

SCIENTIFIC AMERICAN

Luty 2026 nr 2 (414)

Cena 18 zł 99 gr (w tym 8% VAT)

Skomplikowana genealogia planetoid

Które suplementy warto brać?

Tajemnicze błyski na nocnym niebie

INWAZJA (przyjaznych) ROBOTÓW

Czy w naszych domach pojawią się inteligentne maszyny?

RAPORT

Postępy w zwalczaniu choroby Alzheimera





Wszystko, co warto wiedzieć o nauce:

- **naukowe newsy** – najważniejsze odkrycia, najnowsze wyniki badań
- artykuły naukowe z bieżących wydań „**Polityki**”
- aktualne wydania „**Wiedzy i Życia**” – pisma, które od ponad 100 lat przybliża zdobycze nauki i techniki
- aktualne wydania „**Świata Nauki**” – polskiej edycji renomowanego pisma „Scientific American”
- bogate **archiwum tekstów** najlepszych dziennikarzy naukowych oraz ekspertów i badaczy w swoich specjalizacjach

...i jeszcze więcej:

- recenzje najgorętszych książek popularnonaukowych
- cotygodniowy newsletter Pulsara
- podcasty „**Pulsar nadaje**” – już ponad 140 rozmów z najciekawszymi polskimi naukowcami



PIOTR LEWULIS:
Dezinformacja to tona
rozpędzonej blachy

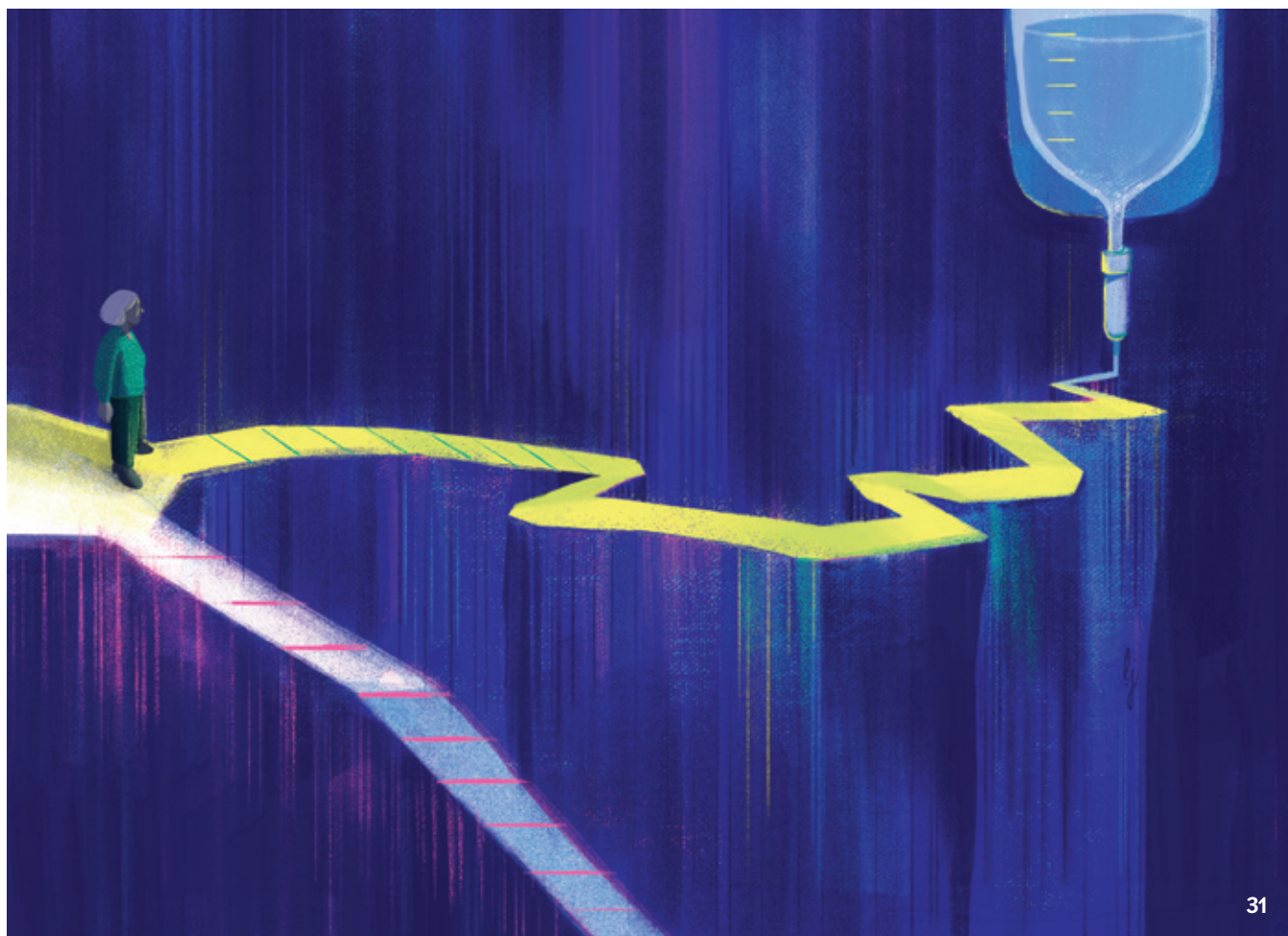
AGNIESZKA CZAPLIKA:
Przyszła kultura
będzie hybrydowa



pulsar



GABRIELA JARZĘBOWSKA:
Szczur - niechciany gość
czy mistrz przetrwania



31

TECHNIKA

44 NASZA ROBOTYCZNA PRZYSZŁOŚĆ

Czy inteligentni, mechaniczni, humanoidalni pomocnicy zagospodzą w naszych domach i miejscach pracy?

BEN GUARINO

ASTRONOMIA

52 ZAGADKOWE NOCNE BŁYSKI

Na niebie pojawiają się gwałtowne krótkotrwałe błyski. Dopiero teraz astronomowie zaczynają je rozumieć.

ANN FINKBEINER

ZDROWIE

60 JAK ZWALCZAĆ STAN ZAPALNY

Wiele suplementów ma podobno zwalczać stany zapalne i zapobiegać chorobom. Trzy faktycznie mogą działać.

LORI YOUMSHAJEKIAN

RAPORT SPECJALNY

21 INNOWACJE

CHOROBA ALZHEIMERA

24 KSZTAŁTOWANIE ODPORNOŚCI

SARA HARRISON

26 WIELOTOROWA OFENSywa

ESTHER LANDHUIS

Grafika NOW MEDICAL STUDIOS I JEN CHRISTIANSEN

30 NIEBEZPIECZNE CUDOWNE LEKARSTWO

LIZ SEEGER

33 BADANIE KRWI

CASSANDRA WILLYARD

36 NIEPOKOJĄCA LUKA

TARA HAELLE

39 PREWENCJA

JYOTI MADHUSOODANAN

6 WOKÓŁ NAUKI

Co nas czeka w tym roku?
REDAKCJA „SCIENTIFIC AMERICAN”

8 Q&A

Kulisy Nobla
LAUREN J. YOUNG

10 WSZECHŚWIAT

Astronomiczna genealogia
PHIL PLAIT

12 SKANER

Przełom w leczeniu groźnej choroby ♦
Co się dzieje w gazowych dyskach ♦ Ptasia
współpraca ♦ Zdziwiająca egzoplaneta ♦
Szybki ratunek ♦ Napędzani światłem lotnicy
♦ Matematyk przy tablicy

68 ZDROWIE

Małe nieregularności tętna mogą być korzystne
LYDIA DENWORTH

25 METRUM

Wielki zderzacz hadronów, Demon Maxwella
i Muzyka na ciepłą śmierć Wszechświata
MICHÁEL MCCORMICK

70 MATEMATYKA

O łamaniu słynnego kodu
JACK MURTAGH

72 UMYŚŁ GIĘTKI

Nagusy arytmetyczne
MAREK PENSZKO

74 SIŁA MYŚLI

Poniedziałkowy stres
TARANI CHANDOLA I BENJAMIIN BECKER

75 WARTO WIEDZIEĆ

Grzyby jak z horroru i krwawe storczyki
♦ Rodzimy imbir

78 FAKTOGRAF

Dobrej nocy!
CLARA MOSKOWITZL I JEN CHRISTIANSEN

80 Z ARCHIWUM „SCIENTIFIC AMERICAN”

Atomy jak bakterie ♦ Spory egzystencjalne ♦
Światowa łączność bez kabli ♦ Poszerzmy horyzonty
♦ Poświęć się dla nauki ♦ Pierwsze robotyczne „ręce”



OKŁADKA



W przyszłości roboty mogą pomóc starszej osobie wstać z łóżka lub pozbiierać zabawki porzucane w dziecięcym pokoju. Będą też pracować w biurach, fabrykach, szpitalach lub przy podwodnej eksploracji. Ale jeśli mają nam towarzyszyć, najpierw trzeba je przystosować do ludzkiej nieprzewidywalności.

Zdjęcie Christie Hemm Klok

Polska wersja okładki Jolanta Kotas

PRENUMERATA „ŚWIATA NAUKI”

SWIATNAUKA
**SCIENTIFIC
AMERICAN**

Prenumeruj **druk**



KUP TERAZ



Prenumerata roczna

189 zł

Prenumerata półroczna

99 zł

Polska edycja renomowanego amerykańskiego pisma „Scientific American” z bezpłatną dostawą do wybranego przez Ciebie InPost Paczkomat 24/7 lub pocztą wprost pod Twoje drzwi.

Prenumeruj **druk i serwis Pulsar**



KUP TERAZ



Prenumerata roczna

279 zł

Prenumerata półroczna

159 zł

Oprócz wydania drukowanego otrzymujesz wydanie cyfrowe „Świata Nauki” i „Wiedzy i Życia” w ramach dostępu do codziennego serwisu naukowego Pulsar.

Prenumeruj **w pakiecie z „Wiedzą i Życiem”**



KUP TERAZ



Prenumerata roczna

299 zł

Prenumerata półroczna

179 zł

Dwa pisma popularnonaukowe w klasycznej papierowej odświeżonej. Co miesiąc 160 stron potężnej dawki wiedzy ze świata nauki.



Darmowa dostawa
co miesiąc pod
wskazany adres



Gwarancja
stałej ceny

**MASZ
PYTANIA?**



+48 22 336 75 60
(pon.-pt. w godz. 8:00-17:00)

@ prenumerata@swiatnauki.pl

sklep.polityka.pl

Zapraszamy na wygodne zakupy!
Dla siebie i bliskich. Kupuj dla szkoły, firmy, instytucji.

www.projektpulsar.pl

Prenumerata

www.sklep.polityka.pl/sn
e-mail: prenumerata@swiatnauki.pl
tel. 22 336 75 60

Redaktor naczelny

Elżbieta Wieteska
e-mail: e.wieteska@swiatnauki.pl
tel. 605 435 405

Kontakt z redakcją

redakcja@swiatnauki.pl

Korekta

Mariola Będkowska

Redakcja techniczna, skład i łamanie

Jolanta Kotas
e-mail: j.kotas@swiatnauki.pl

Wydawca

POLITYKA Sp. z o.o. SKA
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa
tel. 22 451 61 33/34; faks 22 451 61 35
www.polityka.pl; e-mail: polityka@polityka.pl

Prezes zarządu

Jerzy Baczyński

Dyrektor wydawniczy

Piotr Zmelonek
tel. 22 451 61 33/34

Dyrektor biura reklamy

Izabela Kowalczyk-Dudek
tel. 22 451 61 36
e-mail: reklama@polityka.pl

Dział Dystrybucji

Marcin Paśnicki, kierownik
e-mail: dystrybucja@polityka.pl

Kontakt w sprawie bezpieczeństwa produktu

gpsr@polityka.pl

Druk P/m/nt

Copyright © **POLITYKA** Sp. z o.o. SKA 2026

Wszelkie prawa zastrzeżone (łącznie z tłumaczeniem na języki obce). Żaden fragment niniejszego wydania nie może być wykorzystany w jakiegokolwiek formie – fotokopii, mikrofilmu czy innych reprodukcji – ani przekładany na język mechaniczny bez pisemnej zgody wydawcy. SCIENTIFIC AMERICAN jest zastrzeżoną nazwą handlową należącą do Scientific American, Inc. w Nowym Jorku i używaną przez firmę Polityka Sp. z o.o. SKA na podstawie umowy licencyjnej.

SCIENTIFIC AMERICAN

Editor In Chief David M. Ewalt

Managing Editor **Jeanna Bryner**
Copy Director **Maria-Christina Keller**
Creative Director **Michael Mrak**
Chief Features Editor **Seth Fletcher**
Chief News Editor **Dean Visser**
Chief Opinion Editor **Megha Satyanarayana**

President Kimberly Lau

Publisher and Vice President **Jeremy A. Abbate**
Vice President, Product and Technology **Dan Benjamin**
Vice President, Commercial **Andrew Douglas**
Vice President, Content Services **Stephen Pinock**

**Scientific American, 1 New York Plaza, Suite 4600,
New York, NY 10004-1562**

Szanowni Państwo,

numer lutowy jest w dużej mierze poświęcony chorobie Alzheimera (s. 23). To poważny problem cywilizacyjny, nie mniejszy niż choroby nowotworowe. Dotyczy praktycznie każdego z nas, bo ryzyko zachorowania rośnie z wiekiem, nigdy więc nie ma pewności, że nie dotknie nas samych lub kogoś z naszych najbliższych. A żyjemy przeciętnie średnio coraz dłużej i to jest niewątpliwie dobra wiadomość, jednak prócz długości liczy się też jakość życia. Choroba Alzheimera to nie tylko tragedia chorego, ale też jego rodziny, najbliższego otoczenia. Po pierwsze, tracimy mentalny kontakt z rodzicem, małżonkiem, bratem, siostrą jeszcze za jego życia, po drugie, musimy choremu zapewnić opiekę, co jest bardzo czasochłonne i kosztowne. Naukowcy poszukują leków i terapii. To trudne zadanie, bo na razie etiologia choroby nie została do końca wyjaśniona – nie wiadomo dokładnie, co ją powoduje, a tym bardziej jak ją leczyć.

Ale poczyniono już pewne postępy – zostały opracowane leki, który wydają się zapobiegać otępieniu, choć problemem pozostaje bezpieczeństwo ich stosowania. Sprawdza się także metody spowalniania utraty funkcji poznawczych przez zmianę stylu życia, ćwiczenia, dietę. One też wydają się dawać pewne korzyści, wiadomo jednak, jak trudno się to bada. Pracuje się też nad wczesnymi metodami wykrywania alzheimera i w tej dziedzinie nauka odnosi chyba największe sukcesy, ale pojawiają się dylematy – skoro nie umiemy jeszcze alzheimera leczyć, to po co wcześniej stawiać przerażające diagnozy? Ale jak próbować leczyć, nie wiedząc, czy ktoś jest chory?

Z chorobą Alzheimera jest w pewnym sensie powiązany artykuł okładowy o humanoidalnych robotach (s. 44), bo zadaniem wielu z tych maszyn byłaby opieka nad osobami niedoświadcznymi – ludzkich opiekunów po prostu brakuje. Ale czy to na pewno najbliższa przyszłość? Sukcesy robotyki są imponujące, ale w dziedzinie humanoidalnych robotów wciąż niedostateczne. Co ciekawe, największym problemem jesteśmy my sami, a dokładnie nieprzewidywalność naszych zachowań, do której robot musi się przystosować. I delikatnie się z nami obchodzić – najważniejsze jest bowiem bezpieczeństwo.

A swoją drogą nasuwa się refleksja, czy to nie jest ślepa ulica. Czy „ciało” i ruchy robota w ogóle muszą naśladować ludzkie? Człowiekowi bardzo niewiele potrzeba, był przypisał czemuś ludzkie cechy, czego dowodem są nasze pogawędki ze sztuczną inteligencją lub dopatrywanie się twarzy wszędzie tam, gdzie widać dwa „oczek”, na przykład światła samochodu.

Polecamy też artykuł o suplementach (s. 60), a konkretnie tych, które mają pokonać wielkiego wroga organizmu – przewlekły stan zapalny. Producenci mnóstwo obiecują i zarabiają na sprzedaży tych obietnic krocie, a co tak naprawdę działa?

Nie zapomnieliśmy również o miłośnikach astronomii – tym razem piszemy o zadziwiających zjawiskach astronomicznych zachodzących w ludzkiej skali czasowej (s. 52). Parafrazując: to się nawet astronomom (kiedyś) nie śniło.

Milej lektury!

Elżbieta Wieteska

Zapraszamy na nasz portal popularnonaukowy

pulsar (www.projektpulsar.pl). Znajdą w nim Państwo



dużą porcję naukowych aktualności (w tym tłumaczenia tekstów ze strony internetowej „Scientific American”), pogłębionych artykułów, ciekawych rozmów z naukowcami, podcastów, a także bieżące i archiwalne wydania „Świata Nauki” oraz „Wiedzy i Życia”.

TŁUMACZE, AUTORZY I KONSULTANCI BIEŻĄCEGO NUMERU

dr Michał Czerny

mgr Marek Krośniak
Biblioteka Jagiellońska

dr n. med. Ewa Grabowska

Marek Penszko

Andrzej Hołdys

dr Marcin Ryszkiewicz

Za treść ogłoszeń redakcja ponosi odpowiedzialność w granicach wskazanych w ust. 2 art. 42 ustawy Prawo prasowe.

Informujemy, że przesłanie listu do redakcji jest równoznaczne z udzieleniem zgody na jego publikację w czasopiśmie wraz z podaniem imienia i nazwiska jego autora, chyba że autor zastrzegł wyraźnie anonimową publikację.

Sprzedż aktualnych i archiwalnych numerów czasopisma po cenie innej niż wydrukowana na okładce jest działaniem na szkodę wydawcy i skutkuje odpowiedzialnością sądową.

Po pierwsze nie uciekać – uniwersytet w dobie rewolucji AI

Coraz szersze wykorzystanie generatywnej AI przeobraża kolejne obszary naszej rzeczywistości. Dotyczy to również uniwersytetu. Czy badacze i badaczki (oraz instytucje) sprostać wyzwaniom stawianym przez rozwój tej technologii?

Odpowiedź na to pytanie ma szczególne znaczenie z uwagi na rolę uczelni oraz specyficzną sytuację, w której obecnie się one znajdują. Uniwersytety postrzegane są jako instytucje, których zadaniem jest m.in. wytwarzanie i przekazywanie rzetelnej, popartej badaniami, wiedzy. Jednocześnie rewolucja GenAI zachodzi w epoce kryzysu zaufania do nauki i jej przedstawicieli.

W bieżącym roku na Uniwersytecie Warszawskim odbyła się konferencja „GenAI in Higher Education: New Perspectives for Research and Teaching”^{*}, zorganizowana przez DELab UW we współpracy z MNiSW. Jednym z jej efektów jest raport^{**} stworzony przez prof. Katarzynę Śledziowską i prof. Renatę Włoch z DELab UW. Jakie działania w świetle tego dokumentu powinny zostać jak najszybciej podjęte, by odpowiednio przygotować uczelnie do nieuniknionych zmian? A może lepiej zapytać: jakiej natury są to zmiany?

Przełom nie tylko technologiczny

„GenAI nie jest tylko technologiczną nowinką, lecz nowym składnikiem infrastruktury poznawczej, organizacyjnej i kulturowej uczelni”, czytamy w raporcie. Co to oznacza? Narzędzie można wykorzystywać, by np. przyspieszać pisanie tekstów, wspomagać analizę danych, automatyzować wstępne przeszukiwanie literatury etc. Przekłada się to na usprawnienie pracy administracyjnej, indywidualizację procesów dydaktycznych, a nawet wsparcie badań (choćby w przeglądzie literatury). Jednak, ta sama technologia może prowadzić do destabilizacji utrwalonych kategorii akademickich: autorstwa, oryginalności, pracy własnej, a nawet myślenia krytycznego. GenAI nie ma świadomości, ale potrafi ją imitować (czasem „halucynując”): „Cytowania wygenerowane przez ChatGPT były eleganckie, zgodnie

ze stylem APA, opatrzone rzekomym numerem DOI – i całkowicie zmyślane”). Realne jest niebezpieczeństwo, że np. myślenie krytyczne zostanie wyparte przez bezrefleksyjną produkcję naukowo brzmiących tekstów. Zasadne są też obawy dotyczące stabilności zatrudnienia, obniżenia jakości dydaktyki czy rozmycia odpowiedzialności, a także ryzyka utraty sprawczości poznawczej – zarówno po stronie studentów, jak i nauczycieli.



Fot. Pixabay

AI nigdy nie jest neutralne – reprodukuje globalne nierówności, eksploatuje dane i zasoby, obciąża środowisko, wreszcie – ukrywa ludzką pracę. Ponadto: „Modele GenAI generują treści poprawne, ale rzadko oryginalne (...). W efekcie promowana jest wiedza wygodna”. Między innymi dlatego narzędzie to stanowi punkt zwrotny nie tylko technologiczny, ale też aksjologiczny, zmuszając instytucje do określenia wartości, które pragną chronić. Uczelniom przypada rola strażnika znaczenia wiedzy (by odróżnić ją od jej zwykłej symulacji). Jak „dźwignąć” tę rolę?

Myślenie uczelni przyszłości

Polityki GenAI w większości krajów UE pozostają fragmentaryczne i reaktywne. Nierzadko przybierają też formę

„tropienia” użycia GenAI. Konieczne jest wypracowanie refleksyjnego podejścia, które obejmie nie tylko innowacyjny potencjał AI, ale także jej konsekwencje etyczne, społeczne i poznawcze. Twórczynie raportu zaznaczają, że celem tej refleksji nie stanowi odkrycie jedyne słusznego rozwiązania dla wszystkich instytucji, gdyż takie nie istnieje. Każda perspektywa, zarówno technologicznych optymistów, jak i sceptyków/krytyków, wzbogaca nasze spektrum myślenia. „Potrzebna jest polityka pluralistyczna i dialogiczna – taka, która uznaje wielość podejść i umożliwia ich współistnienie poprzez: tworzenie przestrzeni deliberacji, systemy pilotażowe zamiast masowych wdrożeń, ramy etyczne zamiast listy zakazów, narzędzia refleksji zamiast tylko instrukcji obsługi”, czytamy.

Obecnie wszystkie scenariusze przyszłości uczelni w dobie GenAI są możliwe. Czy sztuczna inteligencja stanie się naszym partnerem i wsparciem, narzędziem kształtowania wiedzy, czy też zaledwie substytutem pracy badawczej; technologią, której potencjał pozostanie niewykorzystany? Właśnie te scenariusze, w świetle raportu, powinny być przedmiotem naszego namysłu nad transparentnymi, budującymi zaufanie, promującymi refleksyjność politykami GenAI, ponieważ: „uczelnia przyszłości to instytucja, która nie tylko używa AI, ale rozumie, dlaczego to robi i po co”.

Artykuł ten jest częścią cyklu poświęconego wynikom badań realizowanych przez naukowców Uniwersytetu Warszawskiego.



* Konferencja została zorganizowana w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (działanie II.3.6).

** Link do całości raportu: https://delab.uw.edu.pl/wp-content/uploads/2025/10/raport_genai-szkolnictwo-wyzsze-2.pdf. Raport stanowi efekt konferencji "GenAI in Higher Education: New Perspectives for Research and Teaching", dofinansowanej ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, przyznanych na realizację zadania w ramach działalności statutowej Uniwersytetu Warszawskiego (MNiSW/2025/DAP/194 z dnia 29.04.2025 r.).



Co nas czeka w tym roku?

To prawdopodobnie będą dla USA, ale w wielu przypadkach i dla całego świata, kluczowe sprawy

REDAKTORZY „Scientific American” zaglądają w przyszłość i zastanawiają się, jak będzie się dalej rozwijać nauka oraz jakie odkrycia mogą zaiść się na horyzoncie. Nowy rok to jednak także moment, by spojrzeć wstecz na niedawne zawirowania i niestabilność w federalnie finansowanych badaniach naukowych, na masowe ignorowanie dowodów przez rządzących polityków oraz – mimo wszystko – na wytrwałość badaczy. Doceniemy wszystkich tych, którzy dostarczają prawdziwej wiedzy. Oto niektóre z tematów, którym będziemy się przyglądać w 2026 roku.

ENERGIA JĄDROWA

Nadchodzący rok w Stanach Zjednoczonych będzie kluczowy dla szerszego wykorzystania energii jądrowej. Impuls ten wynika w dużej mierze z zapotrzebowania energetycznego wywołanego boomem na sztuczną inteligencję. Popyt na energię jądrową w tym stuleciu pozostawał w dużej mierze na podobnym poziomie, a przyćmiła ją energia wiatrowa, słoneczna i gaz ziemny. Działania Kongresu – w szczególności ustawa z 2024 roku upraszczająca

procedury licencyjne dla reaktorów – oraz kroki podejmowane zarówno przez administrację Bidena, jak i Trumpa, w celu wspierania eksportu i zapewniania finansowania mają ten trend odwrócić. Zaawansowane projekty wspierane przez Departament Energii USA mogą zacząć dawać realne efekty. Jednocześnie jednak złagodzenie regulacji eksportowych i faworyzowanie określonych technologii rodzą pytania o bezpieczeństwo, składowanie odpadów jądrowych oraz ryzyko proliferacji broni nuklearnej. Prognozy gwałtownie rosnącego zapotrzebowania na energię ze strony SI napędzają ten zwrot ku atomowi, mimo ostrzeżeń przed bańką sztucznej inteligencji, która może pęknąć, pociągając za sobą całą gospodarkę.

Tymczasem amerykańskie bombardowanie irańskich obiektów jądrowych w czerwcu 2025 roku ponownie skierowało uwagę świata na broń nuklearną, przywracając na arenę geopolityczną niemal zapomniany strach z czasów zimnej wojny. Atak ten pogrzebał już wcześniej chwiejące się porozumienie Iranu o nierozwijaniu techniki wzbogacania uranu

do celów militarnych, który to program najpewniej został już wznowiony. Prezydent Donald Trump wygłaszał niejasne apele – później korygowane przez sekretarza energii Chrisa Wrighta – o wznowienie amerykańskich testów jądrowych. Ostatni raz Stany Zjednoczone przeprowadzały takie testy w 1992 roku. To, jak wszystkie te kwestie wpłyną na odnowienie traktatu New START z Rosją, który wygasa w lutym, będzie jednym z głównych wątków nuklearnych 2026 roku.

REAGOWANIE NA KATASTROFY

Administracja Trumpa próbuje ograniczyć odpowiedzialność rządu federalnego za reagowanie na katastrofy, marginalizując Federalną Agencję Zarządzania Kryzysowego (FEMA) i przenosząc ciężar działań na władze stanowe i lokalne. W tym celu urzędnicy zwolnili lub zawiesili wielu pracowników FEMA, m.in. tych, którzy podpisali list do Kongresu potępiający te cięcia. Próbowali również wstrzymać federalne granty na przygotowanie do katastrof oraz odmawiali ogłaszania stanu klęski żywiołowej i przyznawania środków finansowych niektórym regionom.

Każda poważna katastrofa w 2026 roku będzie prawdziwym sprawdzianem – nawet FEMA miała trudności z radzeniem sobie z katastrofami na skalę, z jaką ostatnio się mierzyliśmy, a małe miejscowości ucierpią nieproporcjonalnie mocniej bez niezbędnej pomocy federalnej. FEMA dopiero niedawno zaczęła kłaść większy nacisk na przygotowanie infrastruktury i zapobieganie katastrofom, co jest nieporównanie tańsze niż reagowanie po fakcie.

KOSMOS

Księżyc pozostaje gorącym celem zarówno publicznych, jak i prywatnych przedsięwzięć kosmicznych. Misja Artemis II NASA ma wystartować już w lutym, zabierając czterech astronautów w dziesięciodniową podróż wokół Księżyca – byłaby to pierwsza załogowa misja księżycowa Stanów Zjednoczonych od ponad 50 lat. W ramach przygotowań do lądowań na Księżycu planowanych na dalszą część dekady, w roku 2026 odbędą się kolejne loty testowe statku Starship firmy SpaceX, a Firefly Aerospace podejmie próbę umieszczenia księżycowego satelity dla Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz dostarczenia ładunków na niewidoczną z Ziemi stronę Księżyca.

Tymczasem Kosmiczny Teleskop Nancy Grace Roman należący do NASA ma

zostać wystrzelony jesienią 2026 roku. Będzie badał kosmos pod kątem ciemnej energii i ciemnej materii, a jednocześnie doskonalili swoje możliwości obrazowania egzoplanet.

Eksploatacja kosmosu stała się prawdziwie globalnym przedsięwzięciem. Obserwujemy działania Indii, Chin i Japonii. Chiny planują wyniesienie teleskopu kosmicznego Xuntian, który będzie poruszał się po orbicie wraz z chińską stacją kosmiczną Tiangong. Indyjski statek orbitalny Gaganyaan prawdopodobnie przeprowadzi bezzałogową misję testową w 2026 roku. Japońska misja Martian Moons eXploration wyruszy na Fobos, jeden z księżyców Marsa, aby pobrać próbki i sprowadzić je na Ziemię.

ZDROWIE I MEDYCYNĄ

Będziemy obserwować, jak Stany Zjednoczone reagują na kryzysy zdrowotne w sytuacji braku danych z zakresu zdrowia publicznego. Cięcia budżetowe i zwolnienia w agencjach zdrowia publicznego już teraz utrudniają wykrywanie poważnych problemów – ognisk zatruć pokarmowych, ciężkich zachorowań na choroby zakaźne, zgonów z powodu przedawkowania narkotyków oraz zagrożeń biologicznych z zagranicy.

Czy USA utracą status kraju wolnego od odry? Kanada straciła go pod koniec 2025 roku, a Amerykanie prawdopodobnie nadal będą obserwować ogniska nowych i znanych chorób, takich jak COVID, krztusiec, ptasia grypa czy grypa sezonowa. Przy spadającym poziomie wyszczepialności i erozji zaufania do ekspertów zdrowia publicznego – podkopanego przez obecne kierownictwo resortu zdrowia i głębokie cięcia w infrastrukturze zdrowia publicznego – choroby, którym można zapobiegać dzięki szczepieniom i które od dziesięcioleci były w USA nieobecne, mogą powrócić ze zdwojoną siłą.

Ten rok może też przynieść przełomy w nowych terapiach chorób autoimmunologicznych, transplantologii i leczeniu nowotworów. Nagroda Nobla w dziedzinie medycyny w 2025 roku uhonorowała postępy w terapii regulatorowych limfocytów T (Treg), a pierwsza terapia oparta na komórkach Treg może zostać już w tym roku zatwierdzona przez FDA w leczeniu nowotworów krwi. Trwa również rozwój terapii CAR-T oraz innych immunoterapii przeciwnowotworowych, a także spersonalizowanych szczepionek przeciwnowotworowych. Jesteśmy również ciekawi, jak

niższe ceny leków wpłyną na upowszechnienie stosowania preparatów odchudzających z grupy GLP-1, takich jak Wegovy.

OCHRONA PRZYRODY

Rząd federalny próbuje zmienić definicję słowa „szkoda” w ustawie o gatunkach zagrożonych wyginięciem (Endangered Species Act), tak aby odnosiła się bezpośrednio i wyłącznie do zwierząt, a nie do ich siedlisk. Jeśli ta zmiana się powiedzie, może ułatwić wyrąb lasów, wydobywanie surowców i zabudowę terenów zamieszkiwanych przez gatunki zagrożone, od których zależy ich przetrwanie. Jednocześnie administracja próbuje znieść ochronę wilków szarych oraz cofnąć część zapisów ustawy o ochronie ssaków morskich. Od momentu uchwalenia tej ustawy nie wyginął ani jeden gatunek ssaka morskiego. Będziemy obserwować, czy ta sytuacja ulegnie zmianie.

W międzyczasie wprowadzające w błąd twierdzenia firmy Colossal Biosciences o wskrzeszaniu wymarłych gatunków mogą zaszkodzić realnym wysiłkom na rzecz ochrony przyrody. W 2025 roku ta firma biotechnologiczna ogłosiła, że „odtworzyła” wilka straszego, a także zapowiedziała zamiar przywrócenia do życia wilkowora tasmańskiego (tygrysa tasmańskiego), dodo oraz nietlonego ptaka moa – nie wspominając o jej pierwotnym, najbardziej medialnym celu: próbie wskrzeszenia mamuta włochatego. Jeśli ludzie uwierzą w te deklaracje, mogą zacząć kwestionować potrzebę ochrony gatunków, które obecnie są zagrożone, w czasie gdy społeczne poparcie dla ochrony przyrody jest potrzebne bardziej niż kiedykolwiek.

SZTUCZNA INTELIGENCJA I TECHNIKA

Czy rok 2026 będzie tym, w którym Stany Zjednoczone wreszcie uchwalą kompleksowe prawo o ochronie danych osobowych? Firmy technologiczne stały się dziś magazynami globalnych danych – od informacji z urządzeń monitorujących zdrowie po nagrania głosowe z inteligentnych domów. Regulacje stanowione oddzielnie przez poszczególne stany nie wystarczą do ochrony praw użytkowników – mozaika przepisów stworzy zbyt wiele niejasności i luk.

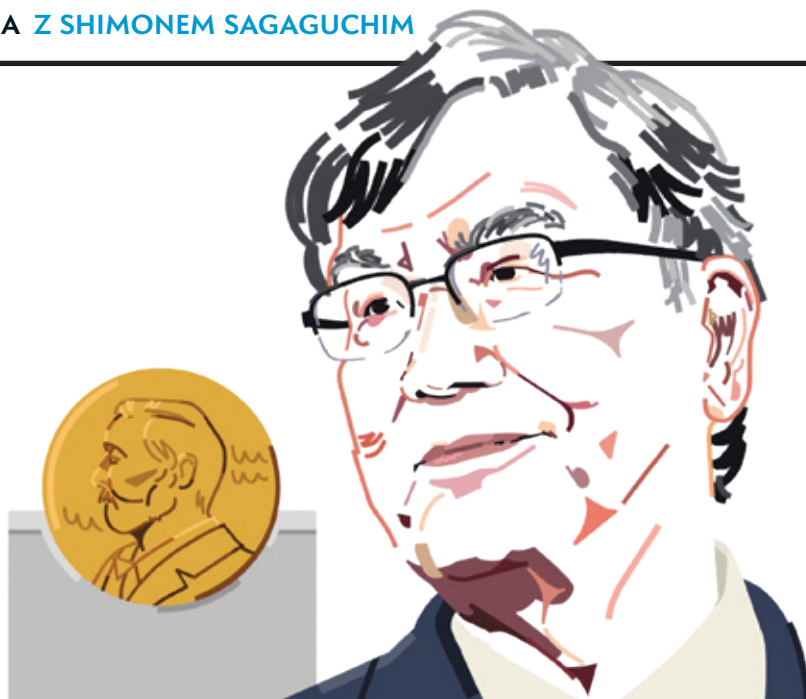
Nadszedł czas, by American Privacy Rights Act lub podobne przepisy stały się prawem obowiązującym w całym kraju i by oporni politycy obu głównych partii znaleźli wspólny język. Problem ten dotyczy nie tylko konsumentów

– odpowiedzialni twórcy technologii, którzy nie sprzedają danych na globalnym rynku, nie są w stanie skutecznie konkurować z tymi, którzy to robią. Potrzebujemy prawa, które jasno określi granice zbierania, wykorzystywania i udostępniania danych oraz będzie zapewniało silne mechanizmy ich przestrzegania, zdolne przeciwstawić się potężnym firmom próbującym uchylać się od odpowiedzialności. Prawo to powinno także gwarantować ludziom możliwość dostępu do własnych danych, ich poprawiania i usuwania. Inne kraje już podejmują takie działania. USA również powinny.

NAUKI O INFORMACJI

W 2026 roku spodziewamy się dalszych prób zakazywania niektórych książek. Od 2021 roku PEN America, prowadząca Indeks Zakazów Książek Szkolnych, odnotowała ponad 22 tys. zakazów w 45 stanach. W wywiadzie z października 2025 roku Kasey Meehan, dyrektorka programu Freedom to Read w PEN America, powiedziała magazynowi „Publisher’s Weekly”, że stany takie, jak Oregon i Massachusetts, skutecznie walczą z cenzurą. Jednak siła potrzebna do przeciwdziałania tym zakazom pochodzi od dużych organizacji, jak m.in. Authors Against Book Bans, EveryLibrary, American Library Association i Penguin Random House, a także od samego PEN – wszystkie one starają się już zapewnić „prewencyjną ochronę przed zakazywaniem książek” w szkołach i bibliotekach.

Równoległe z cenzurowaniem książek pisarze różnych gatunków stają wobec egzystencjalnego zagrożenia ze strony sztucznej inteligencji. Systemy SI często wykorzystywały materiały chronione prawem autorskim bez wynagradzania twórców – praktykę tę kwestionuje się obecnie w licznych procesach sądowych. Ponadto użycie SI do tworzenia dzieł sztuki skłania do redefinicji społecznych wyobrażeń o tym, kim jest artysta i twórca. W raporcie z 2025 roku zatytułowanym *A.I. and the Writing Profession* agencja ghostwriterska Gotham Ghostwriters podała, że 61% ankietowanych autorów przyznaje się do korzystania z SI, lecz jedynie 7% opublikowało tekst wygenerowany przez sztuczną inteligencję. Liczby te mogą jednak ulec gwałtownej zmianie, w miarę jak technika – wspierana przez firmy operujące miliardami dolarów – będzie coraz szerzej przenikać do edukacji, badań naukowych oraz codziennych narzędzi organizacyjnych. ■



Kulisy Nobla

Laureat z 2025 roku dzieli się refleksjami na temat tajemniczych limfocytów T, których odkryciu zawdzięcza nagrodę
LAUREN J. YOUNG

W 2006 ROKU IMMUNOLOG SHIMON SAKAGUCHI brał udział w powstaniu artykułu do „Scientific American”, który teraz wydaje się profetyczny. W tekście, zatytułowanym „Peacekeepers of the Immune System” („Siły pokojowe układu immunologicznego”, „Świat Nauki” 11/2006), autorstwa Sakaguchiego i Zoltana Fehevariiego, który jest obecnie starszym redaktorem w „Nature”, opisano historię ważnych badań, prowadzących do odkrycia przez Sakaguchiego trudno uchwytnych komórek układu odpornościowego, które nazwał regulatorowymi limfocytami T.

W latach 80. środowisko naukowe nie było do końca przekonane, co do istnienia tych komórek. Sakaguchi i inni badacze dowiedli jednak, że regulatorowe limfocyty T, inaczej Treg, są „siłami pokojowymi”, zapobiegającymi nadmiernym reakcjom ze strony układu odpornościowego, przynoszącym szkody dla organizmu. Ten proces, nazywany obwodową tolerancją immunologiczną, uniemożliwia podstawowym mechanizmom obronnym organizmu wejście w tryb samodestrukcji, czyli tzw. reakcje autoimmunologiczne.

Eksperymenty, które Sakaguchi opisał w „Scientific American” niemal 20 lat temu, zostały docenione w grudniu 2025 roku podczas ceremonii wręczenia Nagród Nobla w Sztokholmie. Sakaguchi oraz immunolodzy Mary E. Brunkow z Institute for Systems Biology w Seattle i Fred Ramsdell z Sonoma Biotherapeutics w San Francisco zostali wspólnie wyróżnieni za swoje odkrycia Nagrodą Nobla w dziedzinie fizjologii lub medycyny.

„Nie oczekiwałem tego i oczywiście byłem bardzo zadowolony – mówi Sakaguchi. – Cieszę się, że spotkał mnie ten zaszczyt. Jednocześnie jednak naprawdę doceniam wysiłki innych naukowców, którzy nad tym zagadnieniem pracowali.

Postępy w tej dziedzinie są zasługą wielu immunologów”.

Sakaguchi udzielił redakcji „Scientific American” wywiadu dzień po ogłoszeniu nagród. Omówił kluczowe osiągnięcia, które doprowadziły do odkrycia regulatorowych limfocytów T, oraz badania kliniczne, w których wykorzystywano te komórki pod kątem potencjalnego leczenia przewlekłych zakażeń, nowotworów i chorób autoimmunologicznych.
Poniżej zredagowany zapis tego wywiadu.

Dlaczego zajął się Pan poszukiwaniami komórek hamujących układ odpornościowy? Co Pana do tego skłoniło?

Bardzo interesowałem się chorobami autoimmunologicznymi. W normalnym stanie układ odpornościowy chroni nasze komórki przed atakiem drobnoustrojów – m.in. wirusów i bakterii. Czasami jednak jest agresywny i niszczy komórki naszego ciała, wywołując choroby autoimmunologiczne, takie jak reumatoidalne zapalenie stawów czy cukrzyca typu 1. Czyli układ odpornościowy ma jakby dwa oblicza. Jaki mechanizm się za tym kryje? Jeśli uda nam się go zrozumieć, będziemy mogli leczyć choroby autoimmunologiczne – albo potrafiliby skłonić układ odpornościowy do atakowania nieprawidłowych komórek, na przykład komórek nowotworowych, powstających w naszym ciele.

Interesowałem się tym podczas studiów medycznych, a potem zaangażowałem się w badania naukowe, aby zmierzyć się z tym problemem. W tamtym czasie, w latach 80., jedyną dostępną metodą badania autoimmunizacji był model myszy. Odkryłem, że jeśli nowo urodzonym myszom usunie się grasicę [położony w klatce piersiowej narząd, wytwarzający różne typy limfocytów T – przy. red. „Scientific American”], dochodzi u nich do samodzielnego rozwoju chorób autoimmunologicznych. Ciekawe było to, że jeśli myszom pozbawionym grasicy wszczepiono normalne limfocyty T od dorosłych myszy nie poddanych temu zabiegowi, można było zapobiec rozwojowi tych chorób. To oznacza, że wśród limfocytów T standardowo obecnych w grasicy muszą występować także takie, które mogą zapobiegać rozwojowi chorób lub go hamować. Tak zaczęła się moja kariera naukowa.

Lauren J. Young jest redaktorką współpracującą z „Scientific American”; zajmuje się zagadnieniami zdrowia i medycyny.

Co przekonało Pana do istnienia regulatorowych limfocytów T, mimo że inni odrzucali tę teorię?

Byłem przekonany, że można wywołać choroby autoimmunologiczne u zdrowych zwierząt poprzez manipulacje układem odpornościowym – usunięcie określonych limfocytów T – podobnie jak dochodzi do ich rozwoju u ludzi. To było dla mnie zawsze oczywiste. Gdyby inne hipotezy lub inne pomysły pozwalały wyjaśnić to, co obserwowaliśmy, podążyłbym za nimi. Zawsze porównywałem to, w co wierzyłem, z tym, na co wskazywały inne teorie, aby przekonać się, co lepiej tłumaczy obserwacje. Nasze wyniki nie były złe – były wręcz lepsze – dlatego kontynuowałem swoje badania nad regulatorowymi limfocytami T.

W 2006 roku napisał Pan dla „Scientific American” artykuł zatytułowany „Peacekeepers of the Immune System” („Siły pokojowe układu immunologicznego”). Skąd pomysł, aby nazwać komórki „siłami pokojowymi”?

Termin ten stworzył mój kolega i współautor tego artykułu, Zoltan Fehervari. W tamtym czasie dyskutowaliśmy nad tym, jak nazwać te komórki, aby lepiej oddać ich charakter. Wtedy wpadł na ten pomysł: „siły pokojowe”. To była naprawdę świetna nazwa, ponieważ później stopniowo zdaliśmy sobie sprawę, że regulatorowe limfocyty T nie działają wyłącznie immunosupresyjnie, ale pełnią też wiele innych funkcji, na przykład sprzyjają naprawie tkanek. Zatem są siłami pokojowymi pod wieloma względami.

W tym artykule, niemal dwie dekady temu, udokumentował Pan ogromne znaczenie tych prac. Czy myślał Pan wtedy, że Pana badania zostaną uhonorowane Nagrodą Nobla?

Nie, tak nie myślałem. Miałem wielką nadzieję, że lepiej zrozumiemy zjawisko tolerancji immunologicznej wobec własnego organizmu. To ważne pytanie, od dawna zadawane przez immunologów. W 1960 roku Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii lub medycyny otrzymali Peter Medawar i Frank Macfarlane Burnet, którzy wykazali, że tolerancja immunologiczna ma charakter nabyty, nie wrodzony. Cóż, to bardzo ciekawe, ale jak do tego dochodzi? Było kilka teorii, m.in. ta o delecji klonalnej: usuwaniu niebezpiecznych klonów limfocytów T, reagujących na własny organizm. Są one wytwarzane przez układ odpornościowy i eliminowane, zanim osiągną dojrzałość. Jednak to nie wyjaśniało, w jaki sposób dochodzi do powszechnych chorób autoimmunologicznych – na przykład

„To jest naprawdę kluczowa kwestia we współczesnej immunologii: jak wyjaśnić, dlaczego nasz układ odpornościowy nie reaguje na nasz własny organizm.”

SHIMON SAKAGUCHI, UNIWERSYTET W OSACE

cukrzycy typu 1 lub reumatoidalnego zapalenia stawów. Zatem to jest naprawdę kluczowa kwestia we współczesnej immunologii: jak wyjaśnić, dlaczego nasz układ odpornościowy nie reaguje na nasz własny organizm.

Czy jakieś terapie oparte na Pana badaniach, albo ich inne zastosowania, są bliskie wprowadzenia do praktyki klinicznej?

Tym, co jest fascynujące w regulatorowych limfocytach T, jest ich wyspecjalizowanie się w hamowaniu układu odpornościowego. Oznacza to, że wzmacnianie ich działania albo zwiększanie ich liczby mogłoby skutecznie leczyć choroby autoimmunologiczne, alergię itp. Poza tym gdy na odwrót zredukuje się liczbę tych komórek albo osłabi ich działanie, można wzmocnić odpowiedź immunologiczną. To mogłoby być korzystne dla reakcji immunologicznej na nowotwory. Zarówno mój zespół, jak i wiele innych wypróbują oba kierunki. Prowadzonych jest bardzo wiele badań – podczas ogłoszenia laureatów Nagrody Nobla przewodniczący powiedział nam, że obecnie w toku jest ponad 200 badań klinicznych.

Nasze podejście stanowi pewne wyzwanie. Jeśli chodzi o choroby nowotworowe, szukamy sposobów na zwiększenie skuteczności stosowanej obecnie w nowotworach immunoterapii. Na przykład obecnie inhibitory immunologicznych punktów kontrolnych [metoda terapii, wykorzystująca wytwarzane laboratoryjnie przeciwciała, czyli inhibitory, które blokują określone sygnały, umożliwiając układowi odpornościowemu atakowanie komórek nowotworowych – przy. red. „Scientific American”] mają skuteczność rzędu 20–30% i nie pozwalają na całkowite wyleczenie. Nasz pomysł jest następujący: regulatorowe limfocyty T występują bardzo licznie w tkankach nowotworowych i hamują skuteczną antynowotworową

odpowiedź immunologiczną. Jak możemy je usunąć z tkanek nowotworowych? Można zaprojektować przeciwciała, żeby usunąć Treg. Możemy połączyć je ze współczesnymi inhibitorami immunologicznych punktów kontrolnych i być może zwiększyć skuteczność immunoterapii w chorobach nowotworowych.

W przeszłości być może opracujemy leki doustne na bazie małych cząsteczek, które działałyby na Treg w podobny sposób, jak cząsteczki przeciwciał [cząsteczki te w większości badań podaje się dożylnie]. Wtedy moglibyśmy udoskonalić immunoterapię chorób nowotworowych nie tylko w krajach rozwiniętych, ale też rozwijających się.

Wspomniał Pan, że ta metoda mogłaby stanowić podstawę leczenia nowotworów. A co z infekcjami, które hamują układ odpornościowy, takimi jak HIV/AIDS?

Nasilenie reakcji immunologicznej mogłoby być korzystne tak w nowotworach, jak i w przewlekłych chorobach zakaźnych. Nadal nie wiemy, czy to zadziała, jednak gdybyśmy mogli wzmocnić odpowiedź immunologiczną, zmniejszając liczbę Treg, myślę że byłby to jeden z pomysłów na walkę z przewlekłymi chorobami zakaźnymi.

Jakiej rady udzieliłby Pan badaczom na początku kariery?

To rada dość powszechna, ale naprawdę ważna: jeśli czymś się interesujecie, czy to w nauce, czy czymkolwiek innym, zajmijcie się tym i nie ustawajcie w pracy. Wasze zainteresowania mogą się zmieniać w trakcie studiów lub na skutek waszych działań, ale coś w tym krajobrazie znajdziecie. Pewnego dnia może się okazać, że zajmujecie się czymś innym niż większość, czymś bardziej fascynującym niż to, czego szukaliście na początku. Teraz oczekuje się, żeby zrobić coś bardzo, bardzo szybko i mieć od razu efekty. Ale czasami rzeczy ważne wymagają czasu. ■