusocial behavior: off spring choice or parental parasitism? „Journal of Theoretical Biology” 75, 451-65.
35. CHARNOV, E. L., KREBS, J. R. (1975) The evolution of alarm calls: altruism or manipulation? „American Naturalist” 109,107-12.
36. CHERFAS, J., GRIBBIN, J. (1985) The Redundant Mole. 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. W Non-verbal Communication (red. R. A. Hinde). Cambridge: Cambridge University Press, str. 101-22.
40. DALY, M., WILSON, M. (1982) Sex, Evolution and Behavior. Wyd. 2. Boston: Willard Grant.
41. DARWIN, C. R. (1859) The Origin of Species. London: John Murray (wyd. polskie: K. Darwin, Dzieła wybrane, PWN, Warszawa 1959).
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 fur Tierpsychologie” 51, 184-200.
46. DAWKINS, R. (1980) Good strategy or evolutionarily stable strategy? W Sociobiology: Beyond Nature/Nurture (red. G. W. Barlow, J. Silverberg). Boulder, Colorado: Westview Press, str. 331-67.
47. DAWKINS, R. (1982) The Extended Phenotype. Oxford: W. H. Freeman.

48. DAWKINS, R. (1982) Replicators and vehicles. W Current Problems in Sociobiology (red. King's College Sociobiology Group). Cambridge: Cambridge University Press, str. 45-64.
49. DAWKINS, R. (1983) Universal Darwinism. W Evolution from Molecules to Men (red. D. S. Bendall). Cambridge: Cambridge University Press, str. 403-25.
50. DAWKINS, R. (1986) The Blind Watchmaker. Harlow: Longman (wyd. polskie: Ślepy zegarmistrz, tłum. A. Hoffman, PIW, Warszawa 1994).
51. DAWKINS, R. (1986) Sociobiology: the new storm in a teacup. W Science and Beyond (red. S. Rose, L. Appignanesi). Oxford: Basil Blackwell, str. 61-78.
52. DAWKINS, R. (1989) The evolution of evolvability. W Artificial Life (red. C. Langton). Santa Fe: Addison-Wesley, str. 201-20.
53. DAWKINS, R. (1993) Worlds in microcosm. W Humanity, Environment and God (red. N. Spurway). Oxford: Basil Blackwell.
54. DAWKINS, R., CARLISLE, T. R. (1976) Parental investment, mate desertion and a fallacy. „Nature” 262, 131-2.
55. DAWKINS, R., KREBS, J. R. (1978) Animal signals: information or manipulation? W Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach (red. J. R. Krebs, N. B. Davies). Oxford: Blackwell Scientific Publications, str. 282-309.
56. DAWKINS R., KREBS, J. R. (1979) Arms races between and within species. „Proc. Roy. Soc. Lond.” 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. (1989) Of mind memes and brain bugs: a natural history of culture. W The Nature of Culture (red. W. A. Koch). Bochum: Studienverlag Brockmeyer.
59. DENNETT, D. C. (1989) The evolution of consciousness. W Reality Club 3 (red. J. Brockman). New York: Lynx Publications.
60. DEWSBURY, D. A. (1982) Ejaculate cost and male choice. „American Naturalist” 119, 601-10.
61. DDCSON, 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., SAPIENZA, C. (1980) Selfish genes, the phenotype paradigm and genome evolution. „Nature” 284, 601-3.
64. EHRLICH, P. R., EHRLICH, A. H., HOLDREN, J. P. (1973) Human Ecology. San Francisco: Freeman.
65. EIBL-EIBESFELDT, I. (1971) Love and Hate. London: Methuen (wyd. polskie: Miłość i nienawiść, tłum. Z. Stromenger, PWN, Warszawa 1987).
66. EIGEN, M., GARDINER, W., SCHUSTER, P., WINKLER-OSWATITSCH, R. (1981) The origin of genetic information. „Scientific American” 244 (4), 88-118.
67. ELDREDGE, N. GOULD, S. J. (1972) Punctuated equilibrium: an alternative to phyletic gradualism. W Models in Paleobiology (red. J. M. Sepof). San Francisco: Freeman Cooper, str. 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, 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., 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., GARDNER, R. A. (1971) Two-way communication with an infant chimpanzee. W *Behavior of Non-human Primates 4* (red. A. M. Sehrier, F. Stollnitz). New York: Academic Press, str. 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.
- (Dwie powyższe pozycje wydano w zbiorze *Niewczesny pogrzeb Darwina*, tłum. N. Kancewicz-Hoffman, PIW, Warszawa 1991.)
78. GRAFEN, A. (1984) Natural selection, kin selection and group selection. W *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach* (red. J. R. Krebs, N. B. Davies). Oxford: Blackwell Scientific Publications, str. 62-84.
79. GRAFEN, A. (1985) A geometric view of relatedness. W *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* (red. R. Dawkins, M. Ridley), 2, str. 28-89.
80. GRAFEN, A. Sexual selection unhandicapped by the Fisher process. W rękopisie.
81. GRAFEN, A., 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., ZUK, M. (1982) Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? „Science” 218, 384-7.
91. HAMPE, M., 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. W *Sociobiology and Human Nature* (red. M. S. Gregory, A. Silvers, D. Sutch). San Francisco: Jossey Bass, str. 183-94.
94. HENSON, H. K. (1985) Memes, L5 and the religion of the space colonies. „L5 News”, September 1985, str. 5-8.
95. HINDE, R. A. (1974) *Biological Bases of Human Social Behaviour*. New York: McGraw-Hill.
96. HOYLE, F., 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. W „The Philosophy of Evolution” (red. U. L. Jensen, R. Harre). Brighton: Harvester, str. 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., DAWKINS, R. (1984) Animal signals: mind-reading and manipulation. W *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach* (red. J. R. Krebs, N. B. Davies), wyd. 2. Oxford: Blackwell Scientific Publications, str. 380-402
105. KRUK, 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*, tom 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 (wyd. polskie: Tak zwane zło, tłum. Z. Stromenger, PIW, Warszawa 1975).

115. LURIA, S. E. (1973) *Life - the Unfinished Experiment*. London: Souvenir Press.
116. MACARTHUR, R. H. (1965) Ecological consequences of natural selection. W *Theoretical and Mathematical Biology* (red. T. H. Waterman, H.J. Morowitz). New York: Blaisdell, str. 388-97.
117. MACKIE, J. L. (1978) The law of the jungle: moral alternatives and principles of evolution. „*Philosophy*” 53, 455-64. Przedruk w *Persons and Values* (red. J. Mackie, P. Mackie, 1985). Oxford: Oxford University Press, str. 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. W *Darwin’s Biological Work* (red. P. R. Bell). Cambridge: Cambridge University Press, str. 150-206.
120. MAYNARD SMITH, J. (1972) Game theory and the evolution of fighting. W J. Maynard Smith, *On Evolution*. Edinburgh: Edinburgh University Press, str. 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., PARKER, G. A. (1976) The logic of asymmetric contests. „*Animal Behaviour*” 24, 159-75.
131. MAYNARD SMITH, J., 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) Recenzja książki P. Teilharda de Chardin *The Phenomenon of Man*. Przedruk w P. B. Medawar (1982) *Pluto Republic*. Oxford: Oxford University Press.
137. MICHOD, R. E., 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. W *Problems of Scientific Revolution* (red. R Harre). Oxford: Clarendon Press, str. 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” u, 1-21.
143. Nuffield Biology Teachers Guide IV (1966) London: Longmans, str. 96.
144. ORGEL, L. E. (1973) *The Origins of Life*. London: Chapman and Hall.
145. ORGEL, L. E., CRICK, F. H. C. (1980) Selfish DNA: the ultimate parasite. „Nature” 284, 604-7.
146. PACKER, C, 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. W *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach* (red. J. R. Krebs, N. B. Davies), wyd. 2. Oxford: Blackwell Scientific Publications, str. 62-84.
148. PARKER, G. A., BAKER, R. R., 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., McVAY, S. (1971) Songs of humpback whales. „Science” 173, 583-97.
150. POPPER, K. (1974) The rationality of scientific revolutions. W *Problems of Scientific Revolution* (red. R. Harre). Oxford: Clarendon Press, str. 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., 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., SIGMUND, K. (1981) Coyness, philandering and stable strategies. „Animal Behaviour” 29, 186-92.
160. SEGER, J., HAMILTON, W. D. (1988) Parasites and sex. W *The Evolution of Sex* (red. R. E. Michod, B. R. Levin). Sunderland, Massachusetts: Sinauer, str. 176-93.
161. SEGER, J., 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., 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., DAWKINS, R. (1976) The cost of melosis - 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. W Sexual Selection and the Descent of Man (red. B. Campbell). Chicago: Aldine, str. 136-79.
172. TRIVERS, R. L. (1974) Parent off spring conflict. „American Zoologist” 14, 249-64.
173. TRIVERS, R. L. (1985) Social Evolution. Menlo Park: Benjamin Cummings.
174. TRIVERS, R. L., 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. W Kin Recognition in Animals (red. D. J. C. Fletcher, C. D. Mlchener). New York: Wiley, str. 395-415.
178. WICKLER, W. (1968) Mimicry. London: Word 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. W Oxford Surueys in Evolutionary Biologu (red. R. Dawkins, M. Ridley), 2, str. 1-27.
184. WILSON, E. O. (1971) The Insect Societies. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press (wyd. polskie: Społeczeństwa owadów, PWN, Warszawa, 1979).
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) Genie and organismic selection. „Evolution” 34, 825-43.
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: an introduction. W Population Control by Social Behaviour (red. F. J. Ebling, D. M. Stoddart). London: Institute of Biology, str. 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 oJMammals. Wyd. 2. Oxford: Clarendon Press.
193. ZAHAVI, A. (1975) Matę 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. W Evolutionary Ecology (red. B. Stonehouse, C. M. Perrins). London: Macmillan, str. 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. W International Symposium on Biological Evolution, Bari 9-14 April 1985 (red. V. P. Delfino). Bari: Adriatici Editrici, str. 305-27.

197. ZAHAVI, A. Personal communication, quoted by permission.

PROGRAM KOMPUTEROWY

198. DAWKINS, R. (1987) Blind Watchmaker: an application for the Apple Macintosh computer. New York and London: W. W. Norton.

NA ŚCIEŻKACH NAUKI

W 2002 roku w serii ukazały się:

Edwin C. Krupp: Obserwatorzy nieba, szamani i królowie. Astronomia i archeologia mocy

Paul Davies: Czas. Niedokończona rewolucja Einsteina

Lee M. Silver: Raj poprawiony. Nowy wspaniały świat?

Michael Oldstone: Wirusy, plagi i dzieje ludzkości

Ken Croswell: Łowcy planet. W poszukiwaniu nieznanych światów

Michał Heller: Początek jest wszędzie. Nowa hipoteza pochodzenia Wszechświata

Peter D. Ward: Tajemnica epoki lodowcowej: Dlaczego wyginęły mamuty i inne wielkie ssaki przeszłości

W 2003 roku w serii ukazały się:

Alexandra Wyke: Medycyna przyszłości. Telemedycyna, cyberchirurgia i nasze szanse na nieśmiertelność

Alan Lightman: Światło z przeszłości. Dzieje kosmologii współczesnej

Ian Stewart, Jack Cohen: Wytwory rzeczywistości. Ewolucja umysłu ciekawego

Niles Eldredge: Życie na krawędzi. Rozwój cywilizacji i zagłada gatunków

Craig J. Hogan: Mała księga Wielkiego Wybuchu

John King: Sekretne życie roślin

Robert Zubrin: Narodziny cywilizacji kosmicznej

W przygotowaniu:

Steven J. Dick: Życie na innych światach