dostrzegł związek pomiędzy wygięciem skrzydeł a wielkością siły nośnej. Zakrzywione skrzydła mają nieco większy opór w kierunku poziomym w porównaniu do skrzydeł płaskich, ale wielokrotnie większą siłę nośną w ruchu pionowym. W 1889 roku opublikował książkę „Lot ptaka jako podstawa sztuki latania", która jest uważana za najważniejszą publikację aeronautyczną XIX wieku. Obecnie ornitolodzy znają ponad 10 000 gatunków ptaków, z których większość jest zdolna do lotu. Zaobserwowano wiele różnych rodzajów lotów (np. lot ślizgowy, lot trzepoczący, lot wstrząsowy). Kto przewidział właściwą konstrukcję skrzydeł dla każdego ptaka, odpowiednio do jego potrzeb i to z różnorodnymi rodzajami piór?

Kto zainstalował niewyobrażalnie skomplikowany program lotu w ptasim mózgu, który informuje go o każdej pozycji skrzydeł – nawet podczas trudnego manewru – a następnie błyskawicznie każe mu reagować, wydając mięśniom niezbędne polecenia? Wszystkie systemy i programy muszą być zawsze gotowe do działania.

Granice bioniki

Poznaliśmy tylko niektóre zagadnienia z biologii, które można uznać za doskonałe rozwiązania. Niewiele rzeczy można skopiować bezpośrednio. Zwykle od zjawiska biologicznego do realizacji technicznej jest długa droga.

Z mojego punktu widzenia, jako inżyniera i informatyka, głównymi procesami, które można zrealizować, są te, które zaliczamy do nauk inżynieryjnych – a zasadniczo do mechaniki:

- Pomysłowe, lekkie konstrukcje (zastosowany materiał jest używany bardzo oszczędnie np. pływający liść Victorii, ptasie pióra, układy ziaren w roślinach, pajęczyny).
- Specjalne materiały (jedwab z przędzy o większej wytrzymałości na rozciąganie niż stal).
- Optymalizacja kształtu (konstrukcje są zaprojektowane tak, aby były jak najlżejsze i jak najmocniejsze np. miejsca styku gałęzi z pniami drzew, łodygi żyta, kości, zęby, pazury).
- Specjalne konstrukcje dla specjalnych zastosowań (ważki, kolibry, płaszczki).
- Pomysłowe wykorzystanie praw fizyki (szybko poruszające się zwierzęta mają kształt ciała o niskim oporze przepływu – delfiny, rekiny).

- Zasady napędu (zasada odrzutu u meduz i kałamarnic, zasada śmigła w locie trzepoczącym ptaków).
- Precyzyjnie obliczone systemy klimatyczne (kopce termitów).
- Optymalne wykorzystanie energii (lot ptaków wędrownych, futro niedźwiedzia polarnego).
- Miniaturyzacja (do tej pory nie jest znana większa gęstość informacji niż ta w cząsteczce DNA).
- Technologia sensorów.

Wszystkie wymienione powyżej mechanizmy zostały pomysłowo wdrożone. Na Ziemi istnieje również niewyobrażalna różnorodność żywych systemów. Niemiecki biolog profesor Gerhard Zotz (*1960) szacuje bioróżnorodność na naszej planecie na poziomie około 100 milionów gatunków, z których tylko 8,7 miliona zostało do tej pory odkrytych. Daje nam to wyobrażenie o zapierającej dech w piersiach liczbie wysoce genialnych pomysłów, które zostały zrealizowane w „żywych systemach".

We wszystkich tych systemach istnieją koncepcje, które wykraczają daleko poza wszelką inżynierię. Uświadamiają nam one, że istnieją rozwiązania, które technicznie są niemożliwe do odtworzenia. O co w tym wszystkim chodzi?

1. Wszystkie żywe systemy mają wspólną cechę, ponieważ wyłoniły się z istniejącego żywego systemu. Jest to koncepcja multiplikacji. W kategoriach technicznych oznacza to, że na podstawie jednego młotka projektowany jest nowy młotek, na podstawie silnika benzynowego projektowany jest nowy silnik benzynowy, a na podstawie komputera projektowany jest nowy komputer.

2. Co więcej, wszystkie żywe systemy mają tę wspólną cechę, że ich złożone instrukcje budowy przechowywane są jako informacje na bardzo małej przestrzeni, i że po inicjacji (zapłodnienie, podział komórki) uruchamia się dynamiczny proces wzrostu, który wytwarza wszystkie najmniejsze części żywego organizmu (narządy, systemy zmysłów), a także skrupulatnie kontroluje tysiące procesów.

Skąd biorą się te wszystkie koncepcje?

Nawet nasze codzienne doświadczenia uczą nas, że każdy pomysł potrzebuje pomysłodawcy. Teoria względności została wymyślona przez Alberta Einsteina, silnik Diesla przez Rudolfa Diesla, a kantaty Bacha zostały skomponowane przez Johanna Sebastiana Bacha. Ale kto jest wynalazcą wszystkich koncepcji biologicznych? Każdy, kto myśli, że przyczyną jest przypadkowa ewolucja, jest w błędzie, ponieważ informacja – podstawa wszelkiego życia – nie może, zgodnie z naturalnymi prawami informacji, powstać sama z siebie w materii. Te prawa natury można również wykorzystać do udowodnienia, że wymagane jest nie tylko wysokie źródło inteligencji, ale także takie, które ma nieskończoną inteligencję. To sprawia, że jedynie Bóg może być źródłem informacji i idei. Ludzie czczą wielu bogów, ale który z nich jest prawdziwym bogiem? Tylko jeden Bóg odwiedził nas tutaj na ziemi i jest to Bóg Biblii. Przyszedł na ziemię w postaci ludzkiej, jako Jezus Chrystus, Syn Boży. „Przez Niego też stworzył świat" (List do Hebrajczyków 1,2b). W Liście do Kolosan (1,16) zakres tego, co stworzył Pan Jezus, jest jeszcze bardziej rozszerzony:

„Ponieważ w Nim (w Jezusie Chrystusie) zostało stworzone wszystko, co jest na niebie i na ziemi, rzeczy widzialne i niewidzialne; wszystko przez niego i dla niego zostało stworzone".

Spełnia On również wyżej wspomniane kryterium nieskończonej inteligencji – wszechwiedzy; (por. Ewangelia Jana 16,30). W ten sposób dotarliśmy do źródła wszelkich idei w żywych istotach. W tym kontekście fakt, że Jezus, Stwórca nas wszystkich, musiał umrzeć na krzyżu, jest prawie niezrozumiały. Taka była cena za nasze przewinienia, ale było to konieczne, abyśmy mogli otrzymać przyszłość w Jego wiecznym, niebiańskim królestwie i nie zginąć. Być może te ostatnie stwierdzenia są dla ciebie nowe i zadajesz sobie pytanie: Czy to niebo jest również dla mnie? Tak, jak najbardziej! Jezus mówi: „Przyszedłem powołać grzeszników!" (por. Ewangelia Mateusza 9,13). Tym samym w szczególny sposób zaprasza do Królestwa Niebios tych, którzy do tej pory żyli bez Niego. Nawiąż więc kontakt ze swoim Stwórcą poprzez modlitwę. Taka modlitwa mogłaby wyglądać mniej więcej tak:

„Panie Jezu Chryste, jestem poruszony tym, co dzisiaj przeczytałem. Jeśli stworzyłeś wszystko, to jesteś również moim Stwórcą. Chcę Cię poznać. Aby dowiedzieć się o Tobie więcej, będę czytać Twoje Słowo – Biblię. Chcę także należeć do tych, którym obiecałeś dać życie wieczne. Amen!".

Dir. i Prof. a.D.
Dr. Ing. Werner Gitt

Tutoł oryginału: Bionik
Homepage autora: www.wernergitt.com
Tłumaczenie z języka niemieckiego: Piotr Baron
Zdjęcia strony głównej: © bjdlzx - xomato - USO - Ladislav Kubeš - BrianAJackson
istockphoto.com | © familie-eisenlohr.de/stock.adobe.com

Bruderhand-Medien
Am Hofe 2, D-29342 Wienhausen, Germany
E-mail: info@bruderhand.de; Webová stránka: bruderhand.de

Nr. 136-20 – Polnisch/Polish – 26nd edition 2026

Bionika

Czego uczą nas Boże idee

Co to jest bionika?

Termin ***bionika*** jest połączeniem słów *biologia* i *technika* i opisuje twórcze przenoszenie idei z biologii na technikę. Jednym z twórców bioniki jest niemiecki zoolog profesor Werner Nachtigall (*1934). Zdefiniował on ten termin w następujący sposób: **„Bionika jako dyscyplina naukowa zajmuje się systematycznie techniczną realizacją i zastosowaniem konstrukcji, procesów i zasad rozwoju systemów biologicznych”**. A więc bada ona żywe organizmy oraz procesy występujące w środowisku naturalnym pod kątem możliwości wykorzystania w technice.

Włoski wynalazca Leonardo da Vinci (1452-1519) jest uważany za historycznego mistrza bioniki. W swojej pracy „O locie ptaków” z 1505 r. przeanalizował lot ptaków i próbował przenieść te odkrycia na maszyny latające. Pierwszy niemiecki patent w dziedzinie bioniki został przyznany w 1920 r. austriacko-węgierskiemu botanikowi i mikrobiologowi Raulowi Heinrichowi Francé (1874-1943), który zaprojektował nową solniczkę wzorowaną na **główce maku**. Był to przełom w historii bioniki, ponieważ o przyznaniu patentu decydowała innowacyjność wynalazku. Ale ponieważ natura już stworzyła wynalazek, patent mógł nie zostać uznany. Francé uzyskał jednak ten patent i od tego czasu wynalazki bioniczne uznawane są za warte opatentowania – również ze względów ekonomicznych.

© coyote86 - istockphoto.com

Modele biologiczne dla rozwiązań technicznych

Szwajcarski inżynier i wynalazca George de Mestral (1907-1990) opracował powszechnie używane obecnie zapięcie na rzep w oparciu o model **łopianu**. Dziś nie sposób wyobrazić sobie butów, ubrań, mankietów do pomiaru ciśnienia krwi, pieluszek dla niemowląt, plecaków czy toreb bez tego prostego elementu mocującego.

Skóra szybko pływających **rekinów** pokryta jest licznymi małymi łuskami tworzącymi specjalną powierzchnię. Łuski te są wyposażone w mikroskopijne rowki o ostrych krawędziach, które ustawione równolegle do kierunku, w którym płynie rekin, powodują znaczne zmniejszenie oporu przepływu. Ten efekt fizyczny, niezależnie od medium, ma zastosowanie w przypadku wszelkich przepływów turbulentnych, również w powietrzu. Zgodnie z tym modelem biologicznym, samoloty są pokryte pewną innowacyjną folią (folia Riblet) w celu zmniejszenia oporu powietrza, a tym samym zużycia paliwa.

Kwiat lotosu indyjskiego rośnie w mulistych wodach. Brud, który dostaje się na liście, nie przywiera do nich. Nawet najmniejsza ilość wody zmywa go. Ten rodzaj samooczyszczania nazywany jest „efektem kwiatu lotosu”. Jak to możliwe? Na powierzchni liścia znajdują się wysokie na 10 do 20 µm (1 µm = 0,001 mm), oddalone od siebie o 10 do 15 µm wypustki wosku roślinnego, które zapobiegają kontaktowi cząsteczek brudu i wody z właściwą powierzchnią liścia. Odkrywca tego efektu lotosu, niemiecki botanik prof. Wilhelm Barthlott (*1946), próbował przenieść ten naturalny efekt samooczyszczenia na powierzchnie techniczne. Na przykład samoczyszcząca farba elewacyjna jest udanym przykładem tego transferu.

Jeśli chodzi o geometryczny układ **nasion**, w świecie roślin znajdujemy prawdziwe cuda techniki. W słoneczniku każde nasionko w koszyczku leży na przecięciu spirali skręcającej w lewo i w prawo. Ich liczba jest zawsze równa sąsiednim liczbom w matematycznym ciągu Fibonacciego[1]. Ta genialna zasada ma również zastosowanie do maleńkich, pojedynczych kwiatów stokrotki. Symulacje komputerowe wykazały, że nie da się gęściej rozmieścić nasion na okrągłej powierzchni. Warto również zauważyć, że obszar ten jest zawsze w pełni wykorzystany podczas całej fazy wzrostu. W żadnym momencie nie ma żadnych pustych przestrzeni. Kto przekazał nasionom informacje zawierające wszystkie te instrukcje dotyczące takiej budowy?

1 Ciąg Fibonacciego – ***ciąg liczb naturalnych*** określony w sposób następujący: pierwszy wyraz jest równy 0, drugi jest równy 1, każdy następny jest sumą dwóch poprzednich.

© EcoAlex - istockphoto.com

Raki potrzebują bystrych, szeroko widzących oczu. Składają się one ze złożonych soczewek, w których promienie świetlne są dwukrotnie odbijane przez warstwy luster między poszczególnymi oczami i dopiero wtedy docierają do komórek czuciowych. Ta pomysłowa konstrukcja pozwala osiągnąć trzy rzeczy: oko jest niezwykle bystre, może również widzieć na niezwykle dużym obszarze i generuje bardzo ostry obraz. Astronomowie szczegółowo zbadali tę skomplikowaną właściwość oka raka, a następnie na tej podstawie skonstruowali szerokokątną kamerę, którą można obserwować bardzo krótkie fale światła rentgenowskiego (10 nm).

Futro niedźwiedzia polarnego posiada genialną technikę izolacji. W środku włosa sierści niedźwiedzia polarnego znajduje się delikatna, błyszcząca, cylindryczna przestrzeń. Kiedy promienie świetlne lub cieplne wnikają do środka, nie wydostają się już na zewnątrz. Odbijają się wewnątrz futra i w ten sposób docierają do podstawy sierści, czyli skóry niedźwiedzia polarnego. Ponieważ skóra jest czarna, szczególnie skutecznie pochłania promienie cieplne, a tym samym nagrzewa się. Niedźwiedź polarny jest zatem chroniony przed arktycznym zimnem przez specjalny system klimatyzacji znajdujący się w każdym pojedynczym włosie jego białego futra. Naukowcy zajmujący się tekstyliami i inżynierowie mechanicy wzorowali się na „kolektorze słonecznym” niedźwiedzia polarnego w trakcie projektowania termicznych systemów solarnych służących pozyskiwaniu energii.

Kopce termitów mogą osiągać wysokość do siedmiu metrów i są domem dla setek tysięcy, a nawet kilku milionów osobników. W celu pozyskania żywności termity tworzą w piwnicach kopca ogrody grzybowe, które również wytwarzają ciepło poprzez swój metabolizm. W nocy ciepłe powietrze unosi się w centralnej części kopca. Poprzez rozgałęziony system kanalików na zewnętrznej ścianie, powietrze jest schładzane przez nocny chłód i spływa do piwnicy. Tam ponownie się ogrzewa, a następnie unosi – tworząc system cyrkulacji. W ciągu dnia słońce ogrzewa zewnętrzną ścianę, a powietrze przepływa przez kopiec w przeciwnym kierunku.

Genialnie zaprojektowany system klimatyzacji jest raz zasilany ciepłem metabolicznym, a następnie ciepłem słonecznym. Do obliczenia niezbędnego, szeroko rozgałęzionego systemu kanalików zgodnie z prawami aerodynamiki i zaprojektowania najlepszej możliwej konstrukcji potrzebne byłyby rozbudowane programy komputerowe.

Kto dał kolonii termitów składającej się z kilku milionów osobników plan budowy zgodny z prawami fizyki? Skąd każdy termit wie, gdzie dołożyć kolejną partię materiału i jak działa komunikacja między kanałami? Budowa kopca to praca na „pełen etat” a każdy termit wie, co ma robić, i żaden z nich nie stoi bezczynnie. Błędy konstrukcyjne i spartaczona robota są im nieznane.

Istnieją dwa gatunki olbrzymiej **lilii wodnej**: Victoria amazonica i Victoria cruziana. Oba występują w ciepłych regionach Ameryki Południowej. Charakteryzują się okrągłym, pływającym liściem z wysokim brzegiem o wielkości do trzech metrów, który zapewnia miejsce do odpoczynku dużym ptakom. Może również z łatwością utrzymać dwójkę małych dzieci. Skąd ta wyjątkowa nośność? Na spodzie widać wielce pomysłowy system podpór i pasów wzmacniających. Jedne rozchodzą się promieniście od środka, inne zataczają okręgi. Materiał nie jest marnowany. Usztywnienie jest stosowane tylko tam, gdzie jest to konieczne, zgodnie z prawami statyki i teorią wytrzymałości. Ogromne liście są doskonałymi, lekkimi konstrukcjami, które osiągają maksymalną nośność przy dużej oszczędności materiału. Kto obliczył ich konstrukcję? Kto jest wynalazcą? Kto określił wymiary? Coś jeszcze jest godne uwagi: białe kwiaty Victorii otwierają się o zmierzchu, przyciągają chrząszcze i łapią je w komorze powietrznej w celu zapylenia. Następnego dnia kwiaty zamykają się. Chrząszcze są uwięzione i wciągane pod wodę. Drugiej nocy otwierają się jeszcze raz, tym razem są zabarwione na różowo, i uwalniają swoich zapylaczy.

Pływający liść Victorii stał się w XIX wieku biologicznym wzorem dla lekkich konstrukcji technicznych. Jednym z dobrze znanych przykładów jest Kryształowy Pałac, który został zaprojektowany przez brytyjskiego architekta Josepha Paxtona (1803-1865) specjalnie na pierwszą Wielką Wystawę w Londynie w 1851 roku. Ta ogromna hala wystawowa miała powierzchnię 70 000 metrów kwadratowych (czterokrotność powierzchni Bazyliki św. Piotra), w której zostało zainstalowanych 3500 ton stali i 400 000 szklanych paneli przez 2000 pracowników.

Skórki niektórych owoców inspirują inżynierów i materiałoznawców do opracowania szczególnych rozwiązań technicznych. Jednym z najcięższych owoców cytrusowych jest **pomelo**; jego waga może sięgać nawet do dwóch kilogramów. Ma ono miękką skórkę, przypominającą piankę. Owoc jest tak dobrze wyściełany, że nawet upadek z wysokości dziesięciu metrów na betonową płytę nie powoduje jego uszkodzenia. Skóra owocu o grubości od dwóch do trzech centymetrów pochłania 90 procent energii kinetycznej takiego uderzenia. Naukowcy z Uniwersytetu Technicznego w Aachen wykorzystali ten pomysł, produkując metalową piankę, chroniącą przed zderzeniami.

Na początku XIX wieku brytyjski inżynier George Cayley (1773-1857) swoje projekty pierwszych skutecznych **spadochronów** wzorował na latających nasionach rodzimych roślin. W 1852 roku zbudował pierwszy na świecie szybowiec, który został przetestowany bez pilota.

Niemiecki pionier lotnictwa Otto Lilienthal (1818-1896) szczegółowo badał loty ptaków i na początku XIX wieku jako pierwszy

© bhaskarnm70 - istockphoto.com