

BIBLIOTHECA
PW
SP
ERACUVV

8790

16

W
S
P
A
E
U
V

8790

8790

4., 15. 10. I. 53. 20.000

ANNI SCHIAPARELLI.

FORMY ORGANICZNE PRZYRODY

a

FORMY GEOMETRYCZNE CZYSTE.

STUDYUM PORÓWNAWCZE.

..... *fungar vice cotis, acutum*
Reddere quae calet ferrum, exorsz ipsa secandi.
Hor.

PRZEŁOŻYŁ

Jan Dal Trozzo.

z 20 RYSUNKAMI W TEKŚCIE

WARSZAWA.

WYDAWNICTWO REDAKCYI „WIADOMOŚCI MATEMATYCZNYCH”.

—
1902.

Druk J. Sikorskiego, Warecka 14.

GIOVANNI SCHIAPARELLI.

FORMY ORGANICZNE PRZYRODY

a

FORMY GEOMETRYCZNE CZYSTE.

STUDYUM PORÓWNAWCZE.

..... *fungar vice cotis, acutum*
Reddere quae valet ferrum, caesors ipsa secandi.
Hor.

PRZEŁOŻYŁ

Jan Dal Trozzo.

z 20 RYSUNKAMI W TEKŚCIE

WARSZAWA.

WYDAWNICTWO REDAKCYI „WIADOMOŚCI MATEMATYCZNYCH“.

—
1902.

Druk J. Sikorskiego, Warecka 14.



8790

ДОЗВОЛЕНО ЦЕНЗУРОЮ
Варшава, 12 Апрѣля 1902 года.

OD TŁÓMACZA.

Teorya powstawania gatunków Karola ¹⁸⁵⁹ Darwina, która wywarła wpływ tak potężny na rozwój nauk biologicznych, pobudziła zarazem umysły głębsze, pracujące w rozmaitych dziedzinach nauki, do rozważań krytycznych, oświetlających podstawy i rozmaite punkty sporne wielkiego pomysłu angielskiego mędrca. Pomiedzy głosami niespecyalistów w biologii zasługuje na szczególną uwagę głos znakomitego astronoma włoskiego Jana Schiaparelli'ego. Wielce zasłużony badacz zjawisk niebieskich szuka w zjawiskach i faktach przyrody organicznej takich samych prawidłowości i związków, jakie łączą twory geometryczne, które umysł ludzki wprowadza w dziedzinę przestrzeni, a dostrzegłszy uderzającą analogię pomiędzy formami organicznymi a formami geometrycznymi, rozwija na tej podstawie szczegóły swego pomysłu, rzucającego niewątpliwie wiele nowego światła na zagadnienia, związane z teorią Darwina. Nie naszą jest rzeczą rozstrzygać, czy i o ile ta analogia form jest głęboko uzasadniona w samej treści życia istot organicznych; zdawało nam się wszakże, że piękna ta praca zdolna jest pobudzić do rozmyślań umysły wykształcone, zastanawiające się nad wielkimi zagadnieniami świata. Z tego to powodu, uzyskawszy pozwolenie Czcigodnego Autora, pozwoliliśmy sobie ogłosić przekład rozprawy do użytku czytelników polskich.

Milano, 19 Ottobre 1901.

Chiarissimo Signore,

La Sua domanda mi fa onore, ed io non posso avere alcuna difficoltà ad acconsentirvi. Dopo aver pubblicato quel lavoro ch'Ella desidera tradurre, nei due anni scorsi ho fatto molte riflessioni sull'argomento: e se fossi in buona salute, potrei mandarle alcune addizioni e molte correzioni. Ma pur troppo sono malato, e bisogna che lasci le cose come sono. Nondimeno io sarò sempre pronto a rispondere alle difficoltà e a risolvere i dubbi che Le si presentassero. Voglia aggradire l'espressione del mio sincero rispetto.

Il Suo devotissimo

Giovanni Schiaparelli.

*Ill. Sg. Giovanni Dal Trozzo
licenziato in scienze matematiche,
Varsavia.*

PROFESOROWI TYTUSOWI VIGNOLI

DYREKTOROWI MUZEUM MIEJSKIEGO HISTORII NATURALNEJ W MEDYOLANIE.

Poświęcam Panu dziełko, które właściwie Pan powinien był napisać i ogłosić. Pomysł napisania go, przypominasz Pan sobie, dałeś mi 22 kwietnia t. r. podczas rozmowy, o której zachowuję najżywsze i najwdzięczniejsze wspomnienie.

Mówiłeś Pan o porządku systematycznym tworów organicznych przyrody. Powiedziałeś wtedy, że nie możesz przyjąć poglądu, wyrażonego (ze zwykłemi wszakże zastrzeżeniami) przez Karola Darwina, według którego wszystkie gatunki zwierząt miałyby pochodzić od jednego typu drogą ewolucji; że uważasz za udowodnione pochodzenie gatunków, ale każdego gatunku jedynie w obszarze czterech typów zasadniczych, ustalonych przez Cuviera i Baera; że masz głębokie przekonanie, iż materya żyjąca, w swych początkach mogła być podporządkowana jedynie pod te cztery formy w ten sam sposób, w jaki substancye mineralne krystalizują nie więcej, niż w siedmiu formach wielościanowych. Rzekłeś Pan wreszcie, że przyczyny takiego podziału należy szukać w stosunkach koniecznych materyi żywej z określonymi formami geometrycznymi ich budowy.

Uderzony temi Pańskimi spostrzeżeniami, wyznałem Panu, że od dłuższego czasu doszedłem do pomysłu o związku pomiędzy budową istot organicznych a geometryą, który ukazuje nam Kosmos tak w swym ogromie, jak i w tworach najmniej-szych. Rozważając porządek systematyczny, panujący wszędzie w obszarze istot żywych, oraz zależności i związku, jakie ujawniają się we wszystkich ich częściach, byłem naprowadzony na myśl upodobnienia całokształtu form organicznych z układem form geometrycznych czystych, w których klasyfikacji ujawnia się również widocznie układ logiczny i łączność między pojedynczemi częściami. Wywnioskowałem stąd, że jak w układzie form geometrycznych nieskończona liczba ich odmian zależy od zmian parametrów (czyli elementów określających) tego samego wzoru zasadniczego, podobnie i typy organiczne przyrody (lub przynajmniej każdego jej królestwa) mogą wszystkie powstawać drogą zmian pewnej liczby elementów określających, według jednego wzoru lub jednego prawa, w ten sposób, że wzorowi temu zawdzięczają wszystkie cechy wspólne, różnitości zaś rzeczonych elementów—wszystkie cechy gatunkowe i indywidualne.

Tę myśl uznałeś Pan za zasługującą na uwagę, tak że nawet chciałeś o niej wspomnieć w odczycie Swym, mianym w Muzeum, i zachęciłeś mnie do rozwinięcia jej w druku. I wyświadczyłeś mi łaskę, za którą na zawsze będę Mu wdzięczny: dałeś mi do przeczytania nieśmiertelne dzieła Karola Darwina. Nowe otwarły się przedemną horyzonty; to, co poprzednio widziałem w postaci mglistej i źle określonej, nabrało wyrazistości, stało się trwałem i ścisłem. Spostrzegłem z wdzięcznem zdziwieniem, że te moje pomysły nie są (jak przypuszczałem pierwotnie) zaprzeczeniem teorii ewolucyi organicznej, lecz że nawet mogą służyć do rozwikłania, a przynajmniej do wyjaśnienia różnych trudności tej teorii, które zatrzymywały samego Darwina.

To wszystko dodało mi otuchy, ażeby pójść za Pańską radą. Prowadziłem w dalszym ciągu swoje rozważania i wyniki ich przedstawiam z nieśmiałością człowieka, który odważył się wkroczyć do obcej mu dziedziny. I nie byłbym napewno

ośmielił się ogłosić tej pracy, gdybyś Pan nie wziął jej pod Swoją opiekę, tak dalece, że zgodziłeś się przyłączyć ją do tomu swych prac własnych. Oddaję tu tedy pod sąd przyjaciół prawdy jedynie hipotezę naukową, a raczej zbiór hipotez naukowych, racjonalnie uporządkowanych tak, ażeby możliwie najlepiej odpowiadały faktom obserwowanym. O wartości tych hipotez niechaj sądzą ludzie kompetentni. Pańską przeważnie będzie zasługą, jeżeli znajdą one jakiekolwiek uznanie. Pan byłeś tym młotem, który uderzając w opieszale i leniwe kowadło, wykrzesaleś z niej iskierkę światła. Lecz jeżeli okaże się, że nie było to światło, lecz dym, lub nawet mniej jeszcze, powiedzmy wtedy, że nic się nie stało i uważajmy wszystko za sen nocy letniej. Wtedy szewc zbyt śmiały, skarcony przez Apellesa, powróci bez szemrania do swego kopyta, od którego nie powinien był wstawać.

GIOVANNI SCHAPARELLI.

R. Specola di Brera, 15 lipca, 1897.

ROZDZIAŁ I.

Formy geometryczne czyste; ich parametry i klasyfikacya.

1. *Formy geometryczne czyste.* Forma geometryczna nazywa się czystą, gdy wszystkie jej punkty otrzymujemy według jednego i tego samego prawa, t. j. przy pomocy jednej i tej samej metody konstrukcyi. I tak, linia prosta (w całej swej długości nieograniczonej), koło, parabola, powierzchnia kulista są to formy czyste, gdyż wszystkie punkty każdej z tych form są utworzone według tego samego prawidła i posiadają te same własności. Przeciwnie, wielokąt prostoliniowy jest formą mieszaną: proste, z których jest on utworzony, mają położenia i kierunki różne, przeto punkty jednej z tych prostych są nakreślone według innego prawidła, niż punkty innej. Podobnie, jest formą mieszaną powierzchnia jakiegokolwiek białdź wielościanu, odcinka kulistego, pnia ostrokregowego i t. p.

Cecha wyrózniającą i istotną wszystkich form czystych jest to, że gdy dana jest część dowolnie mała, byle skończona, formy czystej, to reszta jej jest w zupełności określona. Naprzykład, gdy dany jest choćby najkrótszy odcinek prostej, to łatwo mo-

zemy wykreślić ją w całości i przedłużyć nieograniczenie w jedną i drugą stronę. Podobnie z najmniejszego łuku koła daje się wyprowadzić konstrukcyę całego koła i z najmniejszej części powierzchni kulistej konstrukcyę całej kuli. To samo możemy powiedzieć o elipsie, paraboli, jakiegokolwiek elipsoidzie. Taki jest wielki węzeł, łączący w sposób ścisły i bezwzględny wszystkie części form czystych i tworzący z nich całość jednorodną i harmonijną! Tego samego nie możemy

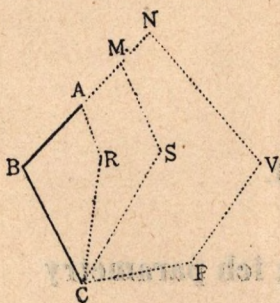


Fig. 1.

powiedzieć np. o wielokącie, którego dana część ABC nie wystarcza do wyznaczenia reszty, którą może być ARC , albo $AMSC$, albo $ANVPC$ i t. d., ani o wielościannie, ani o żadnej formie mieszanej.

W dalszym ciągu będziemy się zajmowali wyłącznie formami czystymi; są one jedynymi formami, które z powodu jednostajnego sposobu ich tworzenia i ścisłego wzajemnego związku między częściami dają się pod pewnym względem porównać z organizmami przyrody. Są one—jeżeli tak wyrazić się wolno—do pewnego stopnia także tworem organicznym, w tem mianowicie znaczeniu, że wszystkie ich części, nawet najmniejsze, są uporządkowane według jednokowej zasady.

2. Formy czyste geometryi mogą być jednego, dwóch, trzech lub iluokolwiek wymiarów i stanowią tyleż dowolnych klas. W zakres naszej bezpośredniej wyobraźni wchodzić tylko jedno- lub dwu-wymiarowe; pierwsze z nich nazywamy liniami, np. prosta i koło, drugie powierzchniami, jak np. płaszczyzna lub powierzchnia kulista. Dla ciał trójwymiarowych możemy jeszcze wyobrazić sobie ich rozciągłość, ale już nie formę; to, co tą nazwą oznaczamy, jest to forma powierzchni, oddzielającej ciało od pozostałej przestrzeni.

Cała mnogość linii dzieli się na dwa wielkie działy: linii płaskich, które mogą być w całości nakreślone na jednej płaszczyźnie, jak np. koło, i linii skośnych, które ani

w całości, ani w części nie mogą się mieścić w jednej płaszczyźnie, np. helisa, utworzona ze zwojów śruby. Linie skośne przewyższają znacznie pierwsze zarówno bogactwem i różnorodnością typów, jak i zawiloscią form. Najbogatszą wszakże jest mnogość powierzchni, przedstawiająca w swych formach kombinacje i szczegóły, nieznane w dziedzinie linii krzywych.

Z tych trzech klas (linie płaskie, linie skośne, powierzchnie) rozpatrywać będziemy tylko klasę linii płaskich, najprostszą, najlepiej zbadaną i najłatwiejszą do przedstawienia w rysunku. Zresztą własności ich przedstawiają dostateczne pole dla wszystkich rozważań i zastosowań, jakie mamy zamiar uczynić z formami geometrycznymi. Z ich klasyfikacji i ich porównania z układami organicznymi można dla naszego celu wyciągnąć te wszystkie wnioski, jakie możnaby otrzymać z bardziej złożonych i trudniejszych rozważań nad liniami skośnymi i powierzchniami; nie więcej, ani też nie mniej. Wiele zaś z tych twierdzeń i wniosków z nich będzie można wprost zastosować do jakiegokolwiek klasy form geometrycznych, mających dowolną liczbę wymiarów ¹⁾.

3. Parametry form geometrycznych. a) Na pytanie, jaka to krzywa jest określona własnością, że wszystkie jej punkty $M, M', M'' \dots$ są odległe od danego punktu O na tę samą odległość a , odrazu odpowiemy, że taką krzywą jest koło, opisane ze środka O promieniem równym długości a . Własność ta wystarcza zupełnie do określenia specjalnej natury koła, jakkolwiek jest długość a , i dlatego wysłowienie tej własności określa wszystkie możliwe koła. Każdej wartości a odpowiada jedno koło i tylko to jedno; odwrotnie, każdemu kołu odpowiada jedna określona wartość na a i żadna inna. Tę wielkość a , której wartość służy jako skażnik charakterystyczny do wyróżnienia danego koła z po-

¹⁾ U w a g a. Często zdarzy się w dalszym ciągu, że zamiast nazwy: „linie płaskie“, używać będziemy nazwy: „krzywe płaskie“, lub poprostu „krzywe“, nie troszcząc się o małą niedokładność, polegającą na tem, że między liniami płaskimi jest także linia prosta, która nie może być nazwana krzywą; druga niedokładność polega na tem, że nie wszystkie krzywe są krzywymi płaskimi. To jednak nie będzie powodem nieporozumień.

śródmiejskiej nieskończonej liczby innych kół, nazywamy zwykle *parametrem*.

b) Niech będą dane dwa punkty O i O' w odległości a i zapytajmy, jaka to krzywa określona jest własnością, że dla każ-

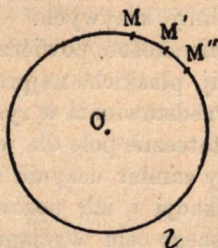


Fig. 2.

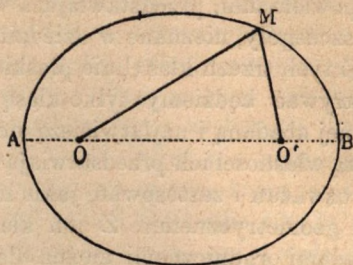


Fig. 3.

dego jej punktu M suma odległości tego punktu od dwóch punktów O i O' jest zawsze jednaka i równa długości b , tak, że dla dowolnego punktu krzywej M mamy zawsze $OM + O'M = b$. Zadanie jest dobrze znane i oddawna rozwiązane; krzywą żądaną jest elipsa, której ogniskami są punkty O i O' i której długość osi większej AB jest równa b . Ta zasadnicza własność elipsy służy do jej określenia i wykreślenia graficznego. Gdy dane są wartości a i b , elipsa jest w zupełności wyznaczona; odwrotnie, każdej danej elipsie odpowiada jedna wartość na a i jedna wartość na b . Gdy zaś wyżej wypowiedziana własność jest wspólna wszystkim możliwym elipsom, to wartości a i b , odpowiadające danej elipsie, będą skaźnikami charakterystycznymi, odróżniającymi elipsę daną od wszystkich innych. Dlatego dwie wielkości a i b nazywamy *parametrami* elipsy. Widocznem jest, że gdy do wyznaczenia koła wystarczał jeden parametr, to do wyznaczenia elipsy niezbędne są dwa parametry. Dlatego dwie elipsy, chociażby nawet miały po jednym parametrze a równym (t. j. ogniska ich O i O' były te same), mimo to, mogłyby być zupełnie różne co do formy i wielkości, jeżeliby różniły się wartością parametru b . Stąd drugi jeszcze wniosek: możliwych elips jest nieskończenie razy więcej, niż możliwych kół. W samej rzeczy, kół jest tyle, ile różnych wartości może przybierać ich jedyny parametr a , t. j. nieskończenie wiele. Elips zaś jest

tyle, ile da się utworzyć kombinacji każdej z nieskończenie wielu wartości a z każdą z nieskończenie wielu wartości b , t. j. liczba elips jest nieskończenie razy nieskończenie wielka. Taka liczba nazywa się nieskończonością rzędu drugiego.

c) Niech będą dane trzy punkty O, O', O'' , t. j. długości boków utworzonego z nich trójkąta abc . Zapytajmy, jaka krzywa jest określona własnością, że suma odległości każdego jej punktu M od trzech punktów O, O', O'' jest stała i równa wielkości d , t. j. dla każdego punktu na krzywej jest $OM + O'M + O''M = d$. Taka krzywa będzie gatunkiem owalu; będzie ona, wogóle mówiąc, niesymetryczną i postaci wskazanej na figurze 4-ej. Taki brak symetrii czyni ją mniej kształtną i mniej pożyteczną w zastosowaniach, niż koło i elipsa, nie mniej przeto

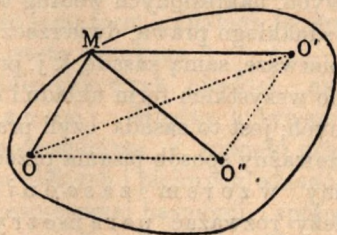


Fig. 4.

będzie ona ściśle określona przez cztery wielkości a, b, c, d , podobnie jak koło przez jedną, elipsa przez dwie. Każda krzywa tego układu różnić się będzie od wszystkich innych analogicznych wartościami specjalnymi, jakie przybierać będą cztery dane wielkości, stanowiące jej skażniki charakterystyczne czyli jej parametry. Liczba możliwych form tego układu jest nieskończonością rzędu 4-go, gdyż nieskończenie wielką liczbę wartości na a kombinować można z nieskończoną liczbą wartości na b ; te kombinacje dwójkowe w liczbie nieskończonej rzędu drugiego łączyć każdą z nieskończenie wielką liczbą wartości na c ; te kombinacje trójkowe w liczbie nieskończonej rzędu trzeciego łączyć znów z nieskończoną liczbą wartości na d co daje liczbę kombinacji czwórkowych, która jest nieskończenie wielką rzędu 4-go. Każdej z tych kombinacji czwórkowych odpowiada jeden typ czyli forma odrębna tej krzywej.

Nie idąc dalej, łatwo przewidzieć, do czego się dojdzie, badając układy krzywych analogicznych, dla których suma odległości każdego punktu M od 4, 5, lub więcej punktów $O, O', O'', O''' \dots$ byłaby stała. Liczba parametrów rośnie o dwie jednostki z każ-

dym dodawanym punktem O i zarazem rośnie szybko mnogość form. Jak widać z tego najprostszego zagadnienia, które jest jednym z pomiędzy wielu dających się wyobrazić zagadnień analogicznych, wypływa mnogość form, liczbie których i różności niema granic. A jednak jest to tylko mała część wielkiej rodziny krzywych, zwanych *algebraicznymi*.

4. Z tego przykładu, do którego łatwo by było dodać wiele innych podobnych, możemy zrozumieć, że w układzie krzywych, nakreślonych według tej samej zasady, czyli zależnych od jednakiego prawa, dwie rzeczy głównie należy zaznaczyć. Po pierwsze, samą zasadę, t. j. prawo konstrukcyi, które stosuje się do wszystkich form układu i określa ogół ich własności wspólnych; jest to zasada czyli prawo, którego wysłowienie (lub równoważny sposób pisania przedstawienia symbolicznego) nazwiemy wzorem zasadniczym układu. Powtóre, należy rozważać parametry krzywych, to jest te wielkości stałe dla wszystkich punktów tej samej krzywej, których specjalne wartości służą do odróżnienia każdej z nich od innych krzywych układu. Parametry te przez wielokrotne kombinacye wszystkich wartości, jakie mogą przybierać, wyznaczają wszystkie formy poszczególne układu. Od nich zależy wszystko, co dana forma ma własnego i odrębnego, we wzorze zaś zasadniczym spoczywa wszystko, co taka forma ma wspólnego ze wszystkimi innymi.

5. Wracając do parametrów, widzimy, jak ważną rolę to, co mieliśmy sposobność zaznaczyć w przykładzie, wyżej podanym, mianowicie, że od tego, czy jest ich mało, czy wiele, zależy większa lub mniejsza różnaitość typów i ich liczba. Dla układów o jednym parametrze liczba możliwych krzywych poszczególnych jest nieskończona, jak zaznaczyliśmy w przykładzie koła. Dla układów o dwóch parametrach liczba ich jest nieskończenie razy nieskończona, t. j. nieskończona rzędu drugiego, jak widzieliśmy w przypadku elipsy. Dla układów o 3-ch parametrach liczba rozmaitych możliwych krzywych jest nieskończenie razy nieskończoną rzędu 2-go, t. j. nieskończoną rzędu 3-go, i t. d. Z powiększeniem liczby parametrów wzrasta różnaitość form, tak że każdy dodany parametr daje początek nowemu elementowi różnaitości form układu.

To wszystko, co powiedziano o parametrach linii krzywych płaskich, może być zastosowane do dowolnej klasy form geometrycznych czystych, jako to: do krzywych skośnych i powierzchni i nawet do form wyższych, które rozciągając się w przestrzeni o trzech lub więcej wymiarach, przekraczają zakres intuicji geometrycznej.

Rozpatrywanie parametrów czyli elementów, określających poszczególne formy, stanowi jądro zasadnicze wszystkich naszych rozważań, gdyż i świat organiczny ma swe parametry, od których zależy nieskonczona różnorodność jego form. Dlatego to jest rzeczą konieczną ściśle określić ich istotę i funkcye.

Wspomnieliśmy wyżej o rodzinie krzywych płaskich, nazywanych krzywymi algebraicznymi. Między krzywymi płaskimi zajmują one miejsce najpocześniejsze, z powodu prostoty swego powstawania, z powodu obfitych i pięknych własności, nadewszystko zaś z powodu wewnętrznej harmonii i spójni w układzie przez nie utworzonym, umożliwiającą klasyfikację prawidłową i symetryczną licznych i rozmaitych ich form. Z tego to względu krzywe te, bardziej może niż każda inna rodzina krzywych, są w stanie dać punkty wytyczne dla porównania z tworem przyrody organicznej. Krzywe te są nawet jedynymi krzywymi, dla których geometrowie próbowali zrobić podział na gatunki i rodzaje, podobnie jak to się dzieje w historii naturalnej. Mniemam, że będzie rzeczą właściwą podać tu niektóre wiadomości o pracach, dotyczących się tej klasyfikacyi, poprzedziwszy je przedstawieniem niektórych koniecznych do tego pojęć z geometryi kartezyańskiej. Mam nadzieję, że nie przedstawi to żadnej trudności dla większości czytelników. Kto nie interesuje się tym przedmiotem, może przerzucić następne stronicę, których treść nie jest niezbędna w tej rozprawie, i przejść odrazu do § 10.

6. Jak można przedstawić krzywą za pomocą równania. W płaszczyźnie figury 5-ej prowadzimy dwie proste dowolne wzajemnie prostopadłe OX i OY i z dowolnego punktu M prowadzimy prostopadłe do nich MP i MQ . Długości tych prostopadłych nazywają się współrzędnymi punktu M i oznaczają się dla skrótowania przez x i y , jak to widzimy na figurze 5-ej.

Mówimy, że położenie dowolnego punktu M na płaszczyźnie będzie określone, gdy będziemy znali wartości jego współrzędnych x, y . Dopóki te wartości pozostają zupełnie dowolne i nie podlegają jakimukolwiek bądź prawu, punkt M będzie mógł zajmować dowolne położenie na płaszczyźnie. Lecz skoro przyjmemy, że pomiędzy wartościami x i y istnieje pewien związek stały, jako wyrażenie pewnego prawa, punkt M nie będzie już dowolny i będzie zmuszony znajdować na pewnej krzywej.

Dla lepszego zrozumienia tego weźmy przykład: przypuśćmy, że współrzędne x, y punktu M związane są warunkiem, iż suma ich kwadratów ma być zawsze ta sama i równa kwadratowi linii

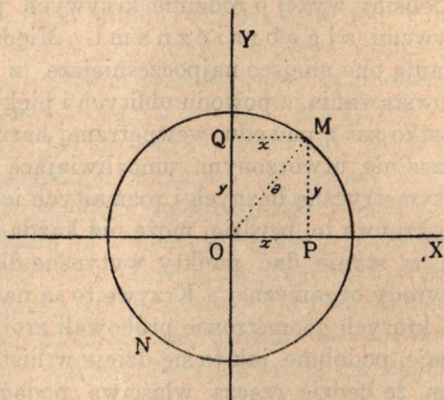


Fig. 5.

danej długości a . Taki warunek wyrażamy algebraicznie, mówiąc, że musi być $x^2 + y^2 = a^2$. Teraz jest widoczne, że punktami M , spełniającymi ten warunek, są te (i tylko te), które leżą na kole MN , opisanem z punktu O , jako środka, promieniem $OM = a$. Opierając się na dobrze znanem twierdzeniu Pytagorasa, z rozważania trójkątów prostokątnych OMP , OMQ , w których x i y są przyprostokątne, a OM przeciwprostokątna, będziemy mieli dla każdego punktu M koła: $x^2 + y^2 = a^2$, a to jest właśnie prawo, któremu punkty są poddane.

Geometrycznem przedstawieniem prawa, wyrażonego przez równanie $x^2 + y^2 = a^2$, będzie koło MN . Odwrotnie, koło będzie algebraicznie wyrażone przez równanie $x^2 + y^2 = a^2$ między współ-

rzędnymi i promieniem, t. j. parametrem a . Dla skrócenia mówi się poprostu, że $x^2 + y^2 = a^2$ jest równaniem koła, opisanego ze środka O promieniem a .

7. Łatwo teraz zrozumieć, że zamiast wyżej podanego równania, może zachodzić inne równanie, wyrażające związek między współrzędnymi x, y i jednym lub więcej parametrami $a, b, c...$ Temu równaniu zawsze odpowiadać będzie krzywa. Np. znajdujemy, że:

$$a^2 x^2 + b^2 y^2 = a^2 b^2$$

jest równaniem elipsy, mającej swój środek w O , której półosi główne OA i OB , leżące w kierunkach OY, OX , mają długości $OA=a, OB=b$, przez które elipsa jest w zupełności wyznaczona i które dlatego mogą być uważane jako jej parametry. A jak dla każdego równania możemy znaleźć odpowiadającą mu krzy-

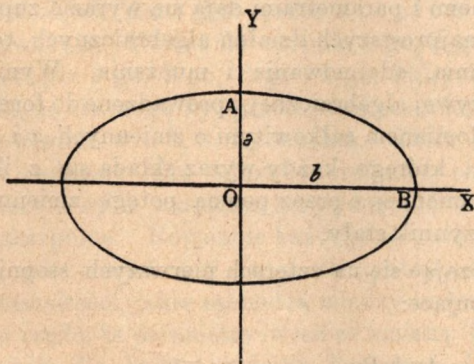


Fig. 6.

wą, tak i odwrotnie, każda krzywa geometryczna (t. j. taka, która może być narysowana według pewnej zasady geometrycznej) będzie miała swoje równanie.

Ten sposób przedstawiania krzywej za pomocą równania między współrzędnymi jej punktu i jej parametrami, wprowadzony przez Descartes'a, stanowi podstawę geometrii analitycznej czyli geometrii Descartes'a, inaczej kartezjańskiej.

I widocznem jest, że krzywych geometrycznych, otrzymanych z konstrukcyi, jest właśnie tyle, ile analiza matematyczna jest w stanie zbudować równań między dwiema spółrzednymi x i y , przy przyjęciu dowolnej liczby parametrów; a zatem jest ich nieskończenie wiele, nie tylko co do liczby, ale i co do natury i postaci. Ich niewyczerpana rozmaitość otwiera nieskończone pole dla dociekań geometryi. Przywaleni ogromem materiału, matematycy ograniczyli swoje badania do tych nielicznych typów, które bądź z powodu szczególnych swych własności, bądź ze względu na pożyteczne zastosowania, zwróciły na siebie ich uwagę. To, co się wie o krzywych, w porównaniu z tem, co możnaby znaleźć, jest mniej, niż kropla w porównaniu z Oceanem.

8. Krzywe algebraiczne i ich klasyfikacya. Nazwa tych krzywych pochodzi stąd, że w ich równaniach związki między dwiema spółrzednymi i parametrami dają się wyrazić zupełnie za pomocą trzech najprostszych działań algebraicznych, to jest za pomocą dodawania, odejmowania i mnożenia. Wynika stąd, że równanie krzywej algebraicznej, sprowadzone do formy najprostszej, jest wielomianem całkowitym o zmiennych x i y , przyrównanym do 1, którego każdy wyraz składa się z iloczynu pewnej potęgi zmiennej x przez pewną potęgę zmiennej y i przez pewien spółczynnik stały.

Ograniczając się na czterech pierwszych stopniach, mamy formy następujące:

stopień 1. $1 = Ax + By$

„ 2. $1 = Ax + By + Cx^2 + Dxy + Ey^2$

„ 3. $1 = Ax + By + Cx^2 + Dxy + Ey^2 + Fx^3 + Gx^2y + Hxy^2 + Ky^3$

„ 4. $1 = Ax + By + Cx^2 + Dxy + Ey^2 + Fx^3 + Gx^2y + Hxy^2 + Ky^3 + Lx^4 + Mx^3y + Nx^2y^2 + Pxy^3 + Qy^4$

$A, B, C, D, \dots$ są liczbami stałymi, które mogą być uważane jako parametry krzywych, odpowiadających każdemu z równań.

Niektóre z tych liczb mogą być zerami i wtedy znika dany wyraz w równaniu. Gdy wszakże rozpatrujemy te równania w formie wyżej podanej, która jest formą najogólniejszą, to nie wszystkie parametry potrzebne są do wyznaczenia wielkości i postaci przedstawionych krzywych. Z nich trzy służą do wyznaczenia położenia krzywej w jej płaszczyźnie; od tych, naturalnie, możemy odwrócić uwagę. Można przeto powiedzieć, że krzywe, przedstawione przez pierwsze z równań powyższych, nie mają parametrów, a te, które są przedstawione przez równanie drugie, trzecie i czwarte, mają odpowiednio 2, 6, 11 parametrów. Wogóle krzywe, odpowiadające ogólnemu równaniu stopnia n , mają $\frac{n^2+3n-6}{2}$ parametrów, służących do wyznaczania wielkości i postaci każdej z nich.

9. Kryterium podstawowe, używane w klasyfikacji krzywych algebraicznych, dane jest przez stopień przedstawiającego je równania. Równania stopnia 1-go, 2-go, 3-go i 4-go dają krzywe rzędu 1-go, 2-go, 3-go i 4-go, których własnością ważną jest ta, że nie mogą być przeciętymi przez linię prostą więcej, niż odpowiednio w 1, 2, 3, 4 punktach. Zbiór krzywych jednego rzędu uważamy jako oddzielną rodzinę, chociaż każdy stopień zawiera w sobie wszystkie krzywe stopni niższych, jako przypadki szczególne. Równanie każdego stopnia zawiera pewną liczbę parametrów, t. j. elementów, określających wszystkie różnice, jakie zachodzą między krzywymi, należącymi do tego rzędu; te parametry wraz ze zmianą ich wielkości i ich stosunków dla każdej rodziny krzywych (z wyjątkiem krzywych 1-go stopnia) prowadzą do nieskończonej liczby kombinacji i nieskończenie wielu postaci, które wszystkie sprawdzają się do określonych klas, rodzajów i gatunków.

Oto streszczenie rezultatów, do jakich ostatecznie doszli matematycy przy klasyfikacji krzywych 4-ch pierwszych stopni:

Rząd pierwszy. Równanie algebraiczne stopnia pierwszego przedstawia zawsze jedną i tę samą formę, którą jest linia prosta. Jedyna w swoim rodzaju i gatunku nie przedstawia żadnej różnicy, wszystkie proste są sobie równe i przy nakła-

daniu przystają do siebie wzdłuż całej ich nieograniczonej długości. Stąd niema tu odmian i niema parametrów.

Rząd drugi. Zawiera krzywe, zwane stożkowemi, które, rozważane z punktu widzenia morfologicznego, dają trzy gatunki, znane pod nazwą elipsy, paraboli, hyperboli. Koło jest prostą odmianą elipsy. Liczba parametrów określających jest: 2 dla elipsy i hyperboli, 1 dla paraboli, stąd rozmaitość elips i hyperbol jest większa, niż rozmaitość parabol. Pierwsze mogą się zmieniać pod względem wielkości i formy, parabola może się zmieniać tylko pod względem wielkości, dlatego wszystkie parabole mają jednakową postać. Parabola nie jest przeto prawdziwym gatunkiem porównywalnym z dwoma pozostałemi. Przedstawia ona przypadek szczególny, stanowiący granicę między elipsami a hyperbolami.

Rząd trzeci. Samo rozważanie morfologiczne doprowadziło Newtona do poznania 72 różnych gatunków krzywych rzędu 3-go, które Euler (także z punktu widzenia czysto-morfologicznego) zebrał był i rozklasyfikował na 16 rodzajów. Lecz między 72 gatunkami Newtona tylko 7 mają całkowity stopień ogólności, odpowiadający sześciu parametrom krzywych tego rzędu. Inne formy są jakby przypadkami granicznymi między jednym a drugim gatunkiem, t. j. przypadkami bardzo szczególnymi, których rozpatrywanie nie może być dopuszczone w klasyfikacji jednostajnej.

Rząd czwarty. W klasyfikacji (czysto-morfologicznej), podanej przez Eulera i poprawionej przez Plückera, istnieje rodzajów 152 (odpowiadających 16 rodzajom Eulera dla krzywych 3-go rzędu), zawierających olbrzymią liczbę gatunków, których ostatecznej klasyfikacji i opisania nie podjął się dotąd żaden z matematyków. Liczba parametrów określających dla krzywych tego stopnia wzrasta do 11.

Ta obfitość tworów geometrycznych wzrasta w proporcji zastraszającej przy rzędzie piątym (gdzie liczba parametrów może dochodzić do 17), przy szóstym (gdzie liczba parametrów

może dochodzić do 24) i t. d. Dokładne rozpatrzenie tych rzędów, zdaje się, przechodzi siły rozumu ludzkiego i tylko niektóre wypadki specjalniejsze są zbadane, co stanowi tylko małą część ich liczby ¹⁾.

¹⁾ Dotychczasowe próby klasyfikacyi mają za jedyny cel służyć do oryentowania się i są dalekie od symetrii układu i jednostajności metody, do czego idealnie należałoby dążyć. Gatunki Newtona i rodzaje Eulera i Plückera nie mają wszystkie w tym samym rzędzie krzywych, ani tego samego znaczenia, ani tego samego stopnia ogólności: liczba parametrów zmienia się od jednego gatunku do drugiego, od jednego rodzaju do drugiego. Jest to brak zasadniczy, wskazujący, że podobne klasyfikacye zbudowane są na zasadzie niedokładnej umówionej analogii, a nie na istocie rzeczy. W doskonałej klasyfikacyi powinnyby wszystkie podziały danej kategorii (gatunki, rodzaje, klasy) przedstawiać jednakowy stopień ogólności i wielorakości; nadewszystko gatunki, które stanowią ostatni stopień najliczniejszy i najważniejszy. Wszystkie gatunki tego samego rzędu należałoby określić jednakową liczbą parametrów i największą liczbą, jaką dopuszcza dany rząd, wyznaczając przynależne im stanowisko w stosunku do krzywych więcej specjalnych, które mają mniejszą liczbę parametrów i dlatego w systemie przedstawiają się jako przypadki szczególne i wyjątkowe. Dotychczas taki sposób uporządkowania znany jest tylko dla krzywych rzędu drugiego i można się spodziewać, że będzie z czasem zastosowany do rzędu 3 go (tak łatwo to zrobić) i nawet do rzędu 4-go.

ROZDZIAŁ II.

Przedstawienie form geometrycznych czystych w ich przekształceniach; gatunki i odmiany.

10. Umówiony sposób przedstawienia rzędu całkowitego krzywych. Przypadek dwóch parametrów. Rozpatrywaliśmy rodzinę krzywych, określoną dwoma parametrami, która, jak widzieliśmy, jest rodziną krzywych 2-go rzędu. Jedna z tych krzywych będzie wyróżniona z pośród wszystkich innych, gdy wiadome są wartości szczególne przynależnych jej parametrów a i b .

Niech będą przeprowadzone na płaszczyźnie dwie proste wzajemnie prostopadłe OA , OB . Jeżeli weźmiemy na jednej z nich odległość OA równą wartości szczególnej a i na drugiej odległość $OB =$ wartości szczególnej b i z punktów B i A wystawimy prostopadłe AM i BM do wzajemnego ich przecięcia się, to utworzy się prostokąt $OAMB$. Punkt M będzie w ten sposób zupełnie wyznaczony i położeniem swoim odpowie tej szczególnej postaci krzywej, której parametry mają wartości równe długościom OA , OB . Każdej krzywej z danej rodziny odpowiadać będzie jeden punkt płaszczyzny, a każdemu punktowi płaszczyzny jedna krzywa. Tak więc, będzie można uważać każdy punkt

M jako przedstawiciela jednej poszczególniej krzywej z tej rodziny. Cała zaś rodzina krzywych będzie przedstawiona przez zbiór punktów płaszczyzny rozważanej. Tym sposobem, zamiast pojęcia postaci linii krzywej, podstawiliśmy inne prostsze pojęcie miejsca, zajmowanego przez odpowiadający tej krzywej punkt M .

Przypuśćmy teraz, że punkt M porusza się w dowolnym kierunku, przechodząc od M do M' . Punktowi M' odpowiadać będzie krzywa, której parametry są OA' , OB' i, mówiąc ogólnie, jeżeli odległość MM' jest mała to różnica postaci i wielkości krzywych, odpowiadających punktom M i M' , będzie niewielka. Jednak różnica ta istnieje i gdy punkt M przejdzie do M' , krzywa, odpowiadająca punktowi M , stopniami kolejnymi odkształcając się w pewien sposób, przyjmie postać krzywej, odpowiadającej punktowi M' .

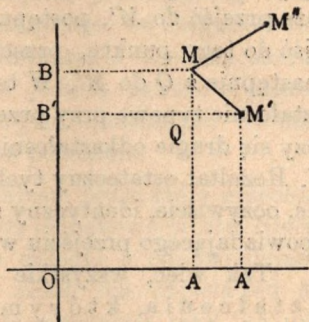


Fig. 7.

Ruch punktu M w innym dowolnym kierunku MM'' spowodowałby odkształcenie różne od poprzedniego. Wogóle każde przesunięcie punktu M odpowiada odkształcenie i dla każdego różnego kierunku przesunięcia odkształcenie krzywej ma charakter odmienny. Natura odkształcenia, jakiego doznaje krzywa, określa się kierunkiem, w jakim posuwa się punkt M , odpowiadający krzywej. Posuwanie się punktu M w dwóch kierunkach przeciwnych, daje odkształcenie o cechach przeciwnych.

11. Między wszystkimi możliwymi przesunięciami punktu M , które on może przybierać, posuwając się w różnych kierunkach, zasługują na szczególną uwagę te, które odbywają się wzdłuż prostych MA , MB równoległe do OB , OA . Gdy M posuwa się wzdłuż wprost MA (w jedną lub drugą stronę), parametr a pozostaje bez zmiany, to jest $OA=a$, a stąd odkształcenie krzywej, wytworzone przez ten ruch, pochodzić będzie tylko od parametru b . Podobnie, gdy M poruszać się będzie wzdłuż prostej MB , będziemy mieli odkształcenie krzywej, pochodzą-

ce od zmiany jednego tylko parametru a . Te dwa gatunki przekształceń wzdłuż MA i wzdłuż MB odznaczają się tem, że do nich mogą być sprowadzone wszystkie inne i dlatego nazwiemy je *typowymi*.

Rozpatrzmy, na przykład, odkształcenie, zachodzące wtedy, gdy punkt M przechodzi do sąsiedniego punktu M' . Punkt M może przejść do M' , postępując prosto wzdłuż MM' , lecz może dojść do tego punktu, przechodząc najprzód z punktu M do Q , a następnie z Q do M' . W tem przejściu znajdzie pierwsze odkształcenie typowe przy przechodzeniu od M do Q , a do niej dołączy się drugie odkształcenie typowe przy przechodzeniu od Q do M' . Rezultat ostateczny tych dwóch odkształceń typowych będzie, oczywiście, identyczny z rezultatem jednego odkształcenia, odpowiadającego przejściu wprost od M do M' .

Tak więc, wszystkie nieskończenie liczne odkształcenia, którym poddana być może krzywa wraz z posuwaniem się punktu M w nieskończenie wielu kierunkach płaszczyzny, mogą być sprowadzone do dwóch odkształceń typowych, tym zaś odpowiadają przypadki, w których zmienia się tylko jeden z dwóch parametrów. Odkształcenie, odpowiadające MM' , jest więc wypadkową dwóch odkształceń MQ i QM' , które składają się jak ruchy w mechanice.

12. Na miejsce złożonego pojęcia odkształcenia figury, podstawiliśmy pojęcie daleko prostsze ruchu punktu. Można nadać temu punktowi ruchy dowolnej wielkości i natury. Niech M będzie położenie początkowe, odpowiadające danej for-

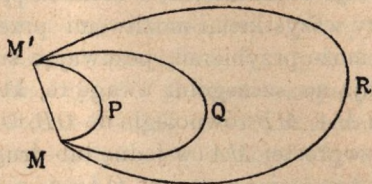


Fig. 8.

mie, M' inne położenie, jakkolwiek odległe, odpowiadające formie jakkolwiek różnej od pierwszej. Od M można przejść do M' ,

nieskończenie wieloma drogami. Niechaj MPM' będzie drogą obraną; punkty jej w liczbie nieskończonej przedstawiają nieskończenie wiele form różnych, które stopniowo przybiera krzywa, przechodząc od formy, odpowiadającej punktowi M do formy, odpowiadającej punktowi M' . Inna droga MQM' da ten sam skutek, zmuszając krzywą do przejścia przez szereg form zupełnie odmiennych. Stąd forma może przejść na inną nieskończenie wieloma sposobami, to jest nieskończenie wieloma szeregami rozmaitych odkształceń, zostając jednak zawsze w zakresie form, należących do rodziny krzywych, określonych dwoma parametrami w sposób ustanowiony na początku.

Ale nie wszystkie szeregi odkształceń, przez które przechodzi się od jednej formy do drugiej, będą jednakowo proste. Niech będą M i M' dwa punkty nie bardzo odległe i odpowiadające dwóm formom nie bardzo różnym. Jeżeli dla dojścia [od M do M' wzięta jest droga o znacznym obwodzie, taka jak np. MRM' , to krzywa przy przechodzeniu od jednej formy do drugiej, będzie mogła przybierać postaci, bardzo różniące się od początkowej, odpowiadającej punktowi M , i od końcowej, odpowiadającej punktowi M' . Lecz ponieważ stany początkowy i końcowy mało się różnią, wiele pracy włożonej na przekształcenie jej w pierwszej części drogi zatraci się w drugiej jej części. Pokazuje to, że z pośród wszystkich szeregów odkształceń, przez które forma, odpowiadająca punktowi M , może przejść na formę M' , jest tylko jeden, w którym praca, raz włożona na zmienianie jej, nie traci się już i zarazem jest najmniejszą możliwą. Linia przejścia, odpowiadająca temu najprostszemu i najoszczędniejszemu w użyciu przy przekształceniu, nie może być wiele różna od prostej MM' . Nazywamy ją linią prostą przekształcenia.

13. Umowa co do przedstawienia rzędu całkowitego krzywych. Przypadek 3-ch lub więcej parametrów. Sposób przedstawienia za pomocą punktów rozmaitych form krzywych, należących do tej samej rodziny i ich wzajemnych przekształceń, można z łatwością rozciągnąć na rodziny krzywych o dowolnej liczbie parametrów.

Przypuśćmy, że układ zależy od trzech parametrów; możemy łatwo przedstawić je za pomocą trzech odległości punktu M od trzech płaszczyzn wzajemnie prostopadłych, dowolnie poprowadzonych w przestrzeni o trzech wymiarach. Każda forma krzywej będzie dana, gdy będą wiadome wartości trzech przynależnych jej parametrów, a tym wartościom, jakkolwiek wybranym, odpowie zawsze jeden punkt M przestrzeni, przedstawiający daną krzywą. Odwrotnie, każdy punkt M przestrzeni za pomocą trzech odległości od trzech wyżej wspomnianych płaszczyzn określa trzy parametry, a przez to formę krzywej, temu punktowi odpowiadającej. I w tym przypadku mogą być powtórzone wszystkie rozumowania, podane dla przypadku dwu parametrów. Ruch punktu M w dowolnym kierunku przestrzeni trójwymiarowej określi poszczególne odpowiadające mu odkształcenie krzywej. Będziemy mieli trzy odkształcenia typowe, odpowiadające ruchowi punktu M w kierunku trzech prostopadłych do danych płaszczyzn, i wszystkie nieskończenie liczne odkształcenia, odpowiadające ruchowi w dowolnym kierunku, będzie można sprowadzić do sumy lub kombinacji trzech odkształceń typowych. Ruch punktu M ze swego miejsca do miejsca punktu M' będzie przedstawiał szereg odkształceń, przez które krzywa, odpowiadająca punktowi M , przekształca się na krzywą, odpowiadającą punktowi M' , a może to stać się nieskończenie wieloma sposobami, gdyż punkt M po nieskończeniu wielu drogach może przejść do punktu M' . Z tych zaś dróg jedna będzie najprostsza i wymagać będzie minimum pracy odkształcenia.

Ten sam sposób przedstawienia można będzie zastosować do układów krzywych, zależnych od dowolnej liczby n parametrów, dobierając dla każdej krzywej ten punkt M , którego położenie w przestrzeni n -wymiarowej jest określone przez wartości specjalne n parametrów, które tej krzywej odpowiadają. Wprawdzie, przedstawienie to przestaje być wyobrażalnym, lecz niema przeszkód, by stosować je i w tym przypadku i rozciągnąć na nie rozumowania i wyniki, wyżej podane dla przypadku dwu lub trzech parametrów. Widocznem jest tedy, że i w tym przypadku, jeżeli wyjdziemy z punktu M , który według umowy oznacza daną formę, każdemu kierunkowi przestrzeni n -wymia-

rowej, w której punkt M może się poruszać, odpowie poszczególna jakość odkształcenia krzywej, przedstawionej przez punkt M . Lecz wszystkie te odkształcenia nie są zupełnie niezwiązane jakimś prawem, gdyż i tu wszystkie mogą być sprowadzone do sumy lub kombinacji z n odkształceń typowych.

14. Zależność wzajemna odkształceń. Wynik, dopiero co podany, jest nadzwyczaj ważny: przezeń bowiem rozumiemy, że dla przejścia od jednej danej formy krzywej do innej, choćby bardzo mało różnej formy, do tejże rodziny należącej, nie można postępować dowolnie. Dokonane odkształcenie może być li tylko wynikiem nałożenia pewnej liczby odkształceń typowych, o charakterze ściśle określonym; inaczej, zajdzie to, że nowa krzywa wypadkowa nie będzie już należała do rodziny poprzednich. Zacieśnia to znacznie granice możliwych odkształceń i wprowadza ściśle zależności między odkształceniami, zachodzącymi w rozmaitych częściach tej samej krzywej. Dla ustalenia myśli, rozważmy rodzinę krzywych o dwóch parametrach, na przykład rodzinę elips. Jasnem jest, że jeżeli weźmiemy za punkt wyjścia jedną taką elipsę, to odkształcenia, które z nią będzie można wykonać, muszą być równe i symetryczne względem obu jej osi. Gdyby tedy żądano, by jeden wierzchołek elipsy był zmieniony w ten sposób, żeby był nieco bardziej zaokrąglony, to nie można będzie tego osiągnąć bez odpowiedniej zmiany i w drugim wierzchołku, gdyż dwa wierzchołki elipsy nie mogą nie być jednakowymi i symetrycznymi. Gdyby zaś chciano wykonać podobną zmianę w jednym tylko wierzchołku, wtedy nowa krzywa przestałaby być elipsą; takim sposobem usuwałaby się z pod warunków, nierozłącznie związanych ze wszystkimi krzywymi rozważanej rodziny.

Dochodzimy tedy do rezultatu, że dana zmiana, zjawiająca się w jednej części krzywej, koniecznie pociąga za sobą odpowiednie zmiany w innych jej częściach. To zjawisko, zwane zależnością wzajemną odkształceń, jak zobaczymy w dalszym ciągu, stosuje się także do organizmów w przyrodzie.

15. Obszar i granice gatunków geometrycznych. Przy pomocy przedstawienia, wyłożonego w poprzednich paragrafach, jesteś-

my obecnie w stanie sprowadzić do pojęć prostych i intuicyjnych, wszystko to, co się odnosi do związków, jakie dana forma układu ma z innemi formami. Zaczniemy od rozważania obszaru, zajętego przez jeden gatunek, i granic, oddzielających go od zakresów analogicznych gatunków pokrewnych. Rozważmy dla uzasadnienia tych poglądów obszar linii algebraicznych rzędu 2-go (stożkowych), które, jak wyżej objaśniono, są określone za pomocą dwóch parametrów i których każda forma możliwa jest przedstawiona przez miejsce odpowiadającego jej punktu na płaszczyźnie.

Jest widocznem, że sąsiednie punkty płaszczyzny muszą odpowiadać formom, niewiele różniącym się od siebie, i że gdy punkt przebiega płaszczyznę w kierunku dowolnym, to formy, odpowiadające kolejnym jego położeniom, muszą się zmieniać w sposób ciągły, a nie skokami. Możemy stąd wniesć, że ten obszar płaszczyzny, któremu odpowiadają wszystkie formy danego gatunku, stanowi obszar ciągły; innemi słowy: każdy gatunek ma swój określony obszar, w którym znajdują się punkty, należące do danej formy i z którego wykluczone są formy, należące do innych gatunków.

Otóż są dwa gatunki krzywych rzędu drugiego: gatunek elips i gatunek hyperbol, nadto jest gatunek parabol, będący przypadkiem granicznym. Jeżeli tedy rozpatrzmy wszystkie punkty płaszczyzny, odpowiadające elipsom, znajdziemy, że są one wszystkie zebrane w pewnej części tej płaszczyzny; w pozostałej zaś części płaszczyzny znajdziemy zebrane wszystkie punkty, odpowiadające hyperbolom. Te części płaszczyzny będą dziedzinami czyli obszarami elips i hyperbol. Granica tych obszarów będzie należała do formy, stanowiącej przejście od elips do hyperbol, to jest do parabol. Gdy więc obszar elips i obszar hyperbol zajmują pola tej płaszczyzny, obszar parabol zajmie tylko punkty linii granicznej tych pól. I jest widocznem, że od formy eliptycznej nie możemy przez kolejne przekształcenie przejść do formy hyperbolicznej, nie przechodząc linii granicznej, to jest nie przechodząc przez formę paraboli, która dla tego może być uważana jako typ przejściowy.

Podobnież dla krzywych o trzech parametrach obszarem wszystkich form możliwych będzie przestrzeń trójwymiarowa; każdy gatunek zajmie część tej przestrzeni, która to część będzie stanowiła jej obszar. Granicą pomiędzy obszarami dwóch gatunków będzie powierzchnia, której punkty odpowiadają formom granicznym lub typom przejściowym między rozpatrywanemi gatunkami.

16. Dla krzywych o n parametrach obszarem wszystkich możliwych form jest przestrzeń n -wymiarowa, której każdy gatunek zajmie część określoną, będącą obszarem tego gatunku. Każdy z tych obszarów będzie odgraniczony od analogicznego obszaru gatunku sąsiedniego przestrzenią o $n-1$ wymiarach, która ze swej strony stanowi obszar gatunku mniej ogólnego, stanowiącego typ przejściowy między dwoma sąsiednimi ogólniejszemi gatunkami. Gdy liczba wymiarów jest większa od trzech, przestrzenie te nie mogą być objęte wyobraźnią. Mogą wszakże być zawsze pojmowane jako przedstawienie rozmaitości różnych rzędów, i poprzednie wyniki nie tracą na znaczeniu realnem. Jakąkolwiek jest liczba wymiarów, będziemy mogli sposobem schematycznym i umówionym przedstawić całą przestrzeń, jako nieograniczoną płaszczyznę rysunku, części tej przestrzeni, czyli obszary, na jakie jest ona podzielona, przez ograniczone pola tej płaszczyzny, granice zaś między obszarami za pomocą linii, ograniczających te pola. Takim sposobem każdy punkt dowolnej przestrzeni będzie mógł zawsze być przedstawiony jako punkt. W ten sposób będziemy mieli wyobrażenia, nadające się do kierowania rozumowaniami i do przyobleczenia w formy konkretne pojęć naszych, chociaż należy dobrze pamiętać, że nie mamy tu doczynienia z prawdziwem przedstawieniem rzeczywistości rzeczy, lecz jedynie z oznaczeniami umówionemi. Nie trzeba też zapominać o tem, że związki między gatunkiem i jego granicami, wyobrażone na figurze dwuwymiarowej w sposób umówiony, zależą w rzeczywistości od mnogości rzędu wyższego i mogą należeć do obszaru o dowolnej liczbie wymiarów.

Niech S będzie obszarem danego gatunku krzywych, $S^1, S^2, S^3 \dots$ obszarami gatunków sąsiednich. Wszystkie punkty pola S będą

odpowiadały każdej jednej z nieskończenie wiele form, zawartych w odpowiednim gatunku. Punkty konturu granicznego będą należały do typów przejściowych do jednego z sąsiednich gatunków; własności zaś, cechujące gatunek S , przestaną mieć miej-

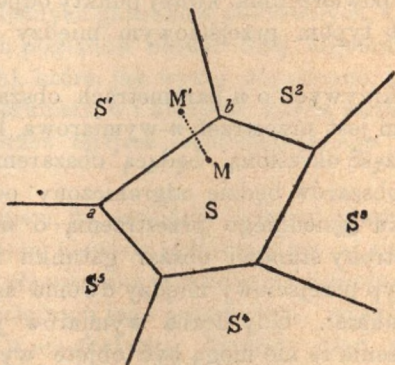


Fig. 9.

sce, dochodząc do granicy, z tego powodu, że będą podlegały własnościom innego gatunku. Widzimy stąd, że cechy charakterystyczne, odróżniające gatunek S od innych, będą mniej widoczne i mniej wyraźne w okolicach obszaru bliższych tych granic; gdy tymczasem formy, prawdziwie przedstawiające gatunek S w całej czystości, formy prawdziwie typowe gatunku S będą odpowiadały środkowym częściom pola.

Jeżeli rozważamy formę gatunku S , przedstawioną przez punkt M i formę gatunku S' , przedstawioną przez punkt M' , to różnica między nimi, kiedy punkty M i M' są obydwa bardzo bliskie granicy ab , oddzielającej oba pola S i S' , będzie mniejsza, niż wtedy, kiedy oba punkty będą dalekie od granicy. Forma, przedstawiona przez punkt M , bliski granicy ab , będzie mogła wogóle zmienić się na formę gatunku S' , zaczynając się na granicy ab , za pomocą odkształceń, mniej wymagających pracy i mniej radykalnych, niż te, jakich potrzeba, ażeby formę M zmienić na inny gatunek sąsiedni, np. na S^3 albo S^4 .

17. Odmiany, należące do jednego i tego samego gatunku geometrycznego. Każdy punkt obszaru, należącego do jednego ga-

Podobnież dla krzywych o trzech parametrach obszarem wszystkich form możliwych będzie przestrzeń trójwymiarowa; każdy gatunek zajmie część tej przestrzeni, która to część będzie stanowiła jej obszar. Granicą pomiędzy obszarami dwóch gatunków będzie powierzchnia, której punkty odpowiadają formom granicznym lub typom przejściowym między rozpatrywanymi gatunkami.

16. Dla krzywych o n parametrach obszarem wszystkich możliwych form jest przestrzeń n -wymiarowa, której każdy gatunek zajmie część określoną, będącą obszarem tego gatunku. Każdy z tych obszarów będzie odgraniczony od analogicznego obszaru gatunku sąsiedniego przestrzenią o $n-1$ wymiarach, która ze swej strony stanowi obszar gatunku mniej ogólnego, stanowiącego typ przejściowy między dwoma sąsiednimi ogólniejszymi gatunkami. Gdy liczba wymiarów jest większa od trzech, przestrzenie te nie mogą być objęte wyobraźnią. Mogą wszakże być zawsze pojmowane jako przedstawienie rozmaitości różnych rzędów, i poprzednie wyniki nie tracą na znaczeniu realnem. Jakąkolwiek jest liczba wymiarów, będziemy mogli sposobem schematycznym i umówionym przedstawić całą przestrzeń, jako nieograniczoną płaszczyznę rysunku, części tej przestrzeni, czyli obszary, na jakie jest ona podzielona, przez ograniczone pola tej płaszczyzny, granice zaś między obszarami za pomocą linii, ograniczających te pola. Takim sposobem każdy punkt dowolnej przestrzeni będzie mógł zawsze być przedstawiony jako punkt. W ten sposób będziemy mieli wyobrażenia, nadające się do kierowania rozumowaniami i do przyobleczenia w formy konkretne pojęć naszych, chociaż należy dobrze pamiętać, że nie mamy tu doczynienia z prawdziwem przedstawieniem rzeczywistości rzeczy, lecz jedynie z oznaczeniami umówionymi. Nie trzeba też zapominać o tem, że związki między gatunkiem i jego granicami, wyobrażone na figurze dwuwymiarowej w sposób umówiony, zależą w rzeczywistości od mnogości rzędu wyższego i mogą należeć do obszaru o dowolnej liczbie wymiarów.

Niech S będzie obszarem danego gatunku krzywych, $S^1, S^2, S^3 \dots$ obszarami gatunków sąsiednich. Wszystkie punkty pola S będą

odpowiadały każdej jednej z nieskończenie wiele form, zawartych w odpowiednim gatunku. Punkty konturu granicznego będą należały do typów przejściowych do jednego z sąsiednich gatunków; własności zaś, cechujące gatunek S , przestaną mieć miej-

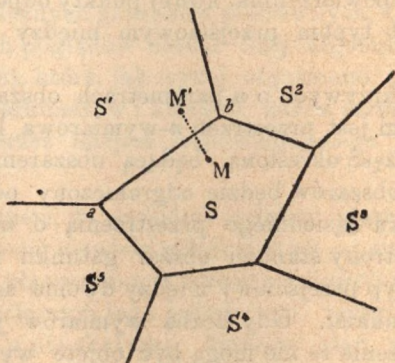


Fig. 9.

sce, dochodząc do granicy, z tego powodu, że będą podlegały własnościom innego gatunku. Widzimy stąd, że cechy charakterystyczne, odróżniające gatunek S od innych, będą mniej widoczne i mniej wyraźne w okolicach obszaru bliższych tych granic; gdy tymczasem formy, prawdziwie przedstawiające gatunek S w całej czystości, formy prawdziwie typowe gatunku S będą odpowiadały środkowym częściom pola.

Jeżeli rozważamy formę gatunku S , przedstawioną przez punkt M i formę gatunku S' , przedstawioną przez punkt M' , to różnica między nimi, kiedy punkty M i M' są obydwa bardzo bliskie granicy ab , oddzielającej oba pola S i S' , będzie mniejsza, niż wtedy, kiedy oba punkty będą dalekie od granicy. Forma, przedstawiona przez punkt M , bliski granicy ab , będzie mogła wogóle zmienić się na formę gatunku S' , zaczynając się na granicy ab , za pomocą odkształceń, mniej wymagających pracy i mniej radykalnych, niż te, jakich potrzeba, ażeby formę M zmienić na inny gatunek sąsiedni, np. na S^3 albo S^4 .

17. Odmiany, należące do jednego i tego samego gatunku geometrycznego. Każdy punkt obszaru, należącego do jednego ga-

tunku geometrycznego, przedstawia jedną formę krzywej, tak, że obszar jest całkowicie zajęty przez formy tego gatunku. Lecz każdy gatunek zawiera nieskończenie wiele form, a ta nieskończoność jest rzędu n , gdy n jest liczbą parametrów. Jeżeli tedy nazwiemy o d m i a n ą każdą formę krzywej, różniącą się od innych, wywnioskujemy stąd, że liczba odmian każdego poszczególnego gatunku krzywych jest nieskończenie wielka. Te odmiany będą tworzyły układ ciągły, to jest będzie można przechodzić od jednej do drugiej przez stopnie nieznaczne i nie będzie żadnego kryterium naturalnego dla podziału ich na istotnie różne kategorie.

Możemy jednak pomyśleć przypadek, w którymby liczba, czyli jakość form, była ograniczona przez jakieś warunki. Zamiast nadawać parametrom wszystkie ich możliwe wartości, możemy przyjąć, że są one ograniczone do pewnej klasy wartości, możemy np. przypuścić, że z powodu jakichś koniecznych danych zadania wszystkie te parametry muszą być liczbami całkowitemi, albo należeć do innego jakiegokolwiek szeregu wartości, i oprócz tego w danym szeregu wartości nie mogą przekraczać pewnych granic. W tym przypadku możliwe kombinacje parametrów zmniejszą się jeszcze bardziej, tak że w obszarze danego gatunku formy, przyjęte jako możliwe, będą przedstawione przez ogół punktów odosobnionych, oddalonych od siebie na większą lub mniejszą odległość, jak to jest oznaczone na figurze 10-ej przez punkty, któremi jest ona usiana. Zresztą rzadko i tylko wypadkowo zajdzie to, że któryś z punktów znajdzie się na jednej z granic, oddzielających obszary różnych gatunków; stąd wniosek, że ogólnie mówiąc, formy przejściowe nie będą istniały, albo też istnieć tylko będą w przypadkach osobliwych.

Przejście od każdej formy do form sąsiednich odbywać się będzie ze znacznym skokiem; a ponieważ te formy sąsiednie sprowadzają się do małej liczby, będzie przez to również zmniejszona możność przechodzenia od jednej formy do drugiej. Cała rodzina krzywych, w ten sposób zredukowanych co do liczby, będzie istniała, podobnie jak poprzednio, lecz możliwem jest, że któryś z gatunków zniknie zupełnie, gdy w obszarze jego nie będzie żadnego punktu. Ale każdy gatunek będzie w sposób wyraźny odgraniczony od sąsiednich bez żadnej z niemi łączno-

ści, tak że od ostatniej odmiany x gatunku S będzie się przechodziło do pierwszej odmiany y gatunku sąsiedniego S' za pomocą

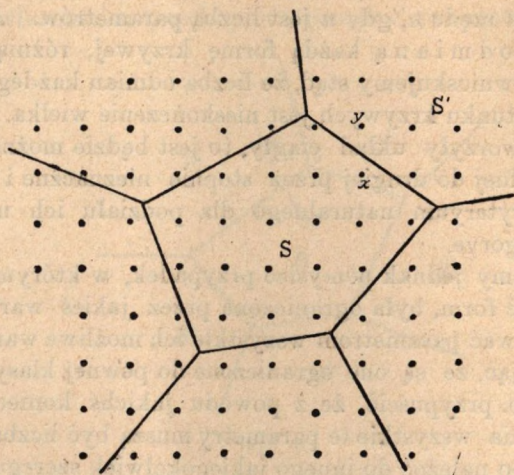


Fig. 10.

skoku większego niż ten, który ma miejsce przy przejściu od jednej odmiany do drugiej, należącej do tegoż gatunku.

18. Szeregi analogiczne. Rozpatrzmy dla uproszczenia układ nieciągły o dwóch tylko parametrach, podobny do przedstawionego na figurze poprzedniej, i przypuśćmy, że jednemu z parametrów a nadajemy wartość stałą, wybraną z pośród wartości, które może on przyjmować. Gdy zmieniamy drugi parametr b i dajemy mu kolejno wszystkie dopuszczalne dla niego wartości, punkty, przedstawiające tak otrzymane formy, będą ustawione rzędem jeden za drugim w szeregu i będą tworzyły wzdłuż tegoż szereg regularny $u, u', u'', u''', \dots$, ciągnący się po przez cały układ od końca do końca. Typy krzywej, przedstawione przez te punkty, ponieważ mają wspólny parametr, będą związane pewnem podobieństwem cech, którego nie będą posiadały dwa typy, wzięte jakkolwiek w układzie i różniące się obydwoma parametrami.

Nadto jest widocznem, że w tym samym szeregu u, u', u'', u''' krzywe będą szły, zmieniając się stopniowo od jednego typu do drugiego, tak że te zmiany, za pomocą których przechodzi się od formy u do formy u' , ponieważ postępują ciągle w tym samym kierunku, wydadzą w końcu typy $u'', u''', u''', \dots$ coraz odleglejsze od u i w ten sposób, że przez małe stopnie zmian doprowadzą do form bardzo różnych od pierwotnej u . Pomimo to, wszystkie te typy, chociaż zawierają formy wielce różne, będą miały jakąś wspólną cechę, zależną od parametru a , który przyjmujemy jako równy dla nich wszystkich



Fig. 11.

Otóż widocznem jest, że takich szeregów możemy mieć tyle, ile jest wartości dopuszczalnych dla parametru a . A więc będziemy mieli oprócz tego szeregu $u, u', u'', u''', \dots$ inne szeregi $v, v', v'', v''', \dots$ $x, x', x'', x''', \dots$ rozłożone prawidłowo wzdłuż linii o kierunku jednakowym z kierunkiem szeregu pierwszego, tak że do pewnego stopnia słusznie możemy szeregi nazwać **równoległymi**. Ogół szeregów, otrzymanych przez nadawanie parametrowi a wszystkich wartości dopuszczalnych, utworzy całość układu, którego każdy punkt będzie należał do jednego szeregu poszczególnego. Typy każdego szeregu będą miały między sobą stopień bliższego pokrewieństwa, zależny od wspólnego parametru.

Możemy powtórzyć to rozumowanie, zastępując jeden parametr przez drugi. Przyjmijmy tedy, że parametrowi b nadajemy jedną wartość oznaczoną z pomiędzy tych wartości, jakie przybierać może. Jeżeli zmieniać będziemy parametr drugi i nadawać mu kolejno wszystkie dopuszczalne wartości, to punkty tak otrzymane, jak wyżej, znajdują się rzędem na jednej linii i wzdłuż tej linii utworzą szereg regularny $u, v, x, y, z, \dots$, biegnący poprzez cały układ od końca do końca, lecz w kierunku różnym od szeregów poprzednio uważanych. Typy tego nowego szeregu dadzą nam skalę form, zmieniających się stopniowo, lubo zachowując wzajemnie cechę specjalną powinowactwa, za-

leżną od wspólnej dla nich wartości parametru b . I tych szeregów będziemy mieli tyle, ile jest wartości dopuszczalnych dla tego parametru. Stąd więc, oprócz szeregu $u, v, x, y, z, \dots$, będziemy mieli szeregi $u', v', x', y', z' \dots u'', v'', x'', y'', z'' \dots u''', v''', x''', y''', z''' \dots$, wszystkie w położeniu pewnej równoległości z pierwszym, a ogół ich wszystkich obejmuje znów cały układ; każdy zaś punkt należeć będzie do jednego szeregu poszczególnego, a w każdym szeregu panować będzie pewne pokrewieństwo z przyczyny wspólnej wartości parametru b .

19. Rozważania te nie tylko wyjaśniają, dlaczego w naszych figurach rozmieszczamy typy odmian według wierszy i kolumn, lecz nadto prowadzą do ważnej uwagi. Niech będą dwie klasy szeregów, jedna idąca wszerz, odpowiadająca jednemu parametrowi, druga idąca wzdłuż, odpowiadająca drugiemu, wtedy każdy typ układu należeć będzie równocześnie do dwóch szeregów: jednego jednej, drugiego drugiej klasy. Ponieważ zaś w każdym szeregu panuje specjalne pokrewieństwo lub podobieństwo form, więc każdy typ układu będzie związany z typami innemi naokoło niego w czterech rozmaitych kierunkach i będzie wykazywał w tych kierunkach dwa różne rodzaje analogii. Oto przyczyna, dla której szeregom omawianym nadaliśmy nazwę szeregów analogicznych.

To, co powiedziano o układzie z dwoma parametrami, z łatwością możemy przenieść na układy bardziej złożone. Gdy parametrów jest trzy, łatwo się przekonać, że mielibyśmy trzy klasy szeregów analogicznych, w każdym zaś z nich wszystkie wyrazy miałyby wspólne dwa parametry i różniłyby się wartością trzeciego. Wzajemną zależność tych trzech klas moglibyśmy przedstawić, mówiąc, że jedna biegnie wzdłuż szerokości, druga wzdłuż długości, trzecia wzdłuż wysokości. Każdy typ układu będzie należał do trzech szeregów analogicznych i będzie związany z typami sąsiednimi w 6-iu rozmaitych kierunkach, odpowiadających trzem różnym rodzajom analogii. Jeżeliby parametrów było n , mielibyśmy n klas szeregów analogicznych, w każdej z nich wyrazy ich miałyby wspólne wartości $n-1$ parametrów, t. j. różniłyby się pomiędzy sobą wartością jednego parametru. Każdy typ układu będzie należał do n szeregów i będzie zwią-

zany z sąsiednimi typami w $2n$ rozmaitych kierunkach, odpowiadających n rozmaitym rodzajom analogii.

20. Równoległość typów w dwóch szeregach równoległych. Rozpatrzmy dwa szeregi, należące do tej samej klasy, sąsiednie i równoległe np. $x, x', x'' \dots y, y', y'' \dots$ Przesunięcia, za pomocą których przechodzi się od wyrazu x do odpowiedniego wyrazu y , od x' do y' i t. d., ponieważ są prawie równe co do wielkości i kierunku, będą odpowiadały niewiele różniącym się zmianom form, co będzie można wyrazić, mówiąc, że x ma się do y , jak x' do y' , jak x'' do $y'' \dots$ W stopniowaniach formy tych typów w obydwóch szeregach, od początku ich aż do końca, okaże się równoległość o tyle ściślejsza, o ile mniej się różnią cechy wyrazów początkowych x i y . To samo można powiedzieć, porównyując szereg $x, x', x'' \dots$ z innym przyległym $v, v', v'' \dots$ Ta równoległość form w dwóch lub więcej szeregach równoległych układu jest szczególnie ważna, gdy zamiast typów geometrycznych krzywych rozpatrujemy typy organiczne przyrody.

ROZDZIAŁ III.

Formy organizmów przyrody, ich parametry, prawo ich wzajemnej zależności. Typy normalne, ich nieciągłość i ich wzajemny stosunek; szeregi analogiczne.

21. *Układy krzywych i układy organiczne.* Ideą zasadniczą tej pracy jest zbadanie, pod jakim względem da się przeprowadzić porównanie układów krzywych, mających początek w jednym i tym samym wzorze (lub w jednym i tem samem prawie konstrukcyi) z jakim bądź układem tworów przyrody organicznej, które odpowiednio do ich wspólnych cech są rozklasyfikowane na tej zasadzie według jednakowego podziału, oznaczanego nazwą rodzaju, rodziny, rzędu, klasy, królestwa. Tu odrazu uderza nas wielka różnica, zachodząca pomiędzy krzywą a dowolnym typem organizmu w przyrodzie. Badanie każdej krzywej polega na badaniu czystej formy geometrycznej; w organizmach, oprócz elementu geometrycznego formy, należy rozważać układ fizyczny, chemiczny i fizjologiczny jego części, charakter funkcji, stanowiących ich życie, nie wyłączając i funkcji z zakresu psychologicznego. Krzywa powstaje na zasadzie pojęcia matematycznego, ścisłego i czysto idealnego; między organizmami zaś niema typu czystego bez-

względne, przedstawionego przez jeden lub więcej egzemplarzy; osobniki, w których urzeczywistnione jest pojęcie typu, podległe są tysiącom wpływów modyfikujących i zakłócających, o skutku czasowym lub stałym. Krzywa, raz określona za pomocą prawa jej konstrukcyi i jej parametry, jest całkowicie niezmienną; organizmy zaś w czasie swego istnienia przechodzą rozmaite stadia rozwoju, ulegając stopniowej ewolucyi od stanu embryonalnego do stanu maksymalnego rozwoju, który najczęściej jest uważany za ich stan normalny. Żadnej z tych różnic nie powinniśmy lekceważyć w rozważaniach porównawczych, o które nam chodzi.

22. Parametry organizmów przyrody. Widzieliśmy wyżej, że w każdej rodzinie krzywych każda forma odrębna różni się od innych wartościami specyjalnemi, jakie mogą przybierać pewne ich elementy zasadnicze, nazwane parametrami. Otóż pojęcie to i inne, zależne od niego, można, jak miemam, przenieść na układy tworów organicznych, mimo wielkiej różnicy między temi ostatniemi a krzywymi. Sądzę, że typy organiczne przyrody, lubo zmieniają się pod działaniem licznych wpływów, są również, co do swych cech wybitnych, określone przez pewną liczbę elementów zasadniczych według pewnego prawa lub wzoru, określonego dla każdej kategorii lub podziału. Tożsamość wzoru stanowi, podobnie jak dla krzywych, o cechach wspólnych kategorii i, podobnie jak dla krzywych, cechy wspólne każdego podziału zależą od zmiany elementów zasadniczych. Jak różne gatunki krzywych tej samej rodziny określone są przez różne kombinacye wartości, jakie mogą przybierać ich parametry, podobnie też różne kombinacye elementów zasadniczych, większa lub mniejsza rola, jaką każdy z nich może odgrywać w danym układzie i funkcyjach pojedynczego specjalnego organizmu, są określone przez różnice specyficzne w granicach tej samej kategorii.

Te elementy zasadnicze określające możemy umówić się nazywać *parametrami* organizmu, czerpiąc z teoryi krzywych nazwy i zarazem w części i samo pojęcie. Mówię w części, gdyż idea, odpowiadająca tej nazwie, jest w przypadku organizmu daleko bardziej złożona, i to tem bardziej, że organizm

przyrody, choćby najpierwotniejszy, przewyższa złożonością budowy i składu linię krzywą. Nadto, będąc bardziej skomplikowanym, jest zarazem mniej określonym i nawet w obecnym stanie nauki jest nieokreślony co do każdej swej części. W krzywych parametry są liniami lub liczbami, w których jedna tylko rzecz jest do zbadania, mianowicie wielkość. Wpływ każdego parametru na formę krzywej jest dokładnie określony, bądź to przez prawo konstrukcyi, bądź przez wzór, od którego zależą wszystkie krzywe układu; innych stron zagadnienie to nie posiada. Lecz nikt dotąd nie jest w stanie wyznaczyć jakościowo i ilościowo elementów określających organizmu pod względem jego formy, budowy fizycznej i fizyologicznej i jego funkcyj. Jeszcze trudniej wskazać udział, jaki bierze każdy element, jako czynnik składowy tegoż organizmu. Pewnem jest, że te parametry nie są wszystkie jednorodnemi i nie dają się odnieść do jednakowej kategorii; chodzi tu nie tylko o ich liczbę, jak to ma miejsce dla krzywych, lecz oprócz tego i o skomplikowaną różnorodną ich *jakość*. Szczęściem, jak to zobaczymy z przykładów, porównanie dwóch rzędów faktów i wykazanie ich równoległości w granicach, które sobie zakresłamy, można uczynić w zarysach ogólnych, bez wchodzenia w szczegóły, obecnie jeszcze niedostępne dla dociekania.

23. *Związki między zmianami organizmu, zależność ich rozwoju.* Najprzód, co się tyczy zmian typów organicznych, należących do danego układu, jeżeli przypuścimy, że wszystkie w budowie swej muszą podlegać jednemu wzorowi zasadniczemu, to zmiany jednego typu na inny, lub jednego indywiduum na inne tego samego typu, nie będą dowolne, lecz będą podległe prawom, wynikającym z tegoż wzoru zasadniczego. Gdyby tak nie było i gdybyśmy chcieli przejść od jednego typu do innego (choćby nadzwyczaj mało różnego), wprowadzając zmiany dowolne, wtedy nowy typ, tak utworzony, wogóle mówiąc, nie podlegałby warunkom, nałożonym przez zasadniczy wzór i znalazłby się po za granicami układu. Tak więc, między rozmaitemi zmianami, którym może podlegać organizm, zależnie od jakiegokolwiek bądź przyczyny zachodzi prawo *spółzależności*, mocą którego pewne dane zmiany są częściowo

określone, inne zaś zmiany są wyłączone. Takie prawo, które, jak widzieliśmy, zachodzi w świecie krzywych (§ 13, 14), zachodzi też w rozwoju i w modyfikacjach istot organicznych i jest jednym z praw naczelných ewolucyi typów przyrody, odkrytem a przynajmniej opisanem mistrzowsko przez *Darwina* w jego dziele „O powstawaniu gatunków“ i obszerniej jeszcze w drugim jego dziele „O zmienności zwierząt i roślin“, Rozd. XXV. Dla nas prawo to przedstawia się nietylko jako fakt obserwacyi, lecz jako wynik konieczny zasady.

Piękny przykład rozległości stosowania tego prawa spółzależności w przyrodzie stanowi łatwość, z jaką u niektórych zwierząt odtwarzają się dokładnie części ich ciała, nawet utracone wskutek skaleczenia ¹⁾.

Jeżeliby tworzenie się nowych komórek, które ma miejsce na powierzchni skaleczonego organu, nie było regulowane żadną zasadą, dałoby ono początek narostowi bezkształtnemu, albo, co najwyżej, wytworzyłoby mniej lub więcej regularne przedłużenie odciętych tkanek. To więc, co określa odtworzenie budowy poprzedniej, jest właśnie prawem spółzależności części, którego każde pogwałcenie doprowadziłoby do potworności. Tu część organizmu wystarcza do określenia organizmu w całości, zupełnie w tym samym stopniu, jak mając dany łuk koła, geometra ma już elementy konieczne do opisanie całego okręgu bez żadnej niepewności. Prawo spółzależności stosuje się zatem nie tylko do mniejszych zmian, lecz przewodniczy też w harmonii organizmu w całym jego rozwoju.

Wiedząc, że to prawo stosuje się nietylko do zmian tej samej natury, np. między wzrostem jednego organu i wzrostem drugiego, jesteśmy skłonni do przyjęcia, że zachodzi ono pomiędzy zmianami natury różnej, które pozornie zdają się nie mieć ze sobą żadnego związku, np. między pewnemi formami zmiany morfologicznej a mniejszym lub większym stopniem doskonałości, z jakim spełniane są dane funkcyje organizmu, a nawet funkcyje psychiczne. W tem tkwi źródło związków, których szu-

¹⁾ Kilka godnych uwagi przykładów znajdujemy u *Darwina* w jego dziele „O zmienności zwierząt i roślin“, Rozd. XXIV.

kali Lavater i Gall, przynajmniej w części swych prac, którym doświadczenie nie odmówiło swej sankcyi.

Zresztą, gdy spełniają się warunki, nałożone przez prawo spółzależności, będziemy musieli przypuścić, że w rzeczywistości możliwemi są (dopóki obserwacya faktów nie przekona nas o przeciwnem) wszystkie zmiany, nie wychodzące z granic, przez to prawo zakreślonych. Jako przyczyny tych zmian przyjmujemy wszystkie podane przez Darwina w jego dziele „O powstawaniu gatunków“ i wogóle wszystkie, pomyśleć się dające czynniki ewolucyi w świecie organicznym. Zdaje mi się wszakże, że skutki tej ewolucyi nie są wolne od tego, co w pewnej mierze nazwałoby można dziełem przypadku. Mniemam, że te skutki są regulowane w części przez przyczyny ogólne i zamknięte w pewnych granicach przez prawa, praktycznie niepogwałcalne. Jednem z tych praw, jak widzieliśmy, jest prawo spółzależności. Drugiem jest prawo nieciągłości typów, którego jasne przykłady mamy w świecie nieorganicznym i, jak wszystko wskazuje, spełnia się w świecie organicznym.

24. Nieciągłość typów w świecie nieorganicznym W parametrach krzywych zmiany dotyczą tylko wielkości, którą można sobie zawsze wyobrażać jako zmieniającą się w sposób ciągły przez stopnie nieskończenie małe, bo taki jest sposób przejścia od jednego typu do dowolnego drugiego (§ 17). Lecz ciągłość geometryczna w przyrodzie nie istnieje. Same własności zasadnicze materyi wymagają koniecznie przypuszczenia, że każda jej część skończona złożona jest ze skończonej liczby odrębnych atomów; materya więc tworzy układ nieciągły. Łatwo widzieć, jaka jest ważność tego tak prostego faktu dla określenia w świecie fizycznym wszystkich podziałów i klasyfikacyj. Najprzód znajdujemy, że udzielając kawałkom materyi ciepło, rosnące stopniowo, określamy w niej trzy stany i nie więcej: stały, ciekły, gazowy, a od jednego z nich do drugiego przechodzi się nie stopniami ciągłemi, lecz przeskokami, gdyż stany przejściowe są niestałe i przypadkowe. Powtóre, zachodzi tu fakt, że gdy w cieple stałym cząsteczki rozmieszczają się według ich stanu równowagi naturalnej, ciało może krystalizować tylko w formach geometrycznych, które można rozklasyfikować na siedm układów

wielościannowych, dosyć prostych i nadających się do ścisłego zdefiniowania. I to są formy naturalne, które możnaby nazywać także formami organicznymi materii, bo równowaga w ciałach bezkształtnych jest zawsze wynikiem działań zakłócających, a nie swobodnego rozwinięcia ich sił wewnętrznych. Po trzecie zauważmy, że różne formy, w których substancja dana może krystalizować, nie tylko należą zawsze (mówiąc ogólnie) do tego samego układu, ale i są między sobą związane prawem Haüy, według którego stosunki parametrów homologicznych tych form (wielkości, określających nachylenie ścian kryształu do osi głównych) wyrażają się szeregiem liczb całkowitych. Lecz gdy zamiast jednego weźmiemy pod uwagę dwa ciała (lub dwie klasy atomów) i poddamy je połączeniu chemicznemu, to utworzy się z nich nowe trzecie ciało, różne od dwóch pierwszych; stosunek wagi składników nie będzie dowolnym, jak w jakiejś mieszaninie: zachodzą tu pewne określone stosunki i one to (cechując właściwie organizm chemiczny), bez względu na ich liczbę, także wyrazić się dają szeregiem liczb całkowitych (prawo określonych stosunków i wielokrotności stosunków Daltona). Gdy ciało jakiegokolwiek, przez dostateczne dodanie ciepła, sprowadzimy do stanu gazu rozżarzonego, utworzy się widmo, złożone z pewnej liczby linii świetlnych stałego położenia, wskazujących, że dla każdego ciała rozżarzonego promieniowanie jest możliwe tylko według określonych długości fali. Te wszystkie fakty i inne analogiczne, które możnaby tu wymienić, są wynikiem bezpośrednim budowy atomistycznej ciał i byłyby zupełnie niezrozumiałymi przy hipotezie materii ciągłej. Pokazują one, w jaki sposób z jednej zasady podziału materii na części odrębne, mogą pochodzić różnice gatunkowe, postępujące skokami w szeregu nieciągłym.

25. Układ chemiczny. Lecz ze wszystkich faktów tego rodzaju najważniejszy, bo dający w najwyższym stopniu pouczający punkt widzenia na podobieństwo ze światem organicznym, mamy w układzie elementów chemicznych, na którym to układzie oparta jest budowa wszechświata, dostępnego naszym

badaniom. Ciała tak zwane proste czyli pierwiastki w liczbie około 70 tworzą ogół typów materji, w zupełności określonych i zupełnie równych samym sobie w każdym czasie i w każdym miejscu. Łącząc się ze sobą w stosunkach stałych, tworzą one już nie mieszaniny proste i zmienne, ale nowe substancje, obdarzone cechami również określonymi i stałymi, i nadające się do dalszych wzajemnych kombinacyj. Ten jeden fakt jest sam przez się godnym zastanowienia; gdyby on nie miał miejsca i gdyby różne gatunki materji nie miały określonych typów i własności stałych, lecz mogły przez ciągle zmiany przechodzić jeden na drugi, trudno przypuścić, aby mogła mieć miejsce ta ciągła zadziwiająca zgodność następstwa oddziaływań wzajemnych, która stanowi życie wszechświata.

Lecz jest tu coś więcej. Elementy chemiczne nie istnieją, jak możnaby przypuszczać, jako niezależne jeden od drugiego, lecz stanowią w sobie zamknięty układ, nadający się do klasyfikacyi. W samej rzeczy, układając je w szereg według wielkości ich ciężarów atomowych i przebiegając ten szereg stopniowo, jak gdyby stopnie skali, Mendelejew i Lotaryusz Meyer znaleźli, że nawet własności fizyczne i chemiczne nie są przypadkowe, lecz powtarzają się peryodycznie wzdłuż szeregu; i tak elementy z własnościami podobnemi rozkładają się wzdłuż skali, w odstępach peryodycznych, oddzielonych całkowitym peryodem. Nadto, wzrost ciężarów atomowych nie jest dziełem przypadku, ale odstęp między nimi podległe są pewnym proporcjom arytmetycznym i tak mianowicie, że rozważanie tych odstępów pozwoliło przewidzieć istnienie elementów przedtem nieznanych, co później doświadczenie sprawdziło. To wszystko byłoby niezrozumiałem naukowo, gdyby 70 elementów chemicznych stanowiły tyleż danych pierwotnych, przy przyjmowaniu każdego z nich za odosobniony fakt obserwacyi, prosty, nie nadający się do dalszego badania analitycznego. Zdaje się być nieuniknionym wniosek, że pierwiastki chemiczne są rezultatem poprzednich działań przyrody, które odbywały się w sferze dotychczas niedostępnej dla naszych środków doświadczalnych; działań, prawdopodobnie sprowadzić się dających do je-

dnej zasady ogólnej i których rozmaite wytwory różnią się między sobą li tylko jako rozmaite gatunki tego samego rodzaju.

26. Widzimy tedy, że i w świecie nieorganicznym ze źródła ogólnego zjawisk wytryska wybitne dążenie tworzenia typów odrębnych, dobrze określonych i różniących się jeden od drugiego, których szeregi lub klasy postępują według różnic widocznych, a nie według stopni nieznacznych. Otóż to samo dążenie, w stopniu daleko widoczniejszym i w daleko większej liczbie przykładów, ujawnia się w świecie organicznym, gdzie każde zwierzę, każda roślina, należy do jednego gatunku; w tym ostatnim może być w większości przypadków bez wątpliwości klasyfikowana, po zbadaniu jej cech. Dlatego to botanika i zoologia pomiędzy wszystkimi naukami najwięcej miejsca udzielają klasyfikacji. Wobec podobnego faktu nie zdaje mi się być błędem logicznym pytanie do nas samych zwrócone, czy wypadkiem w pierwszym i drugim królestwie jednakowe skutki nie powstają w sposób jednakowy; czy czasem nieciągłość typów nie zależy także w świecie organicznym (jak pewnem jest, że w świecie nieorganicznym zależy) od charakteru wewnętrznego tych działań przyrody, które służą do ich wytwarzania? Zbadajmy te hipotezy, to jest przypuścmy, że przyroda i w swych tworach organicznych postępuje przez typy różne, określone a priori prawem, wyrażajacem konieczność fizyczną rzeczy, podobnie jak to ma miejsce w świecie nieorganicznym. Wnioski, jakie wyprowadzimy z takiej hipotezy, ugruntowane na podstawie faktów obserwowanych, dadzą miarę jej prawdopodobieństwa.

27. Rozpatrzmy więc taki układ nieciągły typów i przypuścmy, że on cały jest zależny od jednego prawa, czyli wzoru zasadniczego, jak to przedstawiono w § 22. Ponieważ zmiany jednego typu na drugi są nieciągłymi, zachodzić będzie podobnie nieciągłość parametrów określających i wniesiemy stąd, że tylko kombinacye pewnych specjalnych wielkości tych parametrów są możliwe w naturze. Taki więc układ będzie mógł być porównany z systemem nieciągłym krzywych geometrycznych, opisanym wyżej w § 17, i będzie można przedstawić go za pomocą zupełnie analogicznej konstruk-

cyi. Stosując i tu rozumowania, rozwinięte wyżej dla typów krzywych, dojdziemy do kilku rezultatów godnych uwagi.

a) Punkty, wyrażające w schemacie geometrycznym wszystkie możliwe typy (to jest odmiany) układu, były rozmieszczone według szeregów analogicznych (§ 18). To znaczy, że i typy organizmów przyrody winny tworzyć zbiór szeregów analogicznych. Naturalnie nie należy oczekiwać tego, by te wszystkie typy istniały dziś faktycznie: wiele z nich mogło wygasnąć już w dawniejszych epokach ziemi, nie zostawiwszy po sobie żadnego śladu; inne mogły pozostać w stanie kopalnym; inne nie istnieją jeszcze i są przeznaczone do zaludnienia ziemi w wiekach przyszłych. Z tego więc może wynikać, że świat organiczny obecny zawiera tylko szczupłe fragmenty tych szeregów i całego wspianiałego schematu. Te wnioski z naszych zasad w piękny sposób potwierdza doświadczenie. Istnieją jeszcze dziś szeregi organizmów, tworzące prawidłową skalę przejść od jednego typu do następnego ¹⁾, w innych przypadkach część ogniw łańcucha nie istnieje już, lecz było możliwem odbudować ciąg jego przy pomocy wykopalisk. W tych wszystkich przypadkach zależność następstwa jest przedewszystkiem napewno systematyczna; przypuszczenie związku genetycznego nie jest konieczne.

b) Istnieją także w układach organicznych szeregi równoległe typów, które poczynając od form różnych, jako początku, ciągną się przez podobne stopnie zmian; każdemu typowi jednego szeregu odpowiada w innym lub w kilku innych typ analogiczny, mający niektóre cechy wspólne. Piękny przykład tego faktu podany jest u Darwina. Trzy gatunki rodzaju *Cucurbita* dały początek jednakowej liczbie odmian, które wzajemnie sobie odpowiadają w tak ścisły sposób, że mogą według *Naudina* być podzielone na trzy szeregi dokładnie równoległe ²⁾.

¹⁾ Darwin: „Zmienność zwierząt i roślin“, Rozdz. XXVI i *Canestrini*: „Krytyczny rozbiór teorii Darwina“ (*La Teoria di Darwin criticamente esposta*), Rozdz. VII.

²⁾ Darwin: „Zmienność i t. d.“, XXVI.

c) Do tego rodzaju faktów należy zaliczyć fakty, ugrupowane przez Darwina pod nazwą „zmiany analogicznej lub równoległej¹⁾”; polegają one na cechach, odpowiadających sobie wzajemnie w różnych odmianach tego samego gatunku, rzadziej w odmianach gatunków bardzo różnych. To znaczy prościej, że te odmiany, niezależnie od tego, czy są daleko lub blisko od siebie w obszarze, odpowiadają w danym przypadku (który nie powinien być rzadki) różnym punktom tego samego szeregu analogicznego, skąd pochodzi jakaś cecha lub własność wspólna. Cytuję przykład, podany przez Darwina, o licznych rasach bydła, mających szeroki pas biały naokoło całego ciała²⁾.

d) Odmiany jednego gatunku naśladują często właściwości innych gatunków różnych od niego³⁾. Ten fakt, spostrze-

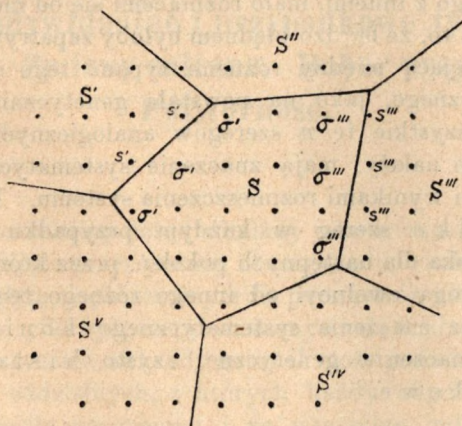


Fig. 12.

żony przez Darwina, jest prostem i oczywistym następstwem systematycznego ugrupowania, w którym dany gatunek zajmuje w obszarze położenie środkowe, względnie do gatunków sąsiednich. Niech S będzie obszarem jednego gatunku.

¹⁾ Darwin: „Zmienność i t. d.”, XXVI.

²⁾ Tamże.

³⁾ Tamże i „O powstawaniu gatunków”, V.

S' , S'' , S''' , S''' , S'''' obszarami gatunków sąsiednich. Jasne jest, że odmiany σ' , znajdujące się w częściach obszaru, graniczących z gatunkiem S' , będą z łatwością naśladować cechy odmian sąsiednich s' , gatunku S' , a odmiany σ'' , ponieważ znajdują się w częściach obszaru, graniczących z gatunkiem S'' , będą naśladowały z łatwością cechy odmian sąsiednich s'' , należących do gatunku S'' ; tem łatwiej, im do więcej szeregów analogicznych będą należały i zajmowały w nich położenie sąsiednie, jak np. σ'' i s' , σ''' i S''' .

e) Jeżeli n jest liczbą parametrów, każdy typ organiczny układu będzie należał do n szeregów analogicznych i będzie spokrewniony z typami sąsiednimi w $2n$ kierunkach, odpowiadających n rodzajom analogii (§ 19). Ten fakt ogromnej ważności rozjaśnia wielokrotnie obserwowaną łączność jednego typu organicznego z innymi, mało różniącymi się od niego. Wskazuje zarazem i to, że bardzo błędem byłoby zapatrywanie się na łączność, istniejącą między różnymi typami tego samego szeregu analogicznego, jako na powstałą genetycznie. W rzeczy samej wszystkie te n szeregów analogicznych, do których dany typ należy, mają znaczenie systematyczne, to jest, są koniecznymi wynikami rozmieszczenia systemu. Lecz z nich jeden tylko szereg w każdym przypadku mógł służyć jako kolebka dla następnych pokoleń, przez które dany typ przechodził drogą ewolucyi od innego różnego; ten więc jeden szereg, oprócz znaczenia systematycznego koniecznego, będzie miał znaczenie genetyczne, czysto historyczne i przypadkowe.

ROZDZIAŁ IV.

Zmiany indywidualne i przypadkowe typów organicznych. Zmiany zależne. Dobór przypadkowy. Potworność.

28. Uważaliśmy dotąd odmiany jako w zupełności przedstawiciele się dające przez punkty obszaru, odpowiadające wartościom nieciągłym, dopuszczalnym dla parametrów układu. Ten pomysł, jeżeliby tylko był przeprowadzony z całą ścisłością, zmuszałby do przypuszczenia, że każdy gatunek może posiadać tylko małą liczbę typów oddzielnych, z których każdy odpowiada formie określonej i ściśle niezmiennej i że wszystkie indywidua tego samego typu (lub należące do tej samej odmiany) są pod każdym względem ściśle równe sobie. Podobna doskonała równość form tego samego typu, podobna bezwzględna jednostajność w granicach każdej odmiany, która do pewnego stopnia upodobniłaby światy zwierzęcy i roślinny ze światem kryształów, nie zachodzi w przyrodzie. Jak już zauważyliśmy, typ normalny i czysty, który byłby określony samymi tylko parametrami, nie istnieje. Osobniki, przedstawiające dany typ w przyrodzie żywej, podlegają procesowi ewolucyjnemu i cią-

gle są przekształcane pod wpływem tysiąca przyczyn zakłócających, z powodu których powstają między rozmaitemi osobnikami tego samego gatunku różnorodności rozmaite; te różnorodności tworzą się przez nieskończenie wiele stopni w sposób, który prawie że może być nazwany ciągłym, od jednej formy do drugiej bardzo mało różnej, od drugiej do trzeciej i t. d. Wynikiem tych wpływów są odchylenia mniejsze lub większe każdego osobnika od typu normalnego. Ta część tych odchyleń, która czyni zadość prawu spółzależności, a nie wypływa z warunków, nałożonych jednostkom układu przez jego wzór zasadniczy, nazwiemy zmianami spółzależnymi. Każda forma, powstająca przez te zmiany spółzależne, będzie nadal zajmowała swoje określone miejsce w obszarze własnego gatunku; jej zaś zmiany spółzależne należy uważać jako będące w porządku naturalnym rzeczy; będą one mogły przenosić się przez dziedziczność i nawet wzrastać i rozchodzić się od małej do większej liczby osobników. Inne, powstawać mogące zmiany, z powodu których rozpatrywany osobnik trzeba będzie uważać za znajdujący się poza granicą przepisanego typu, musimy uważać jako zniekształcenia lub potworności; te zaś będą o tyle więcej niemożliwe do urzeczywistnienia, o ile powstają skutkiem nadzwyczajnego zbiegu okoliczności i nie będą miały w sobie samych możliwości trwania i dalszego rozpowszechniania się. Z tego powodu nie będą miały żadnego wyraźnego wpływu na stopniową ewolucję typów i będzie je można zupełnie pominąć, jak gdyby nie istniały. Gdy więc w dalszym ciągu będzie mowa o odchyleniach do typu normalnego, będziemy mieli zawsze na myśli zmiany czyli odchylenia spółzależne¹⁾.

¹⁾ To określenie zmian spółzależnych i oddzielenia ich od potworności, nie wyda się zupełnem w oczach matematyka. W samej rzeczy, ponieważ zmian niezależnych jest tyle, ile jest parametrów (§ 13, 14, 23), przeto prawo spółzależności ustanawia między nimi tylko jedno równanie. Nie podobna wiedzieć, podług jakiego prawa postępuje przyroda w tem wyznaczaniu, lecz napewno prawo to spełnia się w pewien sposób. Może mamy tu jaką zasadę minimum, która czyni, że pozostałości, uznane jako potworności, razem wzięte, redukują się przez nią do możliwie ciasnych granic. Pytanie to jest obojętne dla dalszego ciągu naszych rozważań.

29. Przedstawienie typów układu organizmów; obszar gatunków i odmian. To mając, spróbujmy przedstawić sobie w naszej wyobraźni obraz graficzny układu i jego typów, według umowy, jaką zrobiliśmy dla krzywych § 10—16. Obszarem całego układu będzie cała przestrzeń o tylu wymiarach, ile wynosi liczba parametrów. Taka przestrzeń będzie podzielona na dziedziny, lub części, tworzące obszary pojedynczych gatunków. Każda forma indywidualna będzie przedstawiona przez jeden punkt tej przestrzeni. Odwrotność jednak niema miejsca, i byłoby błędem orzeczenie, że każdemu punktowi tej przestrzeni odpowiada rzeczywista forma w przyrodzie.

Oznaczmy w sposób schematyczny (fig. 13), wskazany w § 8, obszar S jednego gatunku i obszary gatunków sąsiednich $S^1, S^2, S^3, S^4, \dots$; punkty, któremi usiana jest figura, przedstawiają typy normalne, to jest te, które poprostu zależą

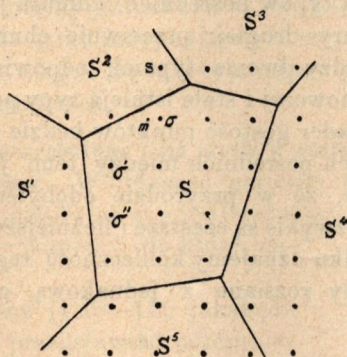


Fig. 13.

od możliwej kombinacji parametrów układu. Punkty, umieszczone w środku pola S , będą typami normalnymi możliwych odmian w obszarze S i tworzą, że się tak wyrażę, jądra lub szkielet całego gatunku $\sigma, \sigma', \sigma'', \dots$. Każda forma indywidualna, należąca do odmiany, będzie przedstawiona przez punkt m , blisko

jądra σ tej odmiany, i tem bliższy, im bardziej forma ta zbliża się do typu normalnego odmiany. Ponieważ form odrębnych jest tyle, ile jest indywiduów odmiany, więc naokoło jądra σ będziemy mieli chmurę z wielu (ogromnie wielu) punktów i ta chmura będzie przedstawieniem geometrycznem całej omawianej odmiany. Przestrzeń, zajęta przez chmurę naokoło σ , będzie obszarem odmiany.

Tę samą konstrukcyę możemy sobie wyobrazić powtórzoną dla wszystkich innych odmian, których typy normalne są σ' , σ'' , σ''' , ... Każdy z tych punktów będzie jądrem chmury punktów przedstawiających. Będą stanowiły wyjątek te typy normalne, które nie były nigdy urzeczywistnione w przyrodzie i odpowiadające odmianom już wygasłym, i trzeba zauważyć, że liczba ich jest większa. Naokoło punktów, przedstawiających te typy, przestrzeń będzie próżna.

Gdy dwie odmiany sąsiednie są zupełnie od siebie różne i nie przedstawiają typów pośrednich, chmura jednej będzie oddzielona od chmury drugiej; przeciwnie chmury stykają się i zlewają, gdy między dwoma typami, odpowiadającemi sobie, niema granicy stanowczej i stale istnieją typy pośrednie. Wogóle mówiąc, naokoło jąder gęstość punktów będzie daleko większa, niż w przestrzeniach pośrednich między temi jądrami. Powód tego tkwi w fakcie, że w przyrodzie odchylenia mniejsze od stanu normalnego zwykle są częstsze i liczniejsze od większych¹⁾. W danym przypadku uznajemy konieczność tego. Jeżeliby bowiem punkty były rozsiane z jednakową gęstością, równą

¹⁾ Przytoczę jeden z wielu przykładów. Porównajmy wzrost 10 000 żołnierzy ze średnią arytmetyczną wzrostu wszystkich i wyznaczmy odchylenia wzrostu każdego żołnierza od tego średniego normalnego w jedną i drugą stronę, to liczba odchyleń, zawartych między zerem a jednym centymetrem, będzie większa od liczby odchyleń, zawartych między 1 i 2 cm., ta zaś będzie większa od liczby odchyleń między 2 i 3 cm., i tak dalej. Większe różnice stają się coraz rzadsze, a odchyleń maksymalnych jest zawsze bardzo mało. Ważne to twierdzenie jest dobrze znane poświęcającym się statystyce i jest rezultatem wielu doświadczeń, czynionych w najróżnorodniejszych obszarach badania faktów przyrody.

w obszarach sąsiednich $\sigma, \sigma', \sigma'', \dots$ i w obszarach dalekich, cóż by się stało z pojęciem odmiany i do czegooby ono służyło, i jakim sposobem byłoby możliwe odróżnić jedną odmianę od drugiej, gdzie wszystko zmienia się stopniowo od jednego do drugiego miejsca w obszarze form. Idea odmiany powstała właśnie z powodu aglomeracyi form indywidualnych naokoło typów określonych.

Jeżeli rozpatrujemy dwie sąsiednie odmiany, należące do gatunków różnych, jak to przedstawiają na figurze punkty σ i s , to między jedną a drugą istnieć będzie różnica nie tylko odmian lecz i gatunków. Stąd przejście od jednej do drugiej będzie daleko trudniejsze, niż w przypadku dwóch odmian jednego gatunku: przy normalnych okolicznościach nie zdarzy się ono, dopóki dwa gatunki są różne i nieprzywiedlne i nie dopuszczają stałego typu pośredniego, powstałego z krzyżowania lub innej przyczyny. Stąd wniosek, że przestrzenie bliskie granic między gatunkami są zwykle puste. Doświadczenie wykazuje, że tylko przypadkowo i wyjątkowo może od czasu do czasu wytworzyć się taki typ, odpowiadający punktom, leżącym na tych granicach.

30. Zmiany przypadkowe i ich skutki z postępem czasu; dobór (selekcyja) przypadkowy. W obszarze gatunku niechaj punkt M wyobraża jeden jakikolwiek typ indywidualny, a punkt sąsiedni σ typ normalny odmiany, do której należy.

Według umowy (§ 10—11), jakąbądź zmianę typu może przedstawiać przesunięcie punktu M w dowolnym kierunku w obszarze. Jeżeliby punkt M znajdował się w σ , zlewałby się z typem normalnym; fakt, że znajduje się w M , wskazuje pewne odchylenie od tego typu. Kierunek prostej σM wskazuje jakoś, długość σM wielkość tego odchylenia.

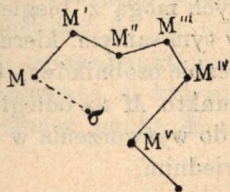


Fig. 14.

Rozpatrzmy formy, które mogą pochodzić od indywiduum M w kolejnych jego pokoleniach. Tu trzeba odróżnić dwa przy-

padki, zależnie od tego, czy gatunek jest taki, że dla rozmnożenia wystarcza jeden osobnik, albo potrzeba dwóch osobników.

Przypadek pierwszy. Istota powstała zależy tylko od jednej istoty rodzącej. Gdyby prawo dziedziczności było bezwzględne, jedna istota byłaby dokładnie równą drugiej i wszystkie typy, pochodzące od niej, byłyby przedstawione przez jeden i ten sam punkt M . Lecz wskutek działań zakłócających istota urodzona będzie się różniła do pewnego stopnia od rodzącej i przedstawiać ją będzie punkt M' cokolwiek różny od M . W drugim pokoleniu otrzymamy typ M'' , trochę różny od M' , w trzecim typ M''' , cokolwiek różny od M'' , w czwartym typ M'''' różny o M''' i t. d. Jakież będzie po pewnej liczbie pokoleń rezultat, powstały ze skupienia tych małych różnic każdego typu od poprzedzającego go? Jeżeli działanie przyczyn zakłócających, które wytwarzają te różnice, są zupełnie przypadkowe, t. j. mogą działać, to w jednym, to w drugim kierunku, różnice będą miały dążenie do wyrównywania się (jakkolwiek niezupełnie) w następnych pokoleniach, i stąd odstępstwo, jakkolwiek widoczne, od typu normalnego σ nie będzie miało miejsca, chyba że wskutek kombinacji nieprawdopodobnych. Lecz te kombinacje nieprawdopodobne dla jednego punktu M , stają się możliwymi, a nawet bardzo prawdopodobnymi, gdy zwiększy się dostatecznie liczba przypadków, to jest mnogość typów rodzących i długość okresu czasu lub liczba kolejnych pokoleń. Dlatego to w gatunku osobników bardzo licznych mogą z biegiem wielu wieków powstać przez sumowanie w tym samym kierunku liczne odchylenia (nawet i w wielkiej liczbie osobników), tworząc anomalie, zdolne do przesunięcia punktu M na odległości znaczne od jego pierwotnego położenia i do wytworzenia w ten sposób znacznych zmian w typie odpowiednim.

Zadanie to jest analogiczne z zadaniem o szansach gry w reszkę i orła, powtarzanej nieskończoną liczbę razy. Prawdopodobieństwo wygranej za pierwszym razem $\frac{1}{2}$, dla dwóch wygranych po kolei $\frac{1}{4}$, dla 3, 4, 5... 20 razy wygranych będzie odpowied-

nio $1/8, 1/16, 1/32, \dots, 1/1048576$. Stąd więc gracz ma zaledwie $1/1048576$ prawdopodobieństwa wygranej 20 razy z rzędu i wycofania 20 razy stawki. Lecz jeżeli zamiast jednego gracza weźmiemy, dajmy na to, milion graczy, zadanie przyjmie inną postać. A jeżeli graczy będzie tysiąc milionów, możemy być pewni prawie, że nie jeden z nich, ale może setki ich wygrają 20 razy z kolei. Jak widać, wszystko zależy od wielkich liczb. Tak więc w narodzie, liczącym tysiąc milionów, nie będzie nieprawdopodobnem przypuszczenie, że od ojca do syna wpływ jakiś zewnętrzny przetrwał w kilku przypadkach w danym kierunku przez 20 pokoleń, tworząc takim sposobem to, co według Darwina, może być nazwane doborem z przypadku.

31. Przypadek drugi. Kiedy dla wydania potomstwa potrzeba dwóch indywiduów, rozważanie będzie takie:

Niech σ będzie typem normalnym; M, m przedstawiają dwa typy, do których należy pierwsza para rodziców. Jeden i drugi wpłyną w pewnym stopniu na typ istoty urodzonej,

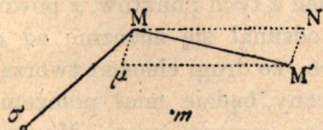


Fig. 15.

a stopień wpływu będzie z każdej strony różny dla różnych ich cech. Geometrycznie wyraża się to, mówiąc, że siłą samej tylko dziedziczności typ stworzony odpowiadałby punktowi μ , umieszczonemu w niedalekiej odległości od M i m

i zapewne w obszarze pośrednim między temi dwoma punktami¹⁾. Lecz i tu będą miały miejsce przyczyny zakłócające, o których założmy, że ich skutek będzie w stanie przesunąć punkt M aż

¹⁾ Gdy dwoje rodziców przyczynia się w stałym stosunku dla określenia wszystkich cech istoty stworzonej, punkt μ , wyobrażający ją, znajdowałby się na linii Mm lub niedaleko od niej. Lecz w żaden sposób nie możemy przypuścić takiej jednostajności stosunku; istota zrodzona, pod niektórymi względami, będzie zbliżona do ojca, pod innemi do matki, jak to często można obserwować.

do N . Rezultat łączny wpływu typu m i przyczyn zakłócających, przedstawi prosta MM' , t. j. przekątna równoległoboku, zbudowanego na prostych MN i $M\mu$. W ostatecznym rezultacie nowy typ, który,—gdyby nie zachodził wpływ typu rodzącego m ,—miałby swego przedstawiciela w punkcie N , będzie wskutek tego właśnie wpływu przedstawiony przez M' i, ogólnie mówiąc, będzie mniej lub więcej blizkim typu m . Wszystko zatem zajdzie tak, jak gdyby do zwykłych czynników zakłócających przyłączył się nowy, to jest wpływ elementu rodzącego m . I gdyby ten ostatni wpływ w pokoleniach kolejnych zachowywał się w sposób obojętny, działając razem z innymi czynnikami zakłócającymi, to w jednym, to w drugim kierunku, to i wtedy nawet zmiana wypadkowa miałaby tę samą własność. Tak więc rozważanie tego przypadku sprowadzałoby się do przypadku poprzedniego i wnioski z obydwóch byłyby dokładnie identyczne.

Lecz w praktyce takie wnioski byłyby prawdziwe, o tyle tylko, o ile punkty M, M', M'' pozostawałyby w bezpośrednim sąsiedztwie punktu σ , to jest, o ileby typy M, M', M'' , otrzymane w kolejnych pokoleniach, nie odsuwałyby się wiele od typu normalnego. W samej rzeczy, gdy jeden z tych punktów, z powodu zbiegu osobliwych okoliczności, odsunął się znacznie od σ , to tylko wyjątkowo może się zdarzyć, że drugi element tworzący m , którego spółudział jest konieczny, będzie miał położenie równie anomalne i zbliżał się do tego samego typu. Musimy więc jeszcze przypuścić, że m niewiele się odsuwa od typu normalnego. Skutek będzie taki, że nowo wytworzony osobnik będzie oczywiście cofał się ku typowi normalnemu, a ponieważ powtarza się to w przeciągu kilku pokoleń, przeto cechy anomalne coraz liczniej znosić się będą.

Tak więc, obecność drugiego elementu m zwiększa dążenie typu do zwrotu ku typowi normalnemu i powrotu do normalności. Jest to do pewnego stopnia siła dośrodkowa, której działanie przeszkadza dużym odchyleniom, jakie przyczyny przypadkowe (jak w przypadku poprzednim), mogłyby sprawić z biegiem czasu. Ostateczny wniosek jest ten: Przy

równych okolicznościach, w potomstwie dwupłciowem odstępstwa od typu normalnego, zależne od przyczyn przypadkowych, stosunkowo trudniej się wytwarzają i zawarte są w granicach ciśniejszych, niż wtedy kiedy jedno indywiduum wystarcza do wydania potomstwa.

ROZDZIAŁ V.

Zmiany stałe. Prawo niezmienności typów normalnych. Pseudoodmiany. Pojawianie się nowych odmian i nowych gatunków.

32. *Zmiany stałe w danym kierunku.* Znane są pamiętne spekulacye i ważniejsze jeszcze badania Karola Darwina, odnoszące się do naszego przedmiotu. Gdy z jakiegoś powodu, bądź to naturalnego, lub sztucznego, wpływ choćby najlżejszy działania zakłócającego trwa w określonym kierunku przez długi szereg pokoleń, skutki jego sumują się wskutek prawa dziedziczności, tak że mogą w końcu stworzyć zmiany radykalne w porównaniu z typem pierwotnym. Inne zakłócenia o charakterze przypadkowym, chociaż mogą opóźnić czasowo ten proces, lecz nie są w stanie im przeszkodzić. Niech *M* będzie jakimkolwiek bądź typem i przypuśćmy, że w kolejnych pokoleniach, od niego pochodzących, działa razem z innemi przyczynami zakłócającemi o charakterze przygodnym, jeszcze przyczyna specyalna z dążeniem do odchylenia typu w każdym pokoleniu zawsze na tę samą wielkość

i stale w jednym kierunku. I dla prostoty przyjmijmy, że takie odchylenie może być, co do wielkości i kierunku, przedstawione przez odcinek linii pionowej MN , której długość nazwijmy ε . W pierwszym pokoleniu nowy typ, którym powinien być M' , znajdzie się w N' , niżej od M' o długość $M'N' = \varepsilon$. W drugim pokoleniu, zamiast w M'' , będziemy mieli N'' , niżej od N' o ilość 2ε . W trzecim pokoleniu, zamiast w M''' , będziemy mieli N''' , niżej M''' o długość 3ε . I tak dalej, w dwóch wielokątach $M, M', M'', M''', \dots$ i $N, N', N'', N''', \dots$ odległość pionowa dwóch odpowiednich punktów będzie wzrastała w sto-

sunku do liczby pokoleń, szereg zaś rzeczywiście utworzonych typów będzie przedstawiony przez ruch punktu M wzdłuż wielokąta $M N' N'' N''' \dots$. Wielokąt $M M' M'' M''' \dots$, który byłby utworzony pod wpływem przyczyn przypadkowych, nie może wiele oddalać się od typu normalnego i, mówiąc ogólnie, będzie obracał się wkoło niego (§ 30), lecz to nie przeszkodzi temu, by punkty rzeczywiście przebieżonego wielokąta nie mogły oddalać się od typu normalnego na wielkość dowolną, jeżeli tylko przyjmujemy dostateczną liczbę pokoleń. Rozumie się, że z czasem działania przyczyn przypadkowych zniosą się prawie zupełnie, przyczyna stała nie skompensuje się i skutki jej, gromadząc swoje działania, postępują wolno, lecz stale.

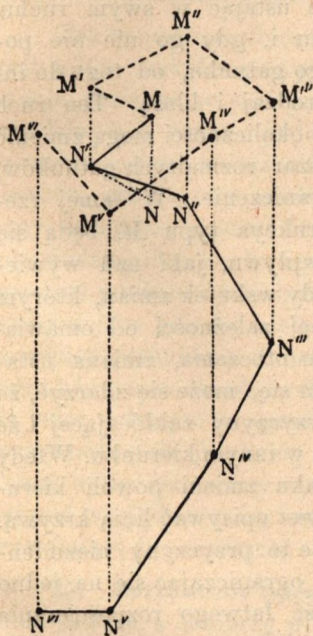


Fig. 16.

33. Możemy tedy odwrócić uwagę od przyczyn przypadkowych w tem szukaniu skutku przyczyny niezmiennej lub

kilku przyczyn niezmiennych. Czy takich przyczyn jest jedna lub więcej, w niczem to nie może zmienić naszych rozumowań, gdyż, jeżeli ich jest więcej, odchylenia od typu można złożyć w jedno odchylenie niezmienne. To mając, widzimy, że jest jasnem, iż stopniowe odchylenie typu da się przedstawić geometrycznie przez ruch o prędkości stałej, a przynajmniej o kierunku stałym, który to ruch odbywać będzie punkt M po przez obszar swojego gatunku. Punkt ten oddalać się będzie od typu normalnego σ swojej odmiany i, zbliżając się do innego typu normalnego σ' , przez kolejne przekształcenia przyjmować będzie cechy tego ostatniego, I tak, przechodząc od formy do formy, od odmiany do odmiany, nie ustając w swym ruchu, może dojść do granicy swego gatunku i, gdy go nie powstrzyma, może przejść do sąsiedniego gatunku, od tego do innych, tak że możliwie nawet zmieni rodzaj i klasę. Ten ruch przypuszczalny prostoliniowy (który okoliczności mogą zmienić na ruch krzywoliniowy) po przez obszar rozmaitych gatunków, nie będzie jednak mógł trwać nieograniczenie. W samej rzeczy, gdy zmienia się forma i konstrukcja typu M , będą się zmieniały także natura i natężenie wpływu, jaki nań wywierała stała przyczyna zakłócająca. Gdy skutek zmian, którym ulegał, typ M znajdzie się w zupełnej zależności od omawianych wpływów i zastosuje zupełnie do otoczenia, zmiana ustanie. Jeszcze przed tem zatrzymaniem się, może się zdarzyć, że się zmienia sposób działania tej przyczyny zakłócającej i że zmiany typu postępować będą powoli w innym kierunku. Wtedy ruch punktu M po przez obszar gatunku zmieni powoli kierunek, to jest punkt M będzie mógł nawet opisywać linią krzywą.

34. Zauważyć jednak należy, że te przyczyny niezmiennne w swym wpływie, najczęściej nie ograniczając się na jedno lub kilka indywiduów, mają własność łatwego rozpościerania się na całe zbiory. Takie są wpływy doboru naturalnego, klimatu lub pożywienia. Stąd wynika, że wyżej opisane wielkie ruchy nie będą wyjątkowemi, lecz mogą obejmować całe masy indywiduów. Będziemy więc zmuszeni wyobrazić sobie, że całe zbiory punktów M opuszczają swój typ normalny, wkoło którego były ugrupowane i wędrują przez obszar rucha-

mi równemi, jednostajnymi, podobnymi do stada ptaków. A przypadek takich układów punktów wędrujących nie będzie wyjątkiem lecz prawidłem; powolna gra przyczyn zakłócających, działających w każdym momencie na wszystkie istoty przyrody, w końcu zwycięża. Prawda, że mogą zdarzać się czasy spokoju dla tych mas ruchomych, gdy następuje przystosowanie czasowe do otoczenia, lecz planeta nasza żyje jeszcze, odbywając swój cykl ewolucyjny, a ta jedna przyczyna, choćby nie było innych, wystarczałaby na to, by uczynić prawie niemożliwą długą trwałość rzeczy i zachowanie niezmiennie jakiegokolwiek otoczenia przez długie wieki.

Tak więc obraz zbioru gatunków przedstawi się jako mnogość rojów punktów, postępujących we wszystkich kierunkach; te roje, przenikając się i przechodząc po przez siebie wzajemnie, przedstawiają obraz, podobny do tumanu kurzu rozsianego, w ruchu ciągłym i zawiłym. Przy takim stanie rzeczy niema powodu, dlaczego by naokoło punktów σ , przedstawiających typy normalne, gęstość indywiduów miała być większa, niż gdzieindziej; aby mogły się tworzyć próżnie raczej w tym, niż w innym punkcie obszaru; ani też, dlaczego utrzymać by się miała wyraźniejsza granica nie tylko pomiędzy odmianami, ale nawet pomiędzy gatunkami. Innymi słowy, nie byłoby ani odmian, ani gatunków jasno określonych, nie byłoby próżni: typy zlewałyby się jeden z drugim w sposób ciągły, dając wszystkie możliwe formy pośrednie, jak to się zdarza między kamykami potoku. Takim byłby ostateczny rezultat ewolucyi typów, nieograniczonej pod względem czasu i rozciągłości zmian, bez względu na wywołującą ją przyczynę.

35. *Niezmiennność typów normalnych.* Lecz w przyrodzie gatunki zawsze, a odmiany więcej jeszcze pozwalają na jasne i wyraźne rozgraniczenia; jasne i wyraźne do tego stopnia, że zmuszają wielu uczonych do przyjmowania, iż każdy z tych typów stworzony został osobno, iż typy te tedy są jakby nieprzywiedlne. Wobec tego faktu ogólnego i jawnego, mało znaczy przeceńnianie znaczenia niektórych przypadków, które zdają się tworzyć wyjątek, a więc nic nie stanowią. Zawsze trzeba będzie przyj-

mować, że obraz świata organicznego w swych ogólnych zarysach nie jest podobny do opisanego przed chwilą, lecz raczej do przedstawionego w § 29. Ta sprzeczność rozwiąże się, gdy zauważymy, że w poprzednich rozważaniach pominięty był czynnik pierwszorzędnej wagi.

Będziemy rozumowali tak. Ponieważ na granicach gatunków i nawet odmian istnieją stale przestrzenie próżne, to jakaś przyczyna przeszkadza typom wstępować w te dziedziny, a przynajmniej pozostawać w nich, pomimo silnego wpływu czynników ewolucyjnych. A ponieważ typy indywidualne gęściej grupują się naokoło typów normalnych, przeto możemy powiedzieć, że jakaś przyczyna pociąga je ku niemu. Tutkwi więc siła, która od dziedzin pośrednich oddala formy ku typom normalnym, pociągając je ku najbliższemu typowi normalnemu. W naszym schemacie graficznym będziemy mogli przedstawić tę siłę pod postacią przyciągania, okazywanego przez typy normalne, to jest przez punkty $\sigma, \sigma', \sigma'', \dots$ na punkty M , przedstawiające sąsiednie formy indywidualne. O tej sile przyciągającej musimy przypuszczać, że jest ona o tyle silniejsza, o ile typ M , postępując, więcej usunął się od typu normalnego σ ¹⁾. Tę siłę nazwiemy niezmiennością typów normalnych i wyrazimy prawo jej, mówiąc, że gdy typ indywidualny M oddalił się od swego typu normalnego σ wskutek jakiegokolwiek przyczyny zakłócającej, to dalszemu jego oddaleniu od σ przeciwstawia się siła tem większa, im większe jest poprzednie oddalenie $M\sigma$. O ile zaś oddalenie M od σ napotyka przeszkodę, o tyle zachodzić będzie zbliżenie.

36. Skutki tej siły łatwo zrozumieć. Ó ile typ M pozostawać będzie w sąsiedztwie bezpośrednim swego typu nor-

¹⁾ Tu mamy przypadek, podobny do skróconej sprężyny, która z tem większą siłą stawia opór dalszemu skręcaniu, o ile jest już więcej zniekształcona i odległa od równowagi naturalnej. Przyroda daje nieskończoną liczbę przykładów oporu, działającego według tego prawa. Wszystkie ruchy falowe dają jawne i codzienne tego przykłady.

malnego σ , ewolucye jego będą prawie wolne, gdyż wtedy małym jest wpływ typu σ , i będą one zależne przeważnie od przyczyn zakłócających. Lecz skoro punkt M oddali się od typu normalnego, ujawni się jako czynnik przyciąganie w stronę typu σ , zwiększające się w miarę oddalania, które, ostatecznie, będzie w stanie stać się tak potężnem i z czasem tak skupić swoje wpływy, że przeszkodzi dalszemu oddalaniu się od jego typu normalnego, a nawet będzie mogło przysunąć punkt do niego, gdy ustanie przyczyna, wywołująca oddalenie.

Wymowne przykłady takiego działania przyciągającego typów normalnych na typy indywidualne, które się od niego oddaliły, mamy w faktach krzyżowania się (hybrydyzmu). W przypadkach, w których mieszańce są płodnymi, okazuje się nieprzewyciężona dążność do powrotu ku typowi jednego lub drugiego z rodziców; odmiany (lub pseudoodmiany), otrzymane z krzyżowania, mogą być utrzymane tylko z wielkim wysiłkiem, za pomocą ścisłego odosobnienia.

Te, nie przypuszczenia już, lecz oczywiste wnioski z faktów obserwowanych, mogą być objaśnione za pomocą rozważań mniej ścisłych. Nie trzeba zapominać, że prawdziwe pochodzenie form rozważanych tkwi zawsze w parametrach wzoru zasadniczego, których wartości dają początek typom normalnym (§ 26), przedstawionym przez $\sigma, \sigma', \sigma'', \dots$. Typy więc normalne są jedynymi czystymi, odpowiadającymi prawu tworzenia, jedynymi, które mają w sobie rację bytu własnego istnienia. Wszystkie inne formy poza $\sigma, \sigma', \sigma'', \dots$ są rezultatami anomalij i zaburzeń, zależnych od wpływów zewnętrznych, których działanie, trwające w dalszym ciągu, jeźeliby odbywało się bez przeciwdziałania, mogłoby doprowadzić do rozproszenia całego układu. Nie jest więc nieprawdopodobnem, że w przyrodzie istnieje dążność powracania do form czystych i normalnych innych form, które z jakiegosbądź powodu mniej lub więcej od tamtych zboczyły.

37. Pseudoodmiany. Rozważmy obecnie przypadki, jakie mogą się przedstawić, kiedy punkt M wskutek wpływów trwałych oddala się od typu normalnego σ i zbliża się do innego

typu σ' . W miarę, jak punkt M posuwać się będzie ku punktowi x , stanowiącemu granicę między dwiema odmianami, odpowiadającymi typom normalnym σ , σ' , podlegać będzie przeciwdziałaniu coraz większemu, jak gdyby punkt σ pociągał go z powrotem z siłą coraz rosnącą. Mogą zachodzić tu dwa przypadki.

W pierwszym przyczyna trwała, oddalająca punkt M ; może stać się niedostateczną do zwyciężenia tego przeciwdziałania i wtedy po pewnym czasie ruch punktu M będzie wstrzymany, zanim dośięgnie punktu x , np. w punkcie M' . Punkt M' znajdzie się w stanie pewnej równowagi między przyczyną, która ciągnie go w stronę σ' , a siłą, pochodzącą z σ , która cofa go napowrót; taki stan trwać będzie, dopóki trwa omawiana przyczyna. Punkt M' pozostanie stałym i będzie podlegał tylko zwykłym małym wahaniom, pochodzącym od zakłóceń przypadkowych (§ 30). Będziemy więc mieli typ względnie stały w części obszaru, oddalonej od każdego typu normalnego. Jeżeli zamiast jednego indywiduum, mamy całą masę indywiduów M , podległych tym samym wpływom, lub wpływom mało różnym, w jakich utworzyła się pseudoodmiana, nie należąca do żadnego z typów normalnych, to, jako pozbawiona naturalnych podstaw istnienia, będzie ona skazana na zniknięcie, jak tylko znikną lub zmienią się okoliczności, które służyły do jej wytworzenia. Ważnym znakiem koniecznym takich pseudoodmian, oprócz charakteru przejściowego ich istnienia, będzie to, że będą się zawsze znajdowały w sąsiedztwie granicy między dwiema odmianami prawdziwymi. Pseudoodmiana, tak utworzona, należeć będzie oczywiście do tego samego gatunku, jak odmiana, od której pochodzi, określona przez typ normalny σ , lecz przedstawiać będzie cechy, które pod jakimś względem zbliżają ją do odmiany σ' , nawet i wtedy, gdy ta ostatnia należy do innego gatunku. Do klasy pseudoodmian można zaliczyć wszystkie utworzone przez oswojenie i dobór sztuczny. Lecz niepotrzeba tu interwencji rozumu

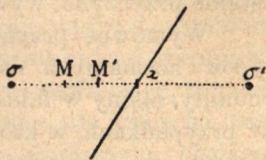


Fig. 17.

i prawdopodobnie niezliczone pseudoodmiany ciągle się tworzą i znikają wskutek stałych przyczyn naturalnych zaburzeń, głównie wskutek doboru naturalnego. Pseudoodmiany wszakże ulegają prawu spółzależności i są zawarte we wzorze zasadniczym i dlatego nie jest w mocy ludzkiej określenie ad libitum ich cech. Człowiek może tylko przygotować warunki, więcej sprzyjające ich powstawaniu.

38. *Pojawianie się nowych odmian i nowych gatunków.* W drugim przypadku przyczyna trwała, która odsuwa punkt M od σ ku σ' , może wystarczać do zwyciężenia oporu, stawianego jego odsuwaniu się przez siłę niezmienności typu σ . Punkt M będzie mógł wtedy dojść do granicy x swojej odmiany i stan rzeczy będzie odmienny. Przestanie działać przyciąganie punktu σ , a zacznie działać w stronę przeciwną przyciąganie punktu σ' , które zamiast przeszkadzać ruchowi postępowemu punktu M , ruch ten przyspieszy. Punkt M wejdzie do obszaru odmiany σ' , do której odtąd jego typ będzie należał. To, co ma miejsce dla jednego indywiduum, będzie oczywiście zachodziło dla całego ich zbioru. Jeżeli obszar odmiany σ był już zajęty przez inne punkty, to jest, jeżeli odmiana σ istniała już w przyrodzie, wypadek ten będzie bez wielkiego znaczenia; pewna liczba indywiduów, które powinny były należeć do odmiany σ , będą zamiast tego należały do odmiany σ' . Lecz jeżeli obszar odmiany σ' był dotąd próżny, to jest, jeżeli odmiana σ' nie miała tu dotąd ani jednego indywiduum, taka odmiana po raz pierwszy ukaże się na ziemi, i jeżeli liczba indywiduów, które ją przedstawiają, jest dostateczna a warunki otoczenia dobre, będzie mogła ona ustalić się, stać się liczną i trwać przez wiele wieków, z równem prawem, jak odmiana σ , której jest kolonią zmodyfikowaną.

Jak widzimy, wpływ przyczyn trwałych zaburzenia może prowadzić do dwóch odmiennych rezultatów: 1) do utworzenia pseudoodmiany o charakterze przejściowym; 2) do przejścia pewnej liczby indywiduów z jednej odmiany do drugiej, ewentualnie do pojawienia się nowych odmian prawdziwych. Rozstrzygnięcie w jedną albo drugą stronę zależy od rezultatu walki między przyczyną trwałą, która zmusza formy M do oddalania

się od jej typu normalnego, a siłą niezmienności, z jaką typ normalny stara się zawrócić tę formę ku sobie. Kiedy te dwie odmiany należą do tego samego gatunku, jest do przewidzenia, że opór przeciw przejściu będzie mniejszy i że to przejście może zdarzać się dość często. Lecz gdy te dwie odmiany należą do gatunków różnych (to jest znajdują się obie na granicy odpowiednich gatunków) różnica między ich typami normalnymi będzie gatunkową i trzeba przypuszczać, że przeszkoda, stawiana przez siłę niezmienności, będzie daleko większa i taka, iż stawiać będzie opór przekształceniu, które wtedy nie jest przekształceniem jednej odmiany na inną, lecz jednego gatunku na inny.

Pomimo to jednak, jeżeli chcemy trzymać się ściśle zasad ewolucyi i nie opuszczać metody naukowej, przez wprowadzanie daremnych hipotez, musimy uznać, że takie przejście miało miejsce kilka razy, i może być, że nawet obecnie odbywa się, nie zwracając na się naszej uwagi. Zapewne częstym ono nie jest; rozgraniczenie gatunków służy do zniesienia wszelkich wątpliwości w tym punkcie. Gdy jednak damy w ten sposób przejście jednego lub więcej, nawet, wielu indywiduów z gatunku S do gatunku S' , to mogą zdarzyć się dwa przypadki. Jeżeli gatunek S' już istniał, to niewiele się zmieni w gospodarstwie przyrody: jeden gatunek straci pewną liczbę typów, inny zaś zyska ich pewną liczbę. Lecz jeżeli przeciwnie, gatunek S' nie miał jeszcze przedstawicieli w indywiduach rzeczywiście istniejących, to od tego momentu mieć ich będzie: nowy gatunek pojawi się na ziemi. Powtarzam „pojawia się“, a nie utworzy, gdyż co do swej formy i wszystkich cech jego, typ ten istniał już a priori we wzorze zasadniczym układu organicznego, do którego ten gatunek należy. Był dany model, teraz istnieć będą typy żywe, które podług niego się formują.

39. Pozostaje jeszcze powiedzieć słowo o przypadku nieprawdopodobnym, w którym punkt M zatrzymuje się na samej granicy odmian σ, σ' , t. j. w punkcie x . W tym przypadku byłby on podległy dwóm działaniom równym i przeciwnym,

i musiałby wyobrażać typ obojętny, nie należący ani do jednej, ani do drugiej odmiany, albo też do obydwóch razem. Lecz taki stan rzeczy nie łatwo trwać może dłużej; każda najmniejsza przyczyna zakłócająca może przesunąć typ M w jedną, lub drugą stronę, wprowadzając go tym sposobem w sferę działania punktu σ lub punktu σ' , tak że ostatecznie będzie on pociągnięty w sąsiedztwo jednego z tych punktów.

Po tem wszystkiem łatwo zrozumieć powód, dla którego w granicznych dziedzinach obszarów odmian i gatunków, istnieją próżnie i dlaczego gatunki i odmiany (zwłaszcza pierwsze) są tak wyraźnie określone.

Przypadek ten przypomina pole doskonale gładkie, którego powierzchnia jest pełna większych i mniejszych falowań, jakim

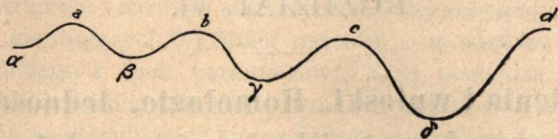


Fig. 18.

byłaby powierzchnia fali morskiej, gdyby morze raptownie zamrzło. Kulka gradowa, zupełnie gładka, któraby na tę powierzchnię upadła, stoczyłaby się w wklęsnięcia $a, b, c, d, \dots$ pozostawiając niezajętymi wierzchołki i grzbiety fal $a, b, c, d, \dots$, a w przypadku, gdyby która kulka została w równowadze na wierzchołku, wystarczyłoby najmniejsze poruszenie, lub najlżejszy powiew, ażeby ją stoczyć z górnej części na dół. Tu punkty najniższe wyobrażają punkty $\sigma, \sigma', \sigma'', \dots$, odpowiadające typom normalnym, wierzchołki i grzbiety $a, b, c, d, \dots$ wyobrażają granice między obszarami odmian, odpowiadających tym typom, a siła ciężkości, pociągająca na dół kulkę gradową, wyobraża siłę ich niezmienności.

ROZDZIAŁ VI.

Uogólnienia i wnioski. Homologie. Jedność układu organicznego i jego wzór zasadniczy.

40. Jesteśmy obecnie w stanie zestawić w porządku logicznym rezultaty rozumowań i dociekań poprzednich i wyprowadzić z nich kilka pojęć ogólnych o uporządkowaniu układu organicznego, żyjącego na ziemi. W tym celu weźmy jako punkt wyjścia prawo spółzależności (§ 23), które wraz z *Darwinem* uważać będziemy jako fakt doświadczalny. Widzieliśmy, że na mocy tego prawa istnieje związek między rozwojem a zmianami rozmaitych części i rozmaitych cech organizmu, podobnie jak w formach geometrycznych czystych, w których, nawet najmniejsze części, są w ścisłej wzajemnej zależności (§ 1). Dowodem więcej oczywistym tego prawa jest łatwość, jaką posiadają niektóre organizmy do odtwarzania części odciętych, podobnie jak mały łuk krzywej zawiera elementy, potrzebne do rekonstrukcyi całej krzywej. Wnioskujemy stąd, że rozwojem części organizmu, podobnie jak tworzeniem formy geometrycznej czystej rządzi prawo, lub wzór zasadniczy, który

określa zupełnie wszystkie cechy. To jest prawo, które Darwin nazywa władzą koordynującą organizacyi, a któremu wyznacza zadanie zachowania harmonii wszystkich części¹⁾. Każda forma czysta organiczna (to jest nie zmieniona pod wpływem okoliczności przypadkowych), zależy przeto od wzoru zasadniczego, i organizmy tego samego typu zależne są od tego samego wzoru, gdy dla organizmów mniej lub więcej różnych te wzory muszą się mniej lub więcej różnić zmiennością niektórych ich elementów.

41. W formach geometrycznych, należących do tego samego układu, wzór zasadniczy jest jeden dla całego układu i wyraża wszystkie własności i cechy wspólne tych form. Różnice pochodzą od różnych wartości, jakie przyjmują parametry, czyli elementy określające, zawarte w danym wzorze, i są one tem większe i bardziej stanowcze, im większa jest liczba parametrów, nie mających tej samej wartości, i im większe są różnice dla każdego z tych parametrów. Stąd pochodzą rozmaite rzędy różnic: różnice odmian, gatunków, rodzajów i t. d., które pozwalają na klasyfikację hierarchiczną wszystkich form układu. Stawiamy hipotezę, że analogiczna klasyfikacja hierarchiczna form organicznych przyrody ma podobny początek, to jest przypuszczamy, że układ organizmów przyrody zależy od jednego wzoru zasadniczego, przedstawiającego wspólne im cechy; w tym wzorze parametry czyli elementy określające różnemi swemi wartościami określają różnice różnych rzędów i klasyfikację hierarchiczną na odmiany, gatunki, rodzaje i t. d. Ten sposób jednakowy wyjaśnienia analogii uporządkowania hierarchicznego w układach form geometrycznych i układach form organicznych stanowi podstawę główną wszystkich naszych rozumowań.

42. Układy form przyrody, zarówno form nieorganicznych, jak i form organicznych, postępują według typów nieciągłych. Dobrze powiedział profesor Vignoli, że „materya żyjąca może się ujawniać tylko jako gatunkowana (speci-

¹⁾ Darwin: „Zmienność zwierząt i roślin“. Rozdz. XXIV.

ficata), to jest jako mikro- lub makroorganizm określony, lecz nigdy jako forma rodzajowa¹⁾. To wskazuje, że każdy parametr takiego układu, z powodów, zależnych od wewnętrznej natury rzeczy, nie może przyjmować we wzorze więcej, niż pewną liczbę wartości lub jakości, postępujących w szeregu nieciągłym. Każdej możliwej kombinacji tych wszystkich wartości odpowiada specjalna forma układu, odrębna od wszystkich innych; każda taka forma służy jako typ normalny odmiany. Pewna liczba obszarów tych ostatnich grupuje się w pęk rzędu wyższego, który nazwalismy gatunkiem.

43. Za pomocą prostej umowy można taki układ przedstawić w postaci schematu graficznego, w celu ułatwienia badania jego części i wzajemnych stosunków jego członków. Gdy n jest liczbą parametrów układu, będzie go można przedstawić sobie jako rozwijający się według n wymiarów, z których każdy odpowiada jednemu parametrowi. W takiej przestrzeni o n wymiarach położenie punktu jest określone, gdy wiadome są wartości n jego współrzędnych. Każda forma organiczna układu, jaką otrzymujemy, nadając jakiegokolwiek wartości n jego parametrom, będzie mogła być przedstawiona przez punkt, którego współrzędne są właśnie wartościami tych n parametrów. W ten sposób każdemu punktowi przestrzeni, przedstawiającej układ, będzie mogła odpowiadać forma organiczna, a każdej formie organicznej układu odpowie zawsze jeden punkt tej przestrzeni. Tak więc, zamiast pojęcia formy organizmu, podstawilismy daleko prostsze pojęcie położenia punktu, a zamiast pojęcia przechożenia organizmu od jednej formy do drugiej, podstawiono prostsze pojęcie ruchu od jednego miejsca do drugiego. Stąd, obszarem odmiany jest przestrzeń, zawierająca wszystkie punkty, które odpowiadają formom, tej odmianie właściwym; między temi punktami będzie jeden, który odpowiada typowi normalnemu tej odmiany. Odmiany sąsiednie lub stykające się będą odpowiadały typom organicznym, mało między sobą różnym. Odmiany, zawarte w tym samym gatunku, utworzą swojemi

¹⁾ T. Vignoli: „Sui Musei di Storia Naturale“, 1898.

obszarami, razem wziętemi, obszar większy, który będzie obszarem tego gatunku. Podobnie obszary różnych gatunków tego samego rodzaju, ugrupowane razem, utworzą obszar rodzaju i tak dalej stopniowo, aż w końcu zajęta będzie cała przestrzeń o n wymiarach, która według hipotezy, jest obszarem całego układu.

44. W układzie, tak przedstawionym w całości i częściach, punkty, odpowiadające typom normalnym odmian, są odosobnione jeden od drugiego i rozmieszczone w położeniach, określonych wartościami n parametrów, odpowiadającymi rozmaitym typom. Te położenia już przez sam sposób konstrukcyi tworzą pęki linii równoległych; takich linii równoległych istnieje tylko n pęków czyli n układów, których linie przyjmują w przestrzeni kierunek różny. Te linie czyli szeregi nazwane są szeregami analogicznymi, gdyż między typami tego samego szeregu istnieje ścisła analogia, określona tem, że do wszystkich tych typów stosują się te same parametry, z wyjątkiem jednego, który zmienia się, przechodząc od jednego typu do drugiego. Doświadczenie potwierdza te wywody, gdy je stosujemy do istot organicznych. Między organizmami, które żyły lub żyją na powierzchni ziemi, często spotykano ślady takich szeregów, tworzących prawidłowe skale stopniowania ich form, i znalazłoby się ich więcej, gdyby organizmy dawne były lepiej i dokładniej znane. Istnieją, zresztą, szeregi równoległe organizmów, tworzące skale podobnego postępu morfologicznego, chociaż pochodzą od gatunków różnych (zmiany analogiczne Darwina). To właśnie odpowiada wyżej zaznaczonemu uporządkowaniu szeregów w pęki równoległe.

Każdy punkt układu, przedstawiający typ normalny, należy do n różnych szeregów analogicznych, to jest rozpościera węzły powinowactwa w $2n$ kierunkach, odpowiadających n różnym sposobom analogii cech. Tłómaczy to tylekrotnie spostrzegane liczne związki jednego typu organicznego z innemi, mało różnemi, gdyż każda taka łączność powstaje na zasadzie analogii cech różnych.

45. Ponieważ położenie punktu układu jest skaźnikiem formy odpowiadającego mu typu, przeto punktem sąsiednim

przestrzeni będą odpowiadały zawsze formy względnie mało różne, punktom zaś odległym formy, znacznie różniące się od siebie. Mimo to, gdy dwa punkty odległe należą do jednego i tego samego szeregu analogicznego, to bez względu na ich wielkie odległości, będą miały $n-1$ wspólnych parametrów i pomimo wielkiej różnicy formy, napewno będą posiadały coś wspólnego. Wyniknie stąd gatunek dziwacznej niezgodności lub niezwyklej kombinacji cech, jak u ptaków užebionych epoki kredowej (*Ichthyornis*, *Hesperornis*) lub u ptaków o długim ogonie i wielu kręgach, podobnym do ogona węzów, z formacji jurajskich (*Archeopteryx*), lub u węzów dotąd żyjących, mających dwie małe łapki blisko głowy (*Cheirotes Canaliculatus*).

46. Każdy gatunek zawiera w swoim obszarze pewną liczbę punktów, odpowiadających typom normalnym jego odmian; punkty, położone blisko granicy obszaru sąsiedniego gatunku, będą odpowiadały typom, mającym pewne podobieństwo do tego gatunku. Jest to fakt, podany przez Darwina, że odmiany jednego gatunku naśladują często cechy innego odmiennego gatunku.

47. Homologie części, które według Darwina byłyby dowodem ich pochodzenia genealogicznego, są, z tego punktu widzenia, przede wszystkim, oczywistymi znakami łączności systematycznej; badanie ich jest najwyższej wagi dla poznania wewnętrznej budowy układu, w którego częściach się objawiają. Mają one raczej pozór odmian, tysiąckrotnie i zawsze w odmienny sposób powtarzanych na ten sam temat, aniżeli cech dziedzicznych modyfikowanych. Rozumie się, że te homologie zachodzą najczęściej wśród odmian sąsiednich, lecz nieraz zajmują nawet rozległe przestrzenie w obszarze układu, łącząc z sobą nie tylko rozmaite gatunki, lecz całe rodzaje i klasy. Taką jest np. homologia, zachodząca między kośćmi ręki małpy, przednich nóg konia, skrzydeł nietoperza i pletwy cielecia morskiego¹⁾.

¹⁾ Darwin: „O powstawaniu gatunków“, Rozdz. VI

48. Dotąd mówiliśmy o typach normalnych, to jest o tych typach istotnie stałych i niezmiennych, choćby w przeciągu bardzo krótkiego czasu, określonych wyłącznie przez wzór zasadniczy za pomocą wartości nieciągłych, nadawanych jej parametrom. Lecz w rzeczy samej, żaden organizm indywidualny nie odpowiada dokładnie swemu typowi normalnemu. Liczne i różnorodne czynniki ewolucyi (których natury i ważności nie podajemy tu rozbirowi) działają jako przyczyny zakłócające, które odchylają go raz w jedną, drugi raz w drugą stronę. Stąd więc punkt przestrzeni o n wymiarach, odpowiadający danemu organizmowi, będzie, co prawda, blizki (i najczęściej bardzo blizki) punktu, wyobrażającego typ normalny, lecz mało jest prawdopodobne, by z nim się kiedy zlewał. Wszystkie typy indywidualne ugrupują się wokoło odpowiedniego typu normalnego i cała odmiana będzie przedstawiona przez aglomeracye tych punktów indywidualnych, zgęszczonych wokoło punktu normalnego. Grupy punktów, odpowiadających dwóm odmianom sąsiednim, będą najczęściej oddzielone pustą przestrzenią, wskazującą brak typów pośrednich.

49. Gdyby prawo dziedziczności było bezwzględne, każdy typ zrodzony byłby absolutnie identyczny z typem rodzącym; punkt, przedstawiający pierwszy typ, miałby położenie identyczne z punktem, przedstawiającym drugi. Lecz to nigdy nie będzie miało miejsca; tysiączne przyczyny mogą wytworzyć mniejszą lub większą różnicę, czego rezultatem będzie różnica położenia tych dwóch punktów w obszarze ich odmiany. Nowe pokolenie wyda typ, przedstawiony przez punkt trzeci, różny od poprzednich dwóch i t. d. Wszystkie typy indywidualne, w ten sposób wytworzone w większej liczbie pokoleń, utworzą szereg punktów, które możemy rozpatrywać jako tyleż wierzchołków wielokąta; wielokąt ten będzie widocznym obrazem zmian kolejnych, zaszłych w tej linii genealogenicznej. Gdzie nie zachodzą działania o skutku stałym, wielokąt ten będzie się obracał i oscylował naokoło punktu typu normalnego, pozostając w blizkiem od niego oddaleniu. Tam zaś, gdzie w tej linii pokoleń zjawi się jakaś specyalna cecha dziedziczna, wyrazi się to zna-

cznem odchyleniem tego wielokąta w jedną lub drugą stronę obszaru

50. Gdy wchodzi w grę jakaś przyczyna stała ewolucyi, działająca na jakąś cechę lub zbiór cech, wtedy zamiast oscylacyj przypadkowych, zależnych od przyczyn o wpływie przejściowym, ujawni się dążność każdego punktu wielokąta do posuwania się względem poprzedzającego w jednym danym kierunku. Wielokąt zamiast obracać się około siebie samego, oddalać się będzie od typu normalnego i wydłużać. Tym sposobem zaznaczy się droga stopniowej przemiany, a jeżeli ta zmiana nie znajdzie dostatecznego oporu w dążności do powrotu ku typowi normalnemu, usunie punkt i odpowiedni mu typ z obszaru odmiany, do której należał; po pewnej liczbie pokoleń, typ będzie mógł przejść do innej odmiany, a nawet do innego gatunku. Jeżeli zaś ta ostatnia odmiana lub gatunek przedtem nie miał przedstawicieli w przyrodzie, to od tej chwili będzie ich miał i w ten sposób pojawi się w świecie organicznym.

51. Nie tu miejsce roztrząsać, jaka jest natura procesu, który sprowadza to przejście. Obserwacya wskazuje, że podobne przejście musiało dosyć często się zdarzać, ażeby dać początek nadzwyczaj wielkiej liczbie gatunków, tworzących dawne i obecne zaludnienie ziemi. Od wieków nie życia, snuta przez Parke po przez pola układu organicznego od odmiany do odmiany, od gatunku do gatunku, postępuje, prawdopodobnie, najczęściej torem szeregów analogicznych, wybierając z wielu możliwych dróg drogi, odpowiadające najmniejszemu oporowi, otoczeniu i innym okolicznościom chwili, za każdym posunięciem rozgałęziając się dalej w różnych kierunkach i zajmując coraz nowe obszary tego pola. Lecz nie zajęła ona tych obszarów jednym ciągiem; wiele miejsc próżnych z początku, zajęte zostały później, gdy okazało się to możliwem. Wiele napewno jest miejsc dotychczas niezajętych; inne, dawniej zajęte, opustoszały z powodu zaniku typów, które je zaludniały, ustępując, podobnie do liści opadających z zawsze zielonego drzewa. Z postępem czasu życie zniknęło z różnych obszarów, a nowe obszary były zajmowane, to jest gatunki i całe rodzaje zniknęły, inne pojawiały się na ich miejsce. W niektórych częściach pola między opustoszałemi obszarami

pozostała jakaś reszta odosobniona na kształt zwaliska; dziś nazywamy je formami zanikowemi, np. dziobak (*Ornithorhynchus*). Łatwo zrozumieć, dlaczego formy te liczą niewielką liczbę gatunków¹⁾.

52. Tak więc, obszar zaludniony układu może i musi zmieniać się z czasem, rozszerzając się w pewnych kierunkach, zwężając w innych, stosownie do warunków bytu świata organicznego, jaki przedstawia. Zdaje się, że na ziemi praca życia rozpoczęła się od typów rzeczywiście szczątkowych i postępowała, sięgając form coraz więcej złożonych i obdarzonych coraz większą specjalizacją organów, służących do spełniania różnych funkcji; trudno nawet zrozumieć, jak mogłaby rzecz mieć się inaczej. To jednak nie wyklucza możliwości, że zdarzają się powroty wsteczne. Mogły również w obszarze zaludnionym układu tworzyć się większe lub mniejsze próżnie i nawet odosobnione od siebie podziały na więcej części, którym odpowiadają przerwy (czasowe lub stałe) ciągłości układu, pozorne próżnie i większe odstępny między różnymi klasami istot żyjących, bez widocznego przejścia; taką to przerwę widzimy między ptakami a innymi kręgowcami, między rybami a gadami²⁾. Gdy typ jaki wygasnął, może być wznowiony i odrodzony za pomocą typów sąsiednich; życie może wracać tam, gdzie znikło. Ten sam typ może znikać i zjawiać się więcej niż raz jeden, albo pojawiać się w różnych częściach ziemi, między którymi nie ma żadnej możliwej komunikacji. W końcu, ponieważ dowiedzionem jest, że dla ciał znanych wszechświata panują te same prawa fizyczne i ten sam układ chemiczny, możemy wnosić, że i własności zasadnicze budowy organicznej są jednakie. Wniosek stąd prawdopodobny, że i wzór zasadniczy istot organicznych może być ten sam. Lecz najróżnorodniejsze okoliczności mogą spowodować, że obszar układu organicznego typów ziemskich jest rzeczywiście różny i bardzo odległy od obszaru zamieszkałego przez typy żyjące na innym ciele niebieskiem. Dla tego ostatniego więc świat organiczny może być ogromnie

¹⁾ Darwin: „O powstawaniu gatunków“, Rozdz. XIII.

²⁾ Tamże.

różny, chociażby typy tego świata były przedstawione przez ten sam wzór zasadniczy.

53. Dotychczas uważaliśmy układ jako najwyższą jednostkę podziału świata organicznego, a w nim wszystkie typy jako określone przez ten sam wzór zasadniczy, właściwy temu układowi i charakteryzujący go. Obecnie można zapytać, czy cały świat organiczny może być połączony w jeden wielki układ z jednym jedynym ogólnym wzorem zasadniczym, czy też należy przyjąć, że dzieli się on na pewną liczbę układów nieprzywiedlnych wzajemnie, jakimi zdają się być np. zwierzęta i rośliny, a między zwierzętami cztery typy zasadnicze, między którymi Darwin tylko z wielkiem zastrzeżeniem przypuszcza możliwość zależności genetycznej, gdy profesor Vignoli wyłącza ją zupełnie ¹⁾. Nie ja, rozumie się, jestem powołany do rozwiązania tych trudnych i zawiłych kwestyj, a tem mniej do określenia związku między światem zwierzęcym i światem roślinnym. W każdym razie, co się tyczy czterech wielkich typów organizmów zwierzęcych, pytanie sprowadzone, jak my to uczyniliśmy, do związków czysto systematycznych a nie genetycznych, pozwala, zdaje się, bez wielkiej trudności na odpowiedź, potwierdzającą jedność zupełną całego królestwa zwierzęcego. Profesor Vignoli przyjmuje, że „materya żyjąca, skutkiem swych warunków wewnętrznych cząsteczkowych, fizycznych, chemicznych i biologicznych, może być uporządkowana jedynie podług tych czterech form zasadniczych, podobnie jak różne ciała mineralne, posiadające swe uporządkowanie według typowych form krystalicznych“, a jako przyczynę tego podaje „zależność materji żywej od określonych form geometrycznych jej budowy“. Na tej zasadzie dany jest związek systematyczny czterech typów świata zwierzęcego i możliwość klasyfikacji ich w jeden układ, w sposób podobny do klasyfikacji kryształów. Wtedy związek między czterema typami możemy opisać w sposób zbliżony do prawdy, mówiąc, że z jednego

¹⁾ Darwin: „O powstawaniu gatunków“, XIV; Vignoli: „I Musei di Storia Naturale“.

punktu tego układu zatliła się iskra życia w czterech różnych rozbieżnych kierunkach, określonych, między innymi, prawdopodobnie warunkami otoczenia, jakie wtedy przedstawiała nasza planeta; te cztery związki rozszerzały swe rozgałęzienia w różne strony układu, każdy niezależnie od innych, bez pozornej wzajemnej zależności. Gdy wygasły pierwsze organizmy, w których mogły być zauważone pewne podobieństwa, pochodzące z wspólnego początku, wtedy pozostały cztery układy cząstkowe, odcięte od wspólnego pnia i rozłączone wielkim przedziałem, na pozór odrębne i mające mało ze sobą wspólnego. Nie wykluczona jest dalej możliwość, że w innych otoczeniach (jakie mogłyby przedstawiać np. ciała niebieskie) mógł się zrodzić zaczątek życia w innych punktach i rozprzestrzeniać się w dziedzinach układu zupełnie różnych, dając początek typom form nam nieznanych, które i nadal pozostaną może zawsze nieznanymi.

54. Jakąkolwiek zresztą będzie hipoteza, którą przyjmujemy: czy jednego układu, czy większej liczby układów częściowych nieprzywiedlnych, zawsze wzorowi zasadniczemu takiego układu odpowie większy stopień ogólności, niż to możemy znaleźć w przyrodzie. W takim układzie klasyfikacja hierarchiczna będzie zawierała w sobie więcej rzędów, podziałów i poddziałów. Każdemu podziałowi danego rzędu odpowie jego własny, mniej ogólny wzór zasadniczy; i jak kilka poddziałów danego rzędu łączy się dla utworzenia podziału rzędu bezpośrednio wyższego, podobnie wzory cząstkowe tych poddziałów będą wszystkie stanowiły przypadki szczególne wzoru ogólniejszego, z którego pochodzą inne przez poddanie pewnym warunkom jego parametrów. W rezultacie wypadnie w klasyfikacji organizmów to, co zachodzi w klasyfikacji form geometrycznych czy-stych. Gdy tak stopniowo będziemy schodzili do coraz dalszych przypadków szczególnych, dojdziemy do ostatniego szczebla specjalizacji, odpowiadającego wzorom, określającym typ normalny odmiany, to jest do ostatniego szczebla hierarchii. W tym wzorze ostatniego stopnia wszystkie parametry są zupełnie określone co do ilości i jakości.

55. Jeżeliby wreszcie zapytano, jakie jest źródło wzoru zasadniczego najwyższego (lub wzorów najwyższych, jeżeli przypuszczamy, że jest ich więcej od jednego), któremu przypisuje się tak wielką wagę i prawie potęgę naczelną, odpowiemy bez wahania, że nie jest nim ani pomysł metafizyczny, ani *Deus ex machina*. Jak w układzie form geometrycznych wzór zasadniczy wyraża tę konieczność logiczną, która wiąże wszystkie typy układu, oraz różne części każdego typu, i zawiera w sobie prawo, określające ich istnienie i własności, podobnie w świecie organicznym wzór zasadniczy jest wyrazem konieczności fizycznej rzeczy; konieczności, która przy danych warunkach pierwszorzędnych istnienia świata organicznego czyni wszystkie fakty mniejszego znaczenia zależnymi od nich ze ścisłością logiczną. A więc wzór zasadniczy organizmów pochodzi z tego samego źródła, z którego pochodzą np. typy układu chemicznego i prawa ich łączenia; ze źródła, które daje początek ciężeniu powszechnemu i prawom, rządzącym ruchami falowymi, które przedstawiają się nam jako zjawiska światła, ciepła i innych form promieniowania. Pojęcie to, które za pomocą jedynej syntezy łączy wszystkie prawa poszczególne dla świata organicznego, zdaje bezpośrednio sprawę ze ścisłej wzajemności i wzajemnego stosunku, zauważonego nie tylko pomiędzy częściami tego samego organizmu, lecz także pomiędzy funkcjami odpowiednimi różnych istot organicznych. Te wzajemności i odpowiedniości, z naszego subiektywnego punktu widzenia, przedstawiają się często w postaci przyczyn i następujących po nich skutków i budzą w nas pojęcie celowości, są zaś tylko odpowiedniami i we wzajemnej harmonii będącymi skutkami, pochodzącymi wspólnie od jednej zasady i w niej samej określone *a priori*, podobnie jak *a priori* w krótkim wzorze matematycznym określone są z koniecznością nieskończenie liczne własności form geometrycznych; określone są harmonia i odpowiedniości, które tym własnościom dają początek.

ROZDZIAŁ VII.

Porównanie niniejszej hipotezy z hipotezą teorii Darwina.

56. Na podstawie poprzednich rozważań zdaje się być dowiedzionem, że uporządkowanie systematyczne przyrody organicznej według typów stałych i różniących się jeden od drugiego cechami niezmiennymi, które zarysowaliśmy w rozdziałach III, IV i V, będąc dosyć prawdopodobnem, może lepiej nawet, niżby można się było spodziewać, wyjaśnić najważniejsze fakty, dotyczące przemiany organizmów, bez uciekania się do pomocy hipotez, usuwających się z zakresu obserwacji i doświadczenia codziennego. Mamy więc tu teorię ewolucyi organicznej, której rezultaty mają wiele punktów styecznych z rezultatami teorii Darwina, różniąc się od nich atoli w kilku punktach ważnych.

Pierwsza różnica polega na tem, że gdy Darwin rozpatruje jako przeważającą przyczynę ewolucyi dobór na-

turalny¹⁾, oparty na walce o byt w połączeniu z dziedzicznością cech nabytych, my w tej pracy nie stawiamy żadnych szczególnych hipotez o względnej ważności licznych i różnych czynników omawianej ewolucji. Trzymamy się formuły ogólnej i obejmującej, takiej: „Każdy gatunek w swym początku zlewa się w czasie i w miejscu z innymi wprzód istniejącymi, związanymi z nim ścisłą analogią cech; nowa forma wytwarza się z dawniejszej za pośrednictwem generacji zmodyfikowanej“²⁾. Modyfikacja ta powstaje już to przez dziedziczenie zmian, nabytych w ciągu życia organizmu tworzącego, już to przez nieznaczne zmiany stopniowe, którym podlega już pierwszy zarodek w samym akcie tworzenia (heterogeneza stopniowa). Z tego punktu widzenia, nie możemy powiedzieć, żeby poglądy tu rozwinięte były w przeciwieństwie z hipotezami Darwina; jeden sposób widzenia jest ogólniejszy i mniej wyszczególniony, niż drugi; oto wszystko.

57. Przeciwnie, wielką i rzeczywiście nie dającą się pogodzić, jest druga różnica. Według hipotezy niniejszej, typ przekształcając się, może dążyć li w kierunku jednego z $2n$ typów³⁾ granicznych, posuwając się w jednym z kierunków, określonych przez n szeregów analogicznych, do których dany typ należy; nadto każdy typ, ku któremu dany typ może skierować przekształcenie, jest wprost i bezwzględnie oznaczony a priori co do wszystkich swych cech. Tak więc rola czynników ewolucyjnych nie polega na stwarzaniu typu nowego wedle okoliczności, lecz na wyborze z pomiędzy $2n$ typów możliwych tego, który najlepiej przystaje w danym przypadku i jest najpożyteczniejszy i najodpowiedniejszy dla danego organizmu. Nie mamy tu przemiany gatunków, gdyż gatunki są zupełnie niezmiennie w swych cechach, lecz mamy przechodzenie

1) Trzymam się formy, jaką nadał Darwin tej teorii w swoim dziele głównem „O powstawaniu gatunków“. Później zmodyfikował nieco swoje poglądy, jak to można widzieć w dziele jego „O pochodzeniu człowieka“.

2) Darwin: „O powstawaniu gatunków“, XI.

3) Przypominam, że n jest liczbą parametrów organizmu.

(transmigracyę) jednego osobnika lub całej ich masy z jednego gatunku danego typu do innego.

Możemy więc hipotezie niniejszej nadać nazwę ewolucyi regulowanej lub ewolucyi przez typy stałe. Przeciwnie, według bardziej stanowczych darwinistów, ewolucya jest zupełnie wolna i bez wszelkiego wędzidla. W samej rzeczy, twierdzą oni, że dobór naturalny dąży do wydoskonalenia każdej istoty żyjącej pod względem warunków organicznych i nieorganicznych życia i skutkiem tego w większej części przypadków powinien być uważany jako postęp w organizacyi¹⁾. Lecz ta dążność, wyrażająca się w sławnej formule *survival of the fittest*, zależy w każdym momencie od okoliczności, w jakich organizm żyje i rozwija się; okoliczności, zależnych od przyczyn, tak złożonych i tak zmiennych, jak te, które określają w każdym momencie postać i położenie fal morskich podczas burzy: przyczyn, nie podległych żadnej normie prawidłowej, które dla naszego pojmowania można przyjąć jako istotnie przypadkowe. Nowa tedy forma, ku której popychają typ dany czynniki swobodnej ewolucyi, jest też rezultatem kombinacyj przypadkowych i również przypadkową będzie nowa cecha lub nowe cechy, nabyte przez zupełne przystosowanie się typu do nowego środowiska, w którym się znajduje²⁾. Te nowe cechy, ponieważ są określone przez okoliczności zewnętrzne, nie będą związane żadnem prawem, i jakkolwiek wielką może być ich użyteczność, nie widać, dlaczego ma istnieć jaki związek między nimi a cechami, które się zachowują. Słowem, nowa forma nie będzie podlegała prawu spólzależności, będzie nawet w pewnem przeciwieństwie z tem prawem, to jest będzie w mniejszym lub większym stopniu potwornością, która na zasadzie prawa dziedziczności, powinnyby przenosić się na pokolenia następne. Pod bezwzględną władzą ewolucyi swobodnej państwo organiczne stałoby się wkrótce zbiorowiskiem potworów. By uniknąć takiego

1) Darwin: „O powstawaniu gatunków“, IV, § 17.

2) Tak ich nazywa Darwin we wnioskach, stanowiących koniec Rozdz. IV dzieła „O powstawaniu gatunków“.

wniosku, jesteśmy zmuszeni przyjąć wraz z Darwinem, że zmiany, którym podlega organizm, powinny być w każdym razie poddane prawu spółzależności. Ewolucya tym sposobem nie jest zupełnie bezwzględnie wolna, lecz podlega wzorowi zasadniczemu; jej wyniki są wolnemi jedynie w granicach, przez ten wzór zakreślonych; typ przekształcony będzie się przystosowywał do otoczenia o tyle tylko, o ile ten wzór na to pozwala. Stąd więc, obok zmian pożytecznych, powstawać będą inne zmiany, spółzależne z pierwszemi; zmiany już to nieużyteczne, już to szkodliwe, zawsze jednak takie, żeby w sumie użyteczność miała przewagę i była możliwie największa.

Przyjmując prawo spółzależności, w każdym razie zyskujemy to, że organizm będzie nadal należał do swego układu i że jego nowa forma zajmie swoje miejsce w obszarze tego układu, przedstawione jako pewien punkt. W hipotezie zaś darwinowskiej niema typów normalnych stałych i prawa niezmienności, i dlatego kolejne przekształcania organizmu (lubo zawsze spółzależne) i ruch stopniowy punktu, który je przedstawia, nie będą podlegały innym ograniczeniom, prócz tego, aby punkt pozostawał w danym obszarze. Ruch w takim obszarze i odpowiadające mu przekształcanie będą zachodziły na ślepo i w każdym momencie będą określone warunkami chwili.

58. Trudno zrozumieć, jakim sposobem przez takie procesy miałyby się tworzyć zawsze gatunki dobrze odgraniczone, bez typów przejściowych; w jaki sposób w każdym czasie mógłby się ustalać taki jasny i ścisły podział bez wszelkiej zasady wewnętrznej, któraby go określała (taką zasadą byłaby dla nas niezmiennosc typów) i wreszcie, jakim sposobem tylko przez sam skutek kombinacyj i okoliczności przypadkowych i nieskończenie zmiennych mógłby powstawać zawsze ten sam rezultat, prawie ze ścisłością matematyczną. Ta trudność, jak sam Darwin wyznaje, długi czas go zatrzymywała, a droga, na której próbował ją rozwiązać, jest jednym z tych pomników jego zadziwiającej bystrości umysłu¹⁾. Jego dowodzenia opie-

¹⁾ Darwin: „O powstawaniu gatunków“, VI, § 2.

rają się głównie na usuwaniu przez dobór naturalny nie tylko odmian przejściowych, przedstawiających stopnie uprzednie stopniowego doskonalenia, lecz nawet wogóle i przy wszystkich okolicznościach wszystkich odmian, mniej licznych i silnych, które mogłyby stanowić pozorne stopniowanie form między dwoma liczniejszymi gatunkami. Twierdzi on, że podobna ciągła eliminacya typów przejściowych ma miejsce nie tylko dla środowisk zamkniętych (np. na wyspach i jeziorach ograniczonych rozmiarów), gdzie walka o byt może stać się więcej zażartą, lecz i na wielkich przestrzeniach otwartych lądów i mórz, gdzie warunki życia zmieniają się stopniowo od miejsca do miejsca, któreby więc dozwalały na istnienie gatunku o stopniach z minimalnemi zmianami. Lecz jeżeli czytając te piękne karty, podziwiamy geniusz Autora i skłonni jesteśmy przyjąć wiele poszczególnych jego wniosków, nie możemy wszakże zdobyć przekonania jasnego i zupełnego, nawet po poznaniu zręcznej obrony, przedstawionej co do tego punktu przez Wallace'a¹⁾. Zdaje się, że zajęty głównie rozważaniem wielkich i ciągłych skutków doboru naturalnego, Darwin nie przypisał dostatecznej wagi innym czynnikom, równie potężnym i równie trwającym, jak np. ciągłemu zacieraniu się małych różnic w cechach, jako następstwu stałego łączenia się typów, bardzo mało różniących się od siebie. Mogę zrozumieć w zupełności to, czego dowodzi wielki uczony angielski, że gdy różnica cech dwóch typów, sąsiednich i mieszkających na tym samym obszarze, doszła do tego stopnia, iż łączenie się indywiduów dwóch typów jest coraz rzadsze i nieplodne, to różność ta postępuje, wciąż rosnąc; ale trudność dla mnie stanowi zrozumienie, jakim sposobem mógł powstać taki stopień różności wśród masy jednorodnej, znajdującej się w jednakowych warunkach. Dajmy dla przykładu, że mamy step wielkiej rozległości, na którym warunki życia postępują przez ciągle stopnie zmian, zamieszkały przez zbiorowisko roślin, przystosowane w każdym miejscu do

¹⁾ Alf R. Wallace: „The Method of organic Evolution“ w *Fortnightly Review*, luty i marzec, 1895, tom LVII, str. 138–139 i w *Annual Report of the Smithsonian Institution*, 1894, str. 413–433.

warunków otoczenia, a więc zmieniające się stopniowo od jednego punktu do drugiego; nie widzę, w jaki sposób mogłyby powstać różnice większe od już istniejących. W każdym miejscu będą zachodziły stale płodne połączenia indywiduów, mało między sobą różnych; stopniowanie form nie tylko będzie trwało nadal, lecz będzie stawało się coraz doskonalszem. Dobór naturalny będzie miał miejsce, jak przedtem, lecz między indywiduami, nie zaś między odmianami; w każdym miejscu i w każdym momencie przeważać będą osobniki silniejsze i więcej przystosowane do okoliczności, lecz typy trwać będą według stopniowania pierwotnego ¹⁾).

¹⁾ Nie tu miejsce i nie może być moim zamiarem poddawanie krytyce teorii Darwina; niech to będzie zachowane dla mistrzów o wyższej kompetencji. Lecz niech mi wolno będzie zrobić małą uwagę, tyczącą się zasady, nazwanej prawem rozbieżności cech, z której, zdaje mi się, nie zawsze uzasadniony czyni się użytek. Rozbieżność, czyli różnicowanie się cech, jest rezultatem różnych czynników i może mieć miejsce w danych okolicznościach i warunkach, np. gdy dany gatunek rozszerzy się w kilku dziedzinach o klimacie i położeniu różnem, lub gdy z czasem dozna wpływu zmienionych okoliczności. To jest fakt, mogący się zdarzyć lub nie zdarzyć, lecz nie jest zasadą (jakim jest np. prawo dziedziczności), którą można się posilkować zawsze i wszędzie, bez dalszego badania. Dlatego więc za każdym razem, gdy z tego robimy użytek, musimy uprzednio dowieść, że w danym przypadku szczególnym użytek ten jest dozwolony. Przyjęcie tego faktu jako zasady, równa się przypuszczeniu dążności naturalnej, wrodzonej organizmom, do różnicowania się, to jest do zmieniania cech dawnych przez przyjmowanie nowych. Byłaby to więc zasada, wprost przeciwna zasadzie dziedziczności, która właściwie jest, wogóle biorąc, zasadą zachowania cech. Równoczesne stosowanie tych dwóch zasad, przeciwnych sobie, jest machiną o podwójnym skutku, która, stosowana raz w jednym, drugi raz w innym kierunku, może służyć do wykazania wszystkiego, co się komu podoba.

Przykłady łąki, mogącej wyżywić trawy wielu różnych gatunków, drzewa, pod którem mogą żyć owady, mające wielce różne zwyczaje i t. p., nie tu nie mówią. Pewnem jest, że różnica typów ma miejsce i jasna jest przyczyna możliwości ich spółżycia. Lecz te fakty są przygotowane od dawna i wynikają ze spółdziałania przyczyn zewnętrznych. Te różnice typów, spółżyjących w tem samym miejscu, nie wytworzyły się same przez się, ani mogły się wytworzyć na skutek jedynie tylko doboru naturalnego zbioro-

59. Dó tej trudności przybywa inna analogiczna, polegająca na braku typów pośrednich w faunie i florze epok geologicznych, odsłonionych przez wykopaliska. Darwin wyjaśnia ten fakt niedostateczną i niezupełną znajomością naszą tej fauny i flory. Lecz, aby podobne wyjaśnienie było prawdopodobne, trzeba by przypuścić, że dla każdego rodzaju istot praca ewolucyjnej nie postępuje równomiernie z czasem, ani nie odbywa się mniej lub więcej energicznie w każdym momencie, lecz przeciwnie, że okresy przekształceń lub niestałości były zawsze dla wszystkich typów bardzo krótkie, oraz, że między jednym i drugim takim okresem trwały długie okresy stałości. Podczas trwania tych ostatnich, ponieważ typy były zupełnie przystosowane do warunków otoczenia (jak się przypuszcza niezmiennego), praca ewolucyjnej ustawała na długie wieki, dając gatunkom jakby stałe zawieszenie broni, środek utrwalania, powiększania obszarów i wzrastania liczebnego, ujawnione prawie wyłącznie w wykopaliskach, znosząc natomiast powolnie i po krótkim istnieniu typy pośrednie, przez które gatunek przeszedł w swym doskonaleniu się; tak że pozostałości kopalniane tych typów będą nieliczne i niedostateczne. Razem biorąc okresy pracy ewolucyjnej (biorąc rzeczy w masie, bez rozważania przypadków szczególnych) powinny stanowić małą, bardzo małą część okresów stałości form; prawie podobnie w rozwoju państw wystarcza rok, a najwyżej kilka lat wojny do określenia równowagi stałej rzeczy na długie lata, a nawet wieki. Jeżeli by tak nie było i gdyby okresy pracy ewolucyjnej trwały chociażby tylko ćwierć czasu trwania okresów stałości, wtedy, według zasad prawdopodobieństwa, wtedy w muzeach paleontologicznych typy przejściowe i o zmianach stopniowych musiałyby stanowić liczebnie czwartą część liczby typów stałych, należących do gatunków dobrze odgrani-

wiska istot początkowo jednorodnego lub prawie jednorodnego. Tu właśnie tkwi punkt główny: z mas jednorodnych, postawionych w warunkach mało różnych, mogą się rodzić tylko inne masy jednorodne. Małe różnice (od których trzeba zacząć) zostały zaraz zniesione przez liczne ciągłe i płodne spółki osobników, mało różniących się między sobą.

czonych. W rzeczywistości typów pierwszych brak, a jeżeli nie brakuje ich zupełnie, są one tak nieliczne i odosobnione, że nie można ich rozpoznać wpośród przeważającej liczby ostatnich.

60. Te dowodzenia, jak nie mniej różne inne, zebrane w końcu rozdziału X dzieła „O powstawaniu gatunków“, mogą zawierać w sobie część prawdy, lub mogą być przynajmniej stosowane w wielu przypadkach; mają wszakże w sobie wiele hypotetycznego i wartość ich nie może być w żadnym razie uważana za bezwzględna. Przetną tu dyskusję, która mogłaby zająć zbyt wiele miejsca, podejmowaną zresztą przez uczonych, bardziej kompetentnych, i ograniczę się na zrobieniu wynikającej z niej uwagi, że hipoteza typów niestałych i określonych za każdym razem przez kaprys okoliczności, ma w sobie coś pociągającego przez swoją (pozorną) prostotę, lecz ma w sobie zarazem wielkie trudności, dające się rozwiązać jedynie przy pomocy innych hipotez posiłkowych, mniej lub więcej dowolnych. Tej konieczności unika się zupełnie przez przyjęcie bronionej tu hipotezy typów stałych, zasadniczo nieciągłych, związanych jednym wzorem zasadniczym. Hipoteza ta, pomimo swego zabarwienia nieco metafizycznego, przyjęta jest nawet w teorii *Darwina* pod nazwą prawa spółzależności i nie wiadomo dlaczego, przyjmując ją, mianoby odrzucać wynikającą z niej niezmienność i nieciągłość wpływających z niej typów, które są wynikami, nasuniętymi nam przez te same prawa, jakimi rządzi się przyroda w świecie nieorganicznym (§ 14—15).

61. Zresztą jakiegokolwiek zdania będziemy się trzymali co do sposobu określania typów gatunków, należy zauważyć, że, praktycznie biorąc, rezultaty ostateczne nie wiele się różnią przy przyjęciu jednej lub drugiej hipotezy. Gdy dany typ przekształca się pod wpływem czynników ewolucyi, to według hipotezy *Darwina*, rozwijać się on będzie w kierunku, jaki odpowiada w danym momencie warunkom otoczenia; pomiędzy nieskończenie wieloma drogami, zgodnymi z prawem spółzależności, wybierze on tę, która mu zapewni największą korzyść lub najlepsze przystosowanie się do otoczenia. Według naszej zaś hipotezy nie będzie mógł pójść właściwie drogą największej korzyści, lecz jako typ należeć będzie do szeregów analogi-

cznych i będzie miał przed sobą $2n$ dróg otwartych przemiany, między którymi będzie mógł zawsze wybrać drogę najmniej-szego oporu lub największej użyteczności. Otóż ile właściwie jednostek może w przyrodzie zawierać liczba n , trudno wiedzieć; lecz być może, że przyrodnicy, badając szeregi analogiczne, będą mogli wyznaczyć ją przybliżenie. To jest jednak pewnem, że rozważając liczne związki między typem danym a innemi blizkiemi i dalszemi, wielorakość funkcyj, które otrzymujemy z n parametrów przez ich różnicowanie się w różnych organizmach, oraz bardzo złożoną budowę wielu pomiędzy nimi, można wnosić stąd, że tych jednostek jest niewiele. Dlatego więc przekształcenie typu będzie mogło mieć miejsce, jeżeli nie w kierunku największej użyteczności, to przynajmniej w kierunku nie wiele różnym; podobnie jak podróżny, udający się z Medyolanu do Rzymu, wybiera drogę przez Lodi lub przez Pawię, które ze wszystkich dróg, krzyżujących się w Medyolanie, co do kierunku mniej od wszystkich innych różnią się od prostej linii lotu ptaka.

62. Z tych rozważań wyprowadza się piękny i wdzięczny wniosek, że pomimo radykalnej różnicy hipotez podstawowych, fakt ewolucyi dokonywa się podług tych dwóch teoryj sposobami, nie wiele w rzeczywistości różnemi, tak że sporo obserwowanych faktów można objaśnić jednakowo według jednej z nich lub drugiej. Takim np. jest fakt zasadniczy powstawania jednego gatunku z drugiego, który, według Darwina, postępowałby według rozgałęzień drzewa genealogicznego, bardzo zbliżonego do zwykłego drzewa ¹⁾, według tu zaś przedstawionej hipotezy odbywałby się według linii szeregów analogicznych. Wzdłuż tych linii postęp życia może, oczywiście, odbywać się jakby po gałęziach drzewa, ale ze swobodą kierunku i licznemi związkami pomiędzy gałęziami, na jaką nie pozwala drzewo zwykłej postaci. Nad temi punktami zgody, gdzie obie hipotezy dają dostateczne wyjaśnienie faktów, nie będziemy się więcej zatrzymywali. Natomiast rozpatrzmy te pytania, w których hipoteza Darwina napotyka pewne trudności i zoba-

¹⁾ Darwin: „O powstawaniu gatunków“, rozdz. IV, koniec.

czymy, jakie światło padnie na te pytania przy nowym sposobie rozważania tej materji. Zadanie jest względnie łatwe, gdyż sam Darwin wyłożył te pytania i odsłonił słabe strony swojej teoryi z bezstronnością i prawością naukową, godną prawdziwie jego wielkiego imienia, za którą wszyscy winniśmy mu wdzięczność.

ROZDZIAŁ VIII.

Pytania różne. Ewolucja typów pierwotnych. Organy doskonałe, szczątkowe, bezużyteczne. Środkowe punkty stworzenia. Atawizm.

63-I. „Jeżeli przeniesiemy się myślą w zaranie życia na ziemi do epoki, w której winniśmy wyobrazić sobie wszystkie istoty organiczne, jako obdarzone budową możliwie najprostszą, powstaje pytanie, w jaki sposób mogły odbywać się pierwsze kroki na drodze różnicowania i umiejscowiania organizmów dla funkcyj coraz specjalniejszych. Nie umiałbym rozwiązać tego pytania w zupełności. Ale wobec braku faktów przewodnich, spekulacye nad tym przedmiotem możemy uważać za bezużyteczne i bezpodstawne“. Tak powiada D a r w i n w dziele „O powstawaniu gatunków“, Rozdz. XIV § 14.

Trudność ta jest wspólna wszystkim teoryom ewolucyi, w których przypuszcza się, że jeden typ powstaje z drugiego przez stopniowe doskonalenie się. I nasza hipoteza nie unika tego. Możemy tyle powiedzieć, że nie wiedząc nic określonego o naturze i względnej ważności czynników ewolucyi, możemy poprostu przeciąć te rozważania, mówiąc, że przejście od pierw-

szego do następnego organizmu nie jest dla nas trudniejsze do zrozumienia i więcej tajemnicze, niż przejście od 1000-go do 1001-go. Odpowiedzi takiej nie może dać ten, który wszystko stawia w zależności od doboru naturalnego. Wogóle, o ile widzieć można, zdaje się, że dobór naturalny, chociaż jest potężnym środkiem, przyspieszającym różnicowanie dostatecznie pounięte, jest zarazem środkiem, najmniej nadającym się do wyjaśnienia pierwszego stadyum tych różnicowań.

Broniącego teorii ewolucyi regulowanej możnaby zapytać, dlaczego technienie życia zaczęło się w dziedzinach układu, odpowiadających typom najwięcej pierwotnym i najmniej rozwiniętym, gdy we wzorze zasadniczym były już z góry określone wszystkie możliwe typy, a więc mogło ono zacząć od typów doskonalszych. Nie wiem, doprawdy, czy typy formacyi laurentyńskiej i najniższej kambryjskiej są najprostszymi możliwymi w swej kategorii, w każdym razie, sądzę, że wolno mi odpowiedzieć, iż według naszego schematu wytwarzanie się typów nie odbywa się dowolnie, lecz zależy od możliwości ich istnienia i dalszego rozmnażania w danem otoczeniu. Zresztą wszyscy jednoznacznie przyjmują, że w czasie pojawienia się życia na ziemi taka możliwość istniała tylko dla istot natury najprostszej, najpierwotniejszej. To wystarcza do rozwiązania danego pytania.

64-II. „Przypuszczenie, że oko ze wszystkimi niezrównanemi jego urządzeniami dla nastawiania ogniska do rozmaitych odległości, dla dopuszczenia rozmaitych ilości światła, oraz dla poprawiania aberacyi sferycznej i chromatycznej, może być utworzone drogą naturalnego doboru, wydaje się na pierwsze wejrzenie—zgadzam się na to otwarcie—w wysokim stopniu niedorzecznem“. Na ten zarzut odpowiada Darwin przez wykazanie, że jest wiele stopni udoskonalenia różnych gatunków oka i że nie jest nieprawdopodobnem przypuszczenie, iż jedno mogło powstać z drugiego przez stopniowe udoskonalenia, zaczynając od nerwu wzrokowego, pokrytego komórkami barwnika bez żadnej soczewki, lub czego innego, aż do organu budowy tak sztucznej, jakim jest oko ludzkie. Tę obronę, mającą pozory prawdy, możnaby zastosować do wszystkich doskonalszych narządów

zwierzęcych i roślinnych ¹⁾. W hipotezie ewolucyi regulowanej takiej trudności niema; wszystkie gatunki oka są naprzód określone przez wzór zasadniczy układu i przystosowane do reszty organizmów według prawa spółzależności.

65-III. „Organy elektryczne ryb przedstawiają inną, daleko poważniejszą trudność, gdyż występują one u kilkunastu gatunków ryb, które stoją od siebie bardzo daleko pod względem pokrewieństwa. Wogóle, jeżeli jeden i ten sam organ występuje u rozmaitych przedstawicieli jednej klasy, możemy wtedy zwykle przypisywać obecność organu dążnościom, odziedziczonym po wspólnym przodku; brak zaś ich u ewentualnych innych przedstawicieli—zanikowi, wynikającemu wskutek nieużywania go, drogą naturalnego doboru. Lecz jeżeliby wszystkie organy elektryczne zostały odziedziczone po jakim wspólnym przodku, to należałoby się spodziewać, że wszystkie ryby elektryczne będą dość bliskie jedne drugim; tak jednak nie jest“ ²⁾. Zarzut ten możnaby powtórzyć za każdym razem, gdy spotykamy jakąś cechę rzadką (np. jakiś organ elektryczny), wspólną kilku bardzo daleko pod względem pokrewieństwa stojącym gatunkom, często nawet należącym do rodzajów, układów i klas różnych. Według naszego poglądu, trudność ta rozwiązuje się łatwo przez przypuszczenie, że ryby, obdarzone organami elektrycznymi, chociaż może oddalone znacznymi przedziałami w obszarze układu ichtiologicznego, należą do tego samego szeregu analogicznego albo do szeregów analogicznych równoległych i sąsiednich, dla których obecność organu elektrycznego stanowi cechę znamioną. Rzadkość tych typów nie powinna stanowić trudności, dlatego, że cała istniejąca obecnie fauna jest tylko małym odłamem faun epok przeszłych (prawdopodobnie i przyszłych), a tem więcej całego układu zwierząt.

Też same rozumowania, lub rozumowania podobne, można stosować do kwestyi organów na pozór bezużytecznych lub niedostatecznie przystosowanych do domniemanego celu i do organów

¹⁾ D a r w i n: „O powstawaniu gatunków“, rozd. VI, § 6.

²⁾ Tamże.

szczętkowych. Niebezpieczną jest rzeczą wchodzić tu w zbyt-
nie szczegóły, dopóki nie będą zbadane różne szeregi analogiczne
układu zwierząt i układu roślin pod względem ich związków
wzajemnych i dopóki nie będzie zbadane w zarysie zasadniczym
prawo spółzależności.

66-IV. Przechodząc do wielkich faktów, dotyczących
miejscowego *oblicza* tworów danego rozległego obszaru¹⁾, zadzi-
wiającego pokrewieństwa gatunków wymarłych i żywych tego
samego kontynentu²⁾, równoległości rozmieszczenia geograficz-
nego przy kolejnem następstwie istot na bardzo obszernych prze-
strzeniach, a zwłaszcza na starym i nowym lądzie — spostrzeże-
my odrazu, że objaśnienie tych faktów w obydwóch hipotezach
jest prawie takież same. Powtarzamy, że istnienie uprzednie
określonych a priori typów normalnych stałych nie przeszkad-
za bynajmniej temu, by ewolucya z dostateczną swobodą odby-
wała się w tych kierunkach, do których pociągają warunki oto-
czenia, podobnie jak podróżny, chociaż przebywający podróż
według stacyj oznaczonych na karcie geograficznej, będzie mógł
równie dobrze przybyć i inaczej do Rzymu, jak i ptak, swobodnie
kierujący swój lot drogą najprostszą.

67-V. W sławnem pytaniu, dotyczącem jedności czy wie-
łości tak zwanych *środków stworzenia*, Darwin, a z nim
wszyscy stronnicy ewolucyi swobodnej, są szczerymi unitarystami.
W swym pięknym traktacie w tej materji Darwin³⁾ przedstawia
jako zasadę oczywistą to, „że wszystkie indywidua tego samego
gatunku, chociaż zamieszkujące dziedziny odosobnione i odległe,
musiały przyjść z jakiegoś miejsca, gdzie żyli ich przodkowie,
gdyż trudnoby uwierzyć, by indywidua zupełnie jednakowe po-
wstały przez dobór naturalny, od przodków gatunkowo różnych“.
Przypuszcza więc on dla każdego gatunku jedyny punkt po-
czątkowy i wnioskuje, „że każdy gatunek powstał tylko w je-
dnej pojedynczej okolicy, a następnie powędrował stąd tak daleko,

¹⁾ Darwin: „O powstawaniu gatunków“, Rozdz. XI, § 6.

²⁾ Tamże, Rozdz. XI, § 9.

³⁾ Tamże, Rozdz. XI, § 4.

jak tylko pozwalały środki wędrówki i istnienia, tak w warunkach życia obecnego, jak i życia przeszłego“, i przypuszcza, że takich środków wędrówki i istnienia nie brakowało nigdy gatunkom, rozproszonym na powierzchni ziemi. Dla objaśnienia takiego rozproszenia i rozgraniczenia jednakowych gatunków w punktach najdalszych i odosobnionych, Darwin rozważa wpływ, jaki na rozmieszczenie geograficzne istot żyjących wywierać musiała stosunkowo zimna temperatura, która w pewnej fazie epoki trzeciorzędowej panowała w krainach, otaczających biegun północny i doprowadziła do okresu lodowego, po którym nastąpił zwrot do temperatury łagodniejszej. Na podstawie tego rozbioru, stanowiącego najpiękniejszą perłę dzieła jego, rozumiemy dopiero, ile to roślin tożsamych żyło w odosobnieniu na śnieżnych szczytach Alp i Pirenejów, w oddaleniu od pokrewnych im roślin Europy podbiegunowej. Pojmujemy dalej fakt, że w pasie umiarkowanym Europy i Ameryki północnej żyją niektóre gatunki zupełnie jednakowe i inne pokrewne zastępcze, jakkolwiek specyficznie różne. Trudniej natomiast zrozumieć fakt osobliwy, dotyczący istnienia niektórych skorupiaków, ryb i innych zwierząt morskich, właściwych morzu Śródziemnemu, które znajdują się jeszcze w morzu Japońskiem, jeżeli nie postawimy specjalnej hipotezy o rozkładzie mórz i kontynentów w okresie, poprzedzającym epokę daną lub następującym po niej ¹⁾).

68. Jeszcze większą trudność objaśnienia za pomocą działania lodowców przedstawia ciekawy fakt, podany przez H o o k e r a ²⁾), że „40 do 50 roślin z gatunku jawnokwiatowych Ziemi Ognistej, stanowiących znaczną część biednej jej flory, znajdujemy i w Europie, pomimo olbrzymiej odległości tych dwu punktów globu Oprócz tych gatunków znajduje się wiele gatunków niejednakowych, lecz typu pokrewnego“. Takąż trudność przedstawiają fakty, „że na górach Abisynii rosną liczne formy, mające cechy europejskie“, „że na górach Przylądku Dobrej Nadziei znaleziono pewną liczbę gatunków europejskich, któ-

¹⁾ Darwin: „O powstawaniu gatunków“, Rozdz. XI, § 9.

²⁾ Tamże, Rozdz. XI, § 10.

rych dotąd jeszcze nie znaleziono w krajach zwrotnikowych Afryki“, „że w Himalajach i na górach półwyspu Indyjskiego i Ceylonu występują liczne rośliny gatunkowo identyczne z europejskimi, lub też zastępcze, które nie zostały znalezione w leżących pośrodku nizinach“. Dla objaśnienia tych faktów Darwin zmuszony jest przypuścić, że wpływ okresu lodowego objął całą ziemię, lub przynajmniej rozprzestrzenił się w niektórych pasach pewnej szerokości od jednego bieguna do drugiego, wzdłuż południków. Hypotezy te wypowiadano już kilkakrotnie, zdaje się, wszakże, że trudno je sprawdzić zupełnie. Jeszcze większą trudność widzi Darwin, w zrozumieniu obecności w różnych punktach odosobnionych półkuli południowej (Kerguelen, Nowa Zelandya, Ziemia Ognista) gatunków zupełnie różnych, lecz należących wyłącznie do rodzajów antarktycznych.

Lecz jedna okoliczność, jeszcze bardziej niepokojąca, tkwi w tem, że podobne rozproszenie fauny i flory pokrewnej w punktach, odosobnionych i pozbawionych obecnie wszelkiej możliwej komunikacyi, miało miejsce także w poprzednich okresach ziemi. Chcąc więc zachować jedność środków stworzenia, naturaliści i geologowie zmuszeni byli do przypuszczenia kolosalnych rewolucyj w rozmieszczeniu mas kontynentów i oceanów. Tak np. dla objaśnienia pokrewieństwa pewnej części fauny Afryki południowej w epoce jurajskiej i kredowej, a nawet w epoce eoceńskiej, przypuszczają, że długi półwysep rozciągał się od końca południowego Afryki, sięgając części półwyspu Indyjskiego; półwysep ten nazwano Lemuria¹⁾. Podobne analogie fauny środkowej Afryki i brzegu Chili dały początek hipotezie obszernego lądu południowej Atlantydy, która miała łączyć Afrykę ze środkową Ameryką przez czas okresów jurajskiego i kredowego, a która powoli znikła na początku okresu eoceńskiego²⁾. Odpowiadać jej miała północna Atlantyda, może aż do okresu paleozoicznego, która, zajmując północną część oceanu

¹⁾ Neumayr, *Erdgeschichte*, 1-e wydanie, tom II, str. 333 i 341.

²⁾ Tamże, str. 547 i 741.

Atlantyckiego, od północnej Ameryki dochodziła do Szkocyi i Irlandyi, od czasu do czasu łącząc się z niemi; ta Atlantyda miała istnieć z pewnemi przerwami aż do doby plioceńskiej¹⁾.

69. Te wszystkie nadzwyczajne zmiany konturów globu naszego były przed kilku laty uważane przez geologów, jako przypadki możliwe i nieodosobnione. Lecz od czasu, gdy zaczęto z pewną starannością badać dna oceanów w związku z konturami kontynentu, powyższe hipotezy okazały się przesadzonymi. Odtąd coraz więcej zyskuje na wartości pogląd, że od najdawniejszych epok geologicznych konfiguracja i położenie lądów i głębin oceanów nie zmieniły się w sposób widoczny. Jeżeli ten pogląd okaże się bardziej zgodny z prawdą, wtedy hipoteza jedności punktów stworzenia będzie mocno zachwiana, a wraz z nią hipoteza swobodnej ewolucyi organizmów. Jedna i druga hipoteza mogą ocaleć tylko przez pomyślenie nowych, łatwiej przyjąć się dających hipotez.

70. Dla nas kwestya ta byłaby obojętna. Hipoteza ewolucyi regulowanej nadaje się równie dobrze przy przyjęciu jedności czy też wielości środków stworzenia. Jakiśmy to zaznaczyli okolicznościowo, nie niema niemożliwego w przypuszczeniu, że ten sam typ zjawiał się po kilka razy na ziemi w czasie i miejscach różnych, a nawet mógł w swych pokoleniach postępować według różnych szeregów analogicznych (§ 52). Gdy więc w dwóch różnych miejscowościach dane były niezbędne warunki istnienia i rozmnażania się, te same gatunki, lub choćby gatunki pokrewne, mogły pojawić się na przykładu Dobrej Nadziei i w Chili, w Europie i na Ziemi Ognistej, lub wreszcie w morzu Śródziemnem i Japońskiem. W różnych miejscach ziemi, gdzie

¹⁾ „Neumayr, Erdgeschichte“, str. 333, 335, 548, 549, 711. O części północnej Atlantydy, dotyczącej wysp Wielkiej Brytanii, porównaj Hull: „Palaeo-Geological Maps of the British Islands“ w Transact. Roy. Dublin Society, Tom I, 1882, str. 257—296. O istnieniu obu Atlantydy w związku z geografią botaniczną Nathorst: „Beiträge der Polarforschung zur Pflanzengeographie der Vorzeit“. W sprawozdaniu Nordenskjöld'a pod tytułem „Studien und Forschungen veranlasst durch meine Reise im hohen Norden“, Lipsk, 1885, przeważnie str. 237 i następne.

przeważały wpływy warunków analogicznych, Parka snuła nici życia w obszarze gatunków, drogami mniej więcej równoległymi, jeżeli nie jednakowymi. Cóż więc dziwnego, że od czasu do czasu nici te przerywają się w pewnym punkcie?

71. Atawizm. Pytania, dotyczące tego, co powszechnie przyjęto nazywać atawizmem, przedstawiają się w hipotezie naszej w sposób wielce różny od zwykłego. Ponieważ trudno mi jest wyłożyć rzecz w terminach właściwych i ogólnych, będę się posiłkował przykładem zmyślnym, bardzo prostym, który jednak wystarczy, by dać obraz dostateczny—lubo surowy i niedoskonały—nowego poglądu na to trudne zagadnienie.

Przypuśćmy, że mamy układ organizmów pod każdym względem jednakich, prócz dwóch tylko parametrów, których zmianom odpowiadają wprost zmiany dwóch cech bardzo prostych—np. koloru i wzrostu. Taki układ istot będzie mógł być przedstawiony za pomocą schematu o dwóch wymiarach, jak to widać na fig. 19, z dwiema klasami szeregów analogicznych, z których jeden tworzy linie poziome, drugi linie pionowe punktów czyli typów normalnych. Przypuśćmy, że przesunięcie w kierunku poziomym odpowiada różnicy koloru, przesunięcie w kierunku pionowym różnicy wielkości, tak że wszystkie typy normalne, tworzące jeden z szeregów analogicznych pionowych, mają ten sam kolor, lecz różne wzrosty, wszystkie zaś typy normalne, tworzące jeden z szeregów analogicznych poziomych, mają ten sam wzrost, lecz kolory różne. Te same stosunki będą zachowane także dla typów poszczególnych, różnych od normalnych, to jest dwa typy poszczególne, przedstawione przez 2 punkty M, M' , położone na tej samej linii pionowej, będą miały ten sam kolor, a dwa typy, przedstawione przez punkty M, M'' , położone na tej samej linii poziomej, będą miały jednakowy wzrost.

72. To mając, dajmy, że poszczególny typ jakikolwiek, przedstawiony przez punkt M , pod wpływem działania czynników ewolucyj, w dalszych pokoleniach posuwa się raz w tę, drugi raz w inną stronę, pozostając jednak ciągle w niewielkiem oddaleniu od swego typu normalnego σ . Wielokąt $M m m' m'' \dots$, utworzony

w ten sposób (§ 30), przebiegać będzie w swych zwrotach dziedzinę około punktów M i σ , przecinając je w każdym zwrocie. W takim ruchu łatwo może się zdarzyć, że któryś z wierzchołków m, m', m'' (to jest jeden z typów kolejno zrodzonych) zbliży się do pionowej MM' , odtwarzając w ten sposób w typie odpowiednim kolor typu M . Również łatwo może się

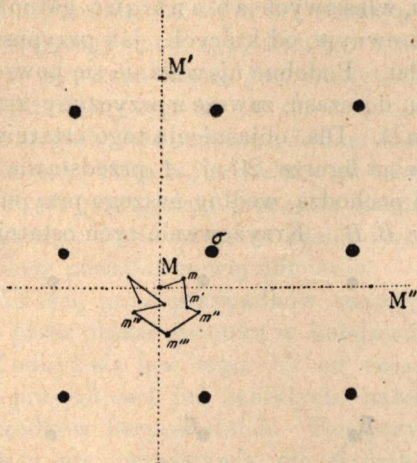


Fig. 19.

zdarzyć, że któryś z wierzchołków wielokąta zbliży się do poziomej MM' , odtwarzając w ten sposób w typie odpowiednim wzrost typu M . W ten sposób będziemy mieli przypadki atawizmu w pewnej liczbie indywiduów tej samej linii genealogicznej, przy odtwarzaniu mniej lub więcej dokładnem kilka razy jednej, kilka razy drugiej cechy znamiennej M . Lecz jeżeli ruch, z powodu jakiejś stałej przyczyny, będzie pobudzany wciąż w pewnym szczególnym kierunku, to po kilku pokoleniach atawizm jednej lub drugiej cechy, również jak i obydwóch, może zniknąć, natomiast może się zdarzyć wznowienie atawistyczne koloru innego niż kolor typu M i wzrostu innego, niż M . Widoznem jest, że ten rodzaj atawizmu nie może być uważany za zjawisko nieprawidłowe, lecz zgadza się zupełnie z prawem następstwa genealogicznego istot przyrody.

Nie jest koniecznem przyjęcie, że cechy dziedziczne zachowują się w wielu pokoleniach, zmieniając się w części na u k r y t e. Dziedziczność ma miejsce tylko od ojca do syna, reszta jest wynikiem działań zakłócających, powodujących odchylenia pojedynczych typów od ich typu normalnego.

73. Nie trudno również zdać sobie sprawę z tego, co można nazwać p a l e o a t a w i z m e m, to jest z reprodukcji cech dawno znikłych, właściwych a b a n t i q u o gatunkom wygasłym i gatunkom pokrewnym, od których, jak przypuszczamy, dany gatunek pochodzi. Podobne ujawnianie się powrotne cech ma miejsce od czasu do czasu, zawsze z przyczyny krzyżowania się różnych odmian ¹⁾. Dla objaśnienia tego ostatniego przypadku przypuśćmy, że na figurze 20-ej *A* przedstawia odmianę wygasłą, od której pochodzą, według naszego przypuszczenia, dwie żyjące odmiany *B, B'*. Krzyżowanie tych ostatnich wyda typ

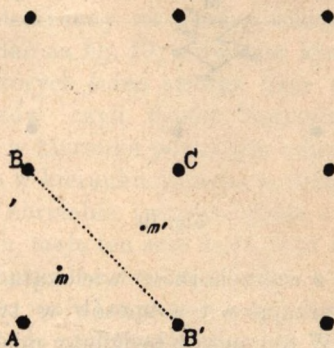


Fig. 20.

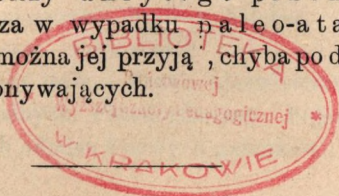
pośredni, który jednak, ogólnie rzeczy biorąc, nie znajdzie się na linii *BB'*, lecz z jednej lub drugiej strony tej linii (§ 31), gdyż nie jest wogółności ustosunkowana dla wszystkich cech potomka część, w jakiej się na to składa każdy z typów *B, B'*. Niech więc punkt *m* przedstawia rezultat krzyżowania *B, B'*. Jeżeli *m* leży po tej stronie co *A*, będzie się mógł dostatecznie zbliżyć,

¹⁾ Darwin: „Zmienność zwierząt i roślin“, Rozdz. XIII; „O powstawaniu gatunków“, Rozdz. V, § 9.

ażeby przyjąć jakąś wybitniejszą cechę typu A . Można będzie tedy mniemać, że pochodzi to od przeniesienia cech typu A , które przez wiele wieków było ukryte. Lecz mniemanie to jest błędnem, gdyż widocznie własności indywiduum m powstałyby takie same, nawet jeżeliby typ A nigdy nie pojawił się na ziemi i byłby pozostawał w fazie typu możliwego.

Punkt m , przedstawiający potomka z tego krzyżowania, mógłby również dobrze znaleźć się w m' , zbliżając się do punktu C , przedstawiającego inny typ, którego istnienie przeszłe lub nieistnienie w pewnym czasie jest obojętnem. Tak więc wskazówka, jaką dawałby typ m' , co do cech nowych, dotychczas nieznanych, mogłaby być podstawą do domysławiania się własności nieznanej odmiany, która zajmowałaby położenie C . Mógłby również punkt m' , pociągnięty przez siłę niezmienności typu normalnego C , zbliżyć się do niego w następnych pokoleniach, dając tym sposobem początek nowej odmianie.

74. Wogólności, prócz przypadków szczególnych, żaden ruch typu M po przez obszar gatunku w kolejnych pokoleniach nie będzie mógł odbyć się bez tego, by od czasu do czasu nie zdarzyło mu się przyjąć cech już zanikłych, należących do jednego z jego przodków bezpośrednich. Ten przypadek będzie dosyć pospolity i nie przedstawia nic wyjątkowego. Nadto, za każdym razem, gdy typ zrodzony wiele się różni od typów jego przodków (co zdarza się często przy krzyżowaniu odmian lub gatunków różnych i zawsze przy krzyżowaniu typów znacznie różnych) może on przejść do części obszaru, zbliżonych do innych gatunków lub innych odmian, tak że będzie mógł przyjąć mniej lub więcej widoczne ślady podobieństwa do trzeciego typu, wielce różnego od dwóch pierwszych. Ten trzeci typ może być lub nie być przodkiem najdawniejszych typów skrzyżowanych. W żadnym z tych przypadków niema potrzeby uciekania się do hipotezy ukrytego przekazywania cech, która to hipoteza w wypadku paleo-atawizmu jest tak niezwykłą, że nie można jej przyjąć, chyba po dowodach, bardziej jasnych i przekonujących.



T R E Ś Ć.

	<i>Str.</i>
Od tłómacza	III
List Autora do tłómacza	V
Profesorowi Tytusowi Vignoli, dyrektorowi Muzeum miejskiego historyi naturalnej w Medyolanie . . .	VII—X
ROZDZIAŁ I. Formy geometryczne czyste; ich parametry i klasyfikacya	1—14
ROZDZIAŁ II. Przedstawienie form geometrycznych czy- stych i ich przekształcenia; gatunki i odmiany.	15—27
ROZDZIAŁ III. Formy organizmów przyrody, ich para- metry, prawo ich wzajemnej zależności. Typy normalne, ich nieciągłość i ich wzajemny stosu- nek; szeregi analogiczne	28—38
ROZDZIAŁ IV. Zmiany indywidualne i przypadkowe ty- pów organicznych. Zmiany zależne. Dobór przypadkowy. Potworność	39—47
ROZDZIAŁ V. Zmiany stałe. Prawo niezmienności ty- pów normalnych. Pseudoodmiany. Pojawianie się nowych odmian i nowych gatunków . . .	48—57

ROZDZIAŁ VI. Uogólnienia i wnioski. Homologie. Jedność układu organicznego i jego wzór zasadniczy	58—68
ROZDZIAŁ VII. Porównanie niniejszej hipotezy z hipotezą teorii D a r w i n a	69—78
ROZDZIAŁ VIII. Pytania różne. Ewolucya typów pierwotnych. Organy doskonałe, szczątkowe, bezużyteczne. Środkowe punkty stworzenia. Atawizm	79—89

