



PROFUNDERE SCIENTIAM

nr 16
sierpień 2021

BIULETYN CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

Wirusy, ogólnie i szczególnie o jednym

Ewa Bartnik

Nie wiem, pod jakim znakiem w chińskim kalendarzu był rok 2020, ale na pewno dla całego świata był pod znakiem koronawirusa. Wirusy są w podręcznikach szkolnych, uczą się o nich przyszli biolodzy, lekarze, weterynarze itp., ale w zasadzie nie były za bardzo w newsach, chyba że powodowały epidemie.

„...wirusy są dość specyficzne względem swojego gospodarza...”

Czy wirusy są żywe – nie, wirusy są w zasadzie materiałem genetycznym różnego rodzaju, opakowanym tak by łatwo mógł się dostać do docelowej komórki, ale same bez tej komórki nie potrafią zrobić nic. Natomiast po wnikięciu do komórki opanowują ją całkowicie i zmuszają do produkcji wirusów.

Naszym materiałem genetycznym jest DNA. W nim – w dużym uproszczeniu – zawarta jest informacja o białkach,

które mają powstawać w naszych komórkach. Ta informacja w miarę potrzeby jest przepisywana na posłańca – mRNA (*messenger RNA*, czyli dokładnie RNA – posłaniec), który wychodzi z jądra komórki, następnie wchodzi na niego rybosomy i produkują zakodowane białko.

Wirusy mogą mieć jako swój materiał genetyczny DNA albo RNA. DNA może być małe lub bardzo duże – jedno lub dwuniciowe. Materiałem genetycznym wirusa może być również RNA, też jedno lub dwuniciowe, i w przypadku RNA ten genom może być w jednym kawałku (jak np. HIV czy koronawirusy) albo w kilku (wirus grypy). Wirusy mogą się namnażać w jądrze komórki lub w jej cytoplazmie, mogą się też wbudowywać do DNA komórki, czasami w sposób niesłychanie sprytny – HIV i podobne do niego wirusy z materiałem genetycznym z RNA przepisują je najpierw na jedną nić DNA, potem dobudowują drugą, a potem jeszcze za pomocą specjalnego enzymu zwanego integrazą wbudowują się do DNA komórki.

No i jeszcze należy dodać, że wirusy są dość specyficzne względem swojego gospodarza, są wirusy atakujące konkretne gatunki bakterii, inne atakują rośliny, jeszcze inne zwierzęta, grzyby czy ludzi.

W NUMERZE

między innymi:

- *Wirusy, ogólnie i szczególnie o jednym* – Ewa Bartnik (s. 1, dokończenie s. 6)
- *Modele strukturalnych reakcji zbiorowości* – Stanisław Janeczko (s. 1, dokończenie s. 18)
- *Woda, surowiec strategiczny* – Leon Gradoń (s. 11)
- *Strukturalizm a biologia* – tłumaczenie fragmentu publikacji René Thoma (s. 15)
- *Geometria i topologia w badaniu dynamiki układów złożonych* – Marek Kuś (s. 22)
- *Esaje młodych naukowców PW inspirowane wykładami pn. Rozmowy i rozmowowania* – (s. 27)
- *O działalności CSZ PW*

MODELE STRUKTURALNYCH REAKCJI ZBIOROWOŚCI

Stanisław Janeczko

Wśród historycznie klasyfikowanych rodzajów świadomości, które realizowała i realizuje ludzkość wyróżnia się w kolejności ich występowania: świadomość archaiczną, magiczno-mityczną, mentalno-racjonalną i rodzącą się obecnie, będącą ciągle na swoim początkowym etapie, świadomość integralną. Każda z tych świadomości niosła swoje własne zjawiska społecznych oddziaływań i organizacji struktur. Zjawiska społeczne charakteryzowane przez postawy dużych zbiorowości ludzkich wobec jakiegoś faktu, zdarzenia lub koncepcji posiadają jednak pewne cechy uniwersalne, realizowane

{CIAĞ DALSZY NA S. 6}

{CIAĞ DALSZY NA S. 18}

DZIAŁALNOŚĆ CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH PW

czyli najważniejsze wydarzenia i najbliższe plany CSZ PW

PROFESOROWIE WIZYTUJĄCY

W dniach 6-13 stycznia 2020 gościem Centrum Studiów Zaawansowanych była dr Yingying Zhang, Assistant Professor w Yau Mathematical Sciences Center na Uniwersytecie Tsinghua w Pekinie.

Wizyta związana była z organizacją warsztatów MASTERCLASS IN GEOMETRIC ANALYSIS dla studentów z Politechniki Warszawskiej oraz Tsinghua University. Z uwagi na wybuch pandemii działania prowadzone w tym celu zostały odsunięte w czasie, a nowy termin warsztatów nie został jeszcze wyznaczony.

Podczas styczniowej wizyty dr Yingying Zhang wygłosiła na Wydziale MiNI PW wykład pt. *Obstructions to the existence of coupled Kahler-Einstein metrics*.

KONWERSATORIUM PW

Odbyły się 2 odczyty specjalne w ramach Konwersatorium Politechniki Warszawskiej:

Semestr zimowy 2019/2020

3 grudnia 2019 r. – Prof. Andrzej Trautman z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, odczyt pt. *Moja droga od fal elektromagnetycznych na PW do fal grawitacyjnych na UW*.

Semestr letni 2020/2021

20 maja 2021 r. – Prof. Mariusz Malinowski z Wydziału Elektrycznego

Politechniki Warszawskiej, odczyt pt. *Jak energoelektronika zmienia współczesne oblicze elektrotechniki*.

SEMINARIUM SPECJALISTYCZNE

W semestrze zimowym 2019/2020 Centrum Studiów Zaawansowanych we współpracy z Wydziałem Zarządzania oraz Centrum Informatyzacji Politechniki Warszawskiej zorganizowało i przeprowadziło kolejne seminaria z cyklu „Wyzwania modelowania inżynierskiego i biznesowego”:

15.10.2019 – *Innowacyjna aparatura do wyrażonych badań stosowanych*, dr Andreas Glenz, Prevac.

12.11.2019 – *Technologie społeczne komunikowania biznesowego*, dr hab. Andrzej Michalak, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.

10.12.2019 – *Zaufanie do technologii w e-administracji*, dr hab. inż. Joanna Ejdys, Politechnika Białostocka.

14.01.2020 – *Przedsiębiorczość akademicka - prawda czy złudzenie*, prof. dr hab. Zbigniew Makiela, Uniwersytet Jagielloński.

WYKŁADY UOD CSZ PW

W Uczelnianej Ofercie Dydaktycznej Centrum Studiów Zaawansowanych PW w roku akademickim **2019/2020** zorganizowano 8 wykładów

podstawowych oraz 14 specjalnych, także w formie laboratoriów. W wykładach uczestniczyło łącznie ponad 800 osób, głównie doktorantów PW. Zajęcia w semestrze letnim były realizowane zgodnie z wytycznymi w trybie zdalnym na dostępnych platformach.

Słuchacze mieli możliwość wyboru spośród różnorodnej oferty tematycznej, zarówno kontynuacji jak i nowości:

1. *Modele matematyczne procesów i przemian*, prof. Stanisław Janeczko
2. *Równania różniczkowe cząstkowe dla inżynierów*, dr hab. Tomasz Cieślak
3. *Matematyczna Struktura Czasu i Przestrzeni I oraz II, Wstęp do Szczególnej Teorii Względności*, prof. dr hab. Jerzy Kijowski
4. *Wprowadzenie do uczenia maszyn*, prof. dr hab. inż. Władysław Homenda
5. *Niezwykle szczególna teoria względności*, dr Andrzej Dragan
6. *Teoria drgań*, prof. Piotr Przybyłowicz
7. *Geny, GMO i Genetyka*, prof. Ewa Bartnik
8. *Analiza regresji w praktyce*, dr hab. inż. Anna Dembińska
9. *Współczesne zarządzanie dla inżynierów i naukowców*, dr hab. inż. Janusz Zawila-Niedzwiecki



↑ Uczestnicy Seminarium Specjalistycznego | Fot: CSZ

10. *Metody prowadzenia badań i statystycznej analizy wyników*, prof. Marek Dobosz
11. *Etyka a teoria ewolucji*, dr hab. Adrian Kuźniar
12. *Psychologia biznesu dla inżynierów oraz Psychologia zarządzania dla inżynierów*, dr Leszek Mellibruda
13. *Iluzja Wiedzy i Granice Poznania*, prof. Stanisław Janeczko
14. *Metody teorii osobliwości symplektycznych*, prof. Stanisław Janeczko
15. *Konstrukcja Modeli Statystycznych z Pakietem R oraz Wnioskowanie Statystyczne z Pakietem R*, dr hab. inż. Anna Dembińska
16. *Wybrane zagadnienia termodynamiki technicznej*, prof. Tomasz Wiśniewski
17. *Jak wydobyć potencjał twórczy grupy? Techniki pracy twórczej w grupie*, dr Bartłomiej Skowron
18. *Wstęp do mechaniki kwantowej*, dr hab. Andrzej Dragan
19. *Rozmowy i Rozumowania - wykłady seminaryjne*, prof. Stanisław Janeczko
3. *Zagadki istnienia innych światów we Wszechświecie*, prof. Kazimierz Stępień
4. *Wnioskowanie statystyczne z elementami planowania eksperymentu*, dr hab. inż. Anna Dembińska
5. *Mentalne korzyści i utrapienia XXI wieku - kluczowe emocje i psychosyndromy*, dr Leszek Mellibruda
6. *Laboratorium: w poszukiwaniu terażniejszości*, mgr inż. Barbara Majerska, mgr inż. Aleksandra Przywózka
7. *Katastrofa Klimatyczna - między fizyką a biologią, ekonomią i psychologią*, Dariusz Aksamit - koordynacja
8. *Etyka analityczna a teoria ewolucji*, dr hab. Adrian Kuźniar
9. *Psychoprofilaktyka zniekształceń osobowości czyli Deformanci są wśród nas*, dr Leszek Mellibruda
10. *Zarządzanie przedsiębiorstwem inteligentnym w Gospodarce 4.0*, prof. Mieczysław Morawski

W roku akademickim 2020/2021 wszystkie wykłady były prowadzone w trybie zdalnym. Odbłyło się 9 wykładów podstawowych oraz 13 wykładów specjalnych.

Spośród ponad 20 propozycji nowościami były:

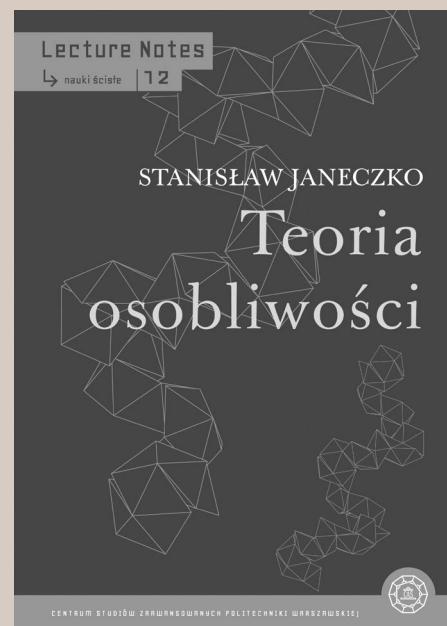
1. *Równania różniczkowe: niezbędne narzędzie nauk przyrodniczych*, prof. dr hab. Jerzy Kijowski
2. *Wstęp do algorytmicznej teorii grafów*, prof. Zbigniew Lonc

*) Szczegółowy wykaz przedmiotów znajduje się na stronie www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta

WYDAWNICTWA

W marcu 2021 roku ukazała się kolejna książka w serii Lecture Notes - nauki ścisłe - „Teoria osobliwości” autorstwa prof. Stanisława Janeczko.

W przygotowaniu jest kolejna pozycja, tym razem z serii Textbooks, autorstwa profesora Leszka Adamowicza.



Publikacje CSZ, w tym liczne książki naukowe, można nabyć w księgarniach Oficyny Wydawniczej PW w Gmachu Głównym i przy ul. Noakowskiego 18/20 w Warszawie.

*) Przegląd wszystkich dotychczasowych pozycji można odnaleźć pod adresem: www.csz.pw.edu.pl/Wydawnictwa.

DYSPUTY PITAGOREJSKIE

Dysputy stanowią formę rozmów, interakcji i spotkań inspirujących do dostrzegania nowych, ukrytych i zapomnianych aspektów rzeczywistości. Do uczestnictwa zapraszani są wybitni goście jako prowadzący oraz studenci PW, jako aktywni współuczestnicy dyskusji.

10 marca 2020 roku odbyło się VI spotkanie z cyklu „Dysput Pitagorejskich” pt. *„Using Conceptual Spaces To Model the Structure of Empirical Theories”*. Dysputa została zorganizowana we współpracy z Międzynarodowym Centrum Ontologii Formalnej WaiNS PW a gościem specjalnym był prof. Peter Gärdenfors (Lund University, Szwecja). Spotkanie poprowadził dr hab. Hajo Greif (Międzynarodowe Centrum Ontologii Formalnej, Wydział Administracji i Nauk Społecznych, PW).

Björn Peter Gärdenfors (ur. 21 września 1949 r.) jest profesorem kognitywistyki na Uniwersytecie w Lund, jednym z najwybitniejszych i najbardziej rozpoznawanych współczesnych filozofów. W latach 2011–2017 był członkiem Komitetu Noblowskiego w dziedzinie nauk ekonomicznych. Jest członkiem



↑ Prof. Björn Peter Gärdenfors w czasie spotkania z serii Dysputy Pitagorejskie | Fot: CSZ

Academia Europaea. Badania jego obejmują kilka obszarów: rewizję przekonań, teorię decyzji, filozofię nauki, tworzenie koncepcji, przestrzenie pojęciowe, semantykę poznawczą oraz ewolucję poznania i języka. Ważniejsze publikacje: "The Geometry of Meaning: Semantics Based on Conceptual Spaces" (Cambridge, Mass. 2014), "Conceptual Spaces: The Geometry of Thought" (Cambridge, Mass. 2000), "How Homo Became Sapiens" (Oxford - New York 2003).

SYMPOZJA CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH

Wszystkie zaplanowane Sympozja Centrum Studiów Zaawansowanych zostały odwołane ze względu na pandemię COVID-19 i brak możliwości ich przeprowadzenia we wcześniejszej formie.

SZÓSTE WYRÓŻNIENIE CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH PW

12 października 2020 roku po raz szósty zostało przyznane Wyróżnienie Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej zwane „Kosmosem Pitagorasa”, którego motto brzmi *Laus tibi, non tuleris qui vincula mente animoque* – „Chwała Ci za to, że nie pozwoliłeś nałożyć więzów na swój umysł i swego ducha”. Wyróżnienie jest przyznawane na wniosek przewodniczącego Rady za szczególne zasługi dla środowiska naukowego. Za osiągnięcia w budowaniu efektywnych przestrzeni badawczych i przełamywanie granic poznania. Przy nominacji do wyróżnienia brane są pod uwagę cechy indywidualne kandydata, tj. osobowość, niezależność, skromność, oddanie, kreatywność, pokora, wykształcenie, energia. Statuetka wyróżnienia jest kryształowym dwunastościanem symbolizującym kryształową osobowość



Mistrza, ponieważ jedynie Mistrz wie, jak wypełnić pustkę i nie jest więźniem materii, tylko Mistrz słyszy harmonię, wie skąd przychodzi, gdzie się znajduje i dokąd zmierza.

Laureatem VI wyróżnienia został wybitny architekt, profesor Marek Budzyński z Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej. Z tej okazji laureat wygłosił odczyt pt. "Przekształcanie przestrzeni dla potrzeb życia". Uroczystość odbyła się w Sali Senatu PW przy zmniejszonej liczbie gości, zgodnie z ówczesnym reżimem sanitarnym. Wręczenia wyróżnienia oraz pamiątkowej statuetki dokonał Prorektor Uczelni, prof. Jan Słyk wraz z dyrektorem Centrum, prof. Stanisławem Janeczko, w obecności gości. Wydarzenie było transmitowane on-line na serwisie Twitch.

STUDENCKA KONFERENCJA ZASTOSOWAŃ MATEMATYKI DWUMIAN

W dniu 27 marca 2021 r. na platformie Hopin, odbyła się kolejna edycja Studenckiej Konferencji Zastosowań Matematyki DwuMIan, pod patronatem Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej.

Studencka Konferencja Zastosowań Matematyki DwuMIan to pierwsza warszawska konferencja studencka zorganizowana przez czołowe ośrodki matematyczne w Polsce - Wydział MIM UW oraz Wydział MiNI PW.

Prelekcje konferencyjne odbywały się w dwóch równoległych prowadzonych ścieżkach tematycznych: *Statystyka i inżynieria danych* oraz *Zastosowanie matematyki w naukach technicznych i przyrodniczych*.



↑ Prof. Marek Budzyński z pamiątkową statuetką „Kosmos Pitagorasa” Fot: CSZ

Cykl otwartych spotkań online w Centrum Studiów Zaawansowanych PW

OPEN TIME OF CAS
rozmowy i rozumowania

KATASTROFICZNE MYŚLENIE A PANDEMIA

w spotkaniu wezmą udział:
Stanisław Janeczko
Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechnika Warszawska
Leszek Mellibruda
Active Business Mind
Psychologia biznesu

9 kwietnia 2021
godz. 16:15, na platformie ZOOM

<https://zoom.us/j/4405647175>

szczególne na:
www.csz.pw.edu.pl

Politechnika Warszawska
Centrum Studiów Zaawansowanych

Cykl otwartych spotkań online w Centrum Studiów Zaawansowanych PW

OPEN TIME OF CAS
rozmowy i rozumowania

PRZEWIDYWANIE ZDARZEŃ, STRUKTURA CZASU I PRZESTRZENI

w spotkaniu wezmą udział:
Andrzej Dragan
Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski
Stanisław Janeczko
Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechnika Warszawska
Tomasz Miller
Centrum Kopernika
Badań Interdyscyplinarnych
Uniwersytet Jagielloński

9 listopada 2020
godz. 12:15, na platformie ZOOM

<https://zoom.us/j/4405647175>

szczególne na:
www.csz.pw.edu.pl

Politechnika Warszawska
Centrum Studiów Zaawansowanych

OPEN TIME OF CAS - Rozmowy i rozumowania

Od listopada 2020 roku Centrum realizuje nowy cykl spotkań - Open time of CAS - Rozmowy i rozumowania. Mają one charakter otwarty i są prowadzone w formule zdalnej za pomocą platformy Zoom. Do tej pory poruszana w trakcie spotkań tematyka to:

- „Przewidywanie zdarzeń, struktura czasu i przestrzeni”,
- „Czy światem rządzi prawa?”
- „Dlaczego umieramy?”
- „Natura umysłu”
- „Nieskończoność - czy istnieje?”
- „Katastroficzne myślenie a pandemia”
- „Organizm i organizacja”
- „Jak energoelektronika zmienia współczesne oblicze elektrotechniki”

KONKURS NA GRANTY DYDAKTYCZNE
w Politechnice Warszawskiej
edycja 2021/2022

ZREALIZUJ SWÓJ POMYSŁ Z ZAKRESU INNOWACYJNYCH FORM AKTYWNEJ DYDAKTYKI

Rektor PW ogłasza konkurs na Granty Dydaktyczne, który ma na celu obszarowi nowe pomysły dla wyjątkich obywateli uniwersyteckich

od 17 maja do 15 czerwca 2021
opracowanie do składania wniosków poprzez formularze dostępny na → www.badawcza.pw.edu.pl
termin realizacji grantu → rok akademicki 2021/2022

FINANSOWANIE W RAMACH GRANTU MOŻE OBEJMOWAĆ

- ▶ przeprowadzanie zajęć, które wnoszą wartość w obszarze wyedukowania i wzbogacenia;
- ▶ przeprowadzanie zajęć z charakterem interdyscyplinarnym w formach wyedukacyjnych lub wyedukacyjnych;
- ▶ wprowadzanie innowacyjnych form kształcenia na poziomie uniwersyteckim przez grupę i realizowanie projektu projektowego;
- ▶ opracowanie nowego programu kształcenia opartego na wykorzystaniu innowacyjnych technik kształcenia, który wpłynie na wzmocnienie profesjonalnej jakości na studiach II stopnia.

WYSOKOŚĆ FINANSOWANIA
wskazywana wprost w grantu do 400.000,00 PLN

Konkurs realizowany w ramach programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”, prowadzony przez Centrum Studiów Zaawansowanych PW
Więcej na: WWW.BADAWCZA.PW.EDU.PL oraz WWW.CSZ.PW.EDU.PL

Politechnika Warszawska
UCZELNIA BADAWCZA
Centrum Studiów Zaawansowanych

INNOWACJE DYDAKTYCZNE

W maju 2021 roku decyzją Rektora PW nr 102/2021 z dnia 17 maja 2021 r., otwarto pierwszy konkurs na granty dydaktyczne w Politechnice Warszawskiej.

Program grantów jest realizowany w ramach projektu „Inicjatywa doskonałości - uczelnia badawcza” i przeprowadzany przez Centrum Studiów Zaawansowanych PW. Idea grantów dydaktycznych PW służyć ma równoważeniu priorytetów rozwojowych Uczelni. Przenosi konkursowy mechanizm aplikowania, stanowiący standard w sferze nauki, na grunt działań kształceniowych. W świetle przyjętych założeń proces przyznawania grantów przyczyni się do zbudowania funkcjonujących w sposób ciągły mechanizmów doskonalenia kadry i promowania innowacyjnych praktyk. Mechanizmy te powinny wyłaniać najciekawsze koncepcje, promować inicjatywy powstające na Wydziałach oraz ułatwiać dzielenie się wiedzą w skali uczelni

Program skierowany jest do pracowników Politechniki Warszawskiej będących nauczycielami akademickimi, dla których jest ona podstawowym miejscem zatrudnienia. W konkursie wnioskodawca, w rozumieniu kierownik projektu, mógł złożyć tylko jeden wniosek o finansowanie grantu dydaktycznego.

Zbieranie wniosków odbywało się poprzez formularz dostępny na stronie www.badawcza.pw.edu.pl/Aktualnosci/Wystartowal-nabor-do-konkursu-na-granty-dydaktyczne i zakończyło

się 15 czerwca 2021 roku. Wnioski zostały oceniane przez Komisję Konkursową specjalnie powołaną do tego celu przez Rektora PW. W postępowaniu konkursowym wyłoniono 10 najlepszych projektów, które otrzymały finansowanie.

NAJBLIŻSZE PLANY

SYMPOZJA CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH

W możliwie najszybszym bezpiecznym terminie planowane są kolejne wyjazdowe spotkania naukowe w ramach Sympozjów CSZ.

WYDAWNICTWA

W przygotowaniu jest kolejna pozycja wydawnicza CSZ PW – tym razem z serii Textbooks, autorstwa profesora Leszka Adamowicza.

MOBILITY PW

Centrum Studiów Zaawansowanych PW bierze udział w tworzeniu nowego programu – Mobility PW. Jego celem jest doskonalenie kompetencji doktorantów i kadry akademickiej Politechniki Warszawskiej poprzez udział w aktywnościach zagranicznych.

W ramach Programu będzie możliwość sfinansowania szeregu mobilności, w tym np. staży, wizyt studyjnych, wyjazdów związanych z nauką obsługi unikatowej aparatury badawczej, wyjazdów związanych z prowadzeniem badań naukowych do rozprawy doktorskiej, uczestnictwa w szkołach letnich/zimowych, kursach i warsztatach.

Przyznawane będą środki na sfinansowanie mobilności nie krótszych niż 5 dni roboczych i nie dłuższych niż 12 miesięcy. Wyjazdy, które odbędą się w ramach Programu będą finansowane ze środków programu IDUB PW oraz projektów SEED i PROM PW2.

Program jest skierowany do wszystkich doktorantów i kadry akademickiej PW. Nabór uczestników będzie miał charakter otwarty. Konkursy będą rozstrzygane przez Komisję.

Małgorzata Zielińska

„Ze względu na ogromny problem i rozpowszechnienie się Covid-19 na świecie naukowcy starali się opracować lekarstwa i szczepionki w tempie dotychczas niespotykanym”

Zanim omówię koronawirusy, bo to one – a konkretnie jeden z nich – są anty-bohaterem czasów pandemii, warto powiedzieć parę dobrych słów o wirusach. Po pierwsze miały znaczenie dla procesów ewolucji, po drugie są jedną z ciekawych form walki z opornymi na antybiotyki bakteriami, a poza tym większość z nich nam za bardzo nie przeszkadza, z kolei na przynajmniej niektóre istnieją szczepionki. Co ciekawe, część z nich trzeba powtarzać co rok (przeciw wirusowi grypy), innymi szczepi się o wiele rzadziej. Niestety nie na wszystkie udało się uzyskać szczepionki, na przykład nadal nie ma szczepionki przeciw HIV, mimo intensywnych prób i ogromnych sukcesów uzyskanych na zupełnie innym froncie, mianowicie leków przeciwko powodowanej przez ten wirus chorobie AIDS (nabyty zespół niedoboru

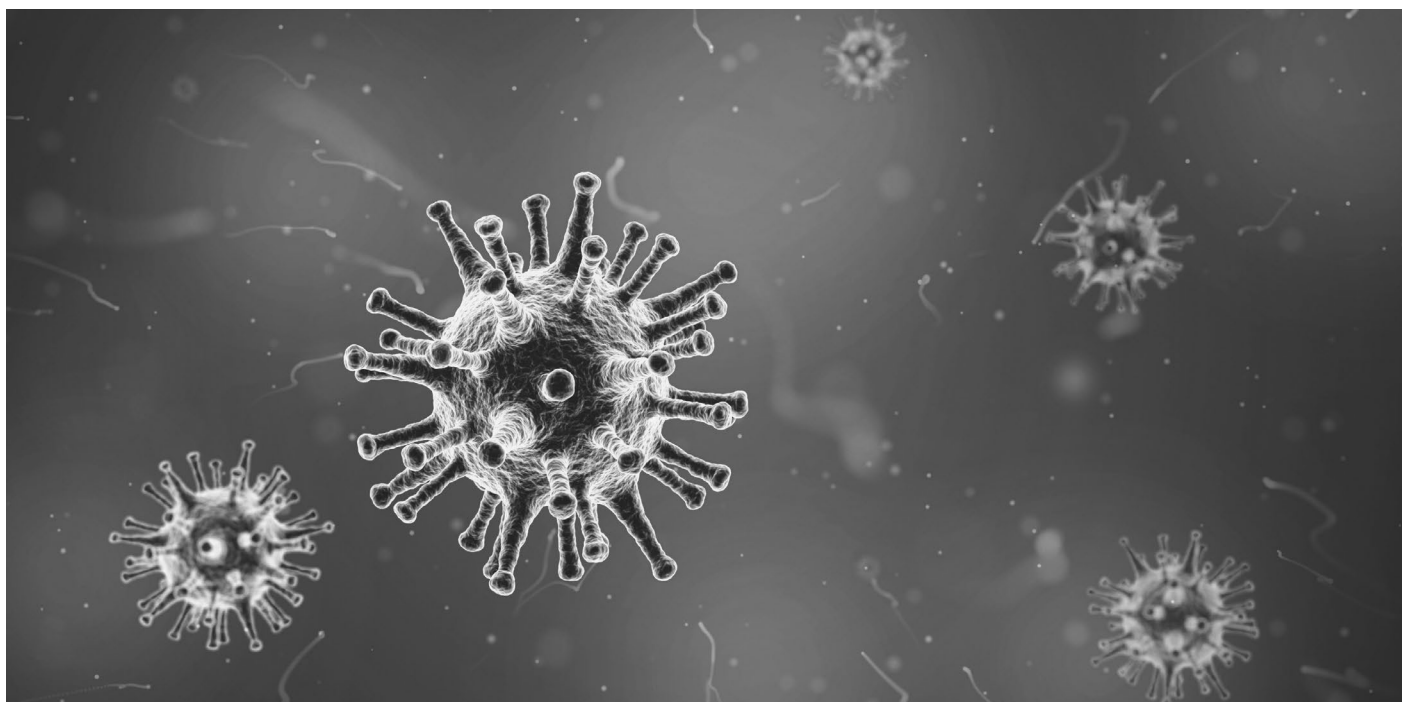
immunologicznego). Choroby wirusowe to także ospa wietrzna, polio, mononukleozę zakaźną, świnka, odra i różyczka, a także nowotwory szyjki macicy.

Koronawirusy są wirusami z genomem zbudowanym z RNA. Są całkiem spore jak na wirusy RNA, bo ich genom składa się z 30 000 nukleotydów. Tu warto wspomnieć o pewnej właściwości wirusów – ich materiał genetyczny jest upakowany informacją. RNA koronawirusa odpowiada za sterowanie syntezą kilkunastu białek, w zasadzie dwóch głównych rodzajów – białek strukturalnych wirusa (w tym słynnego białka Spike, które powoduje, że cząsteczka wirusa wygląda jak korona) i białek enzymu, który odpowiada za namnażanie RNA wirusa. Dla porównania ilości, w naszym jądrze komórkowym byłby jeden, nie za duży gen

- po prostu wirusy mają ograniczoną ilość RNA czy DNA i niesamowicie to wykorzystują.

Koronawirusy nie są czymś nowym i nieznanym nauce – już, co nieco, je poznaliśmy, w tym większość jest nudna i powtarzalna – to one powodują katar. Jednak dwa pojawiły się na scenie już wcześniej jako groźne patogeny – są to wirusy SARS i MERS. Oba zresztą były pod pewnymi względami bardziej zabójcze niż SARS-2, ale miały jedną cechę, której niestety nie ma SARS-2 – zakaźne były tylko osoby z objawami. To, co było niespodzianką i co przyczyniło się do szybkiego rozprzestrzenienia się obecnego wirusa to to, że osoby bezobjawowe zakażają. Są osoby bezobjawowe dwóch różnych rodzajów – takie, które jeszcze nie mają objawów choroby, ale w ciągu paru dni je rozwiną i zachorują, oraz te, które przechodzą chorobę bezobjawowo i tak już zostanie. Tego nie wiedzano na początku pandemii i zalecenia dotyczące maseczek wydawane na początku nawet przez Światową Organizację Zdrowia były dość mylące, co zabawne w tym samym czasie w dość szeroko rozpowszechnionym świetnym wykładzie o SARS-2 prof. Bogdana Lesynga, biofizyka, była mowa o sensowności maseczek.

Wirus ten pokrótce nie lubi osób starszych, łagodniej traktuje kobiety niż mężczyzn i z nielicznymi wyjątkami nie szkodzi dzieciom. Ma nieprawdopodobnie szerokie spektrum działania na organizm i pozostawia po sobie





↑ Źródło: <https://pl.freepik.com> | DCStudio

długoterminowe ślady nawet u części osób, które lekko przeszły chorobę.

Na pewno to czy i jak ciężko się choruje zależy od naszych genów, ale od jakich nie jest jeszcze wyjaśnione, były wstępne dane, że osoby z grupą krwi A przechodzą chorobę gorzej niż osoby o innych grupach krwi, ale to się nie potwierdziło w późniejszych badaniach. Nadal jednak wiadomo, że są przypadki, kiedy cała rodzina z wyjątkiem jednej osoby choruje, choćby w rodzinie twórców znanego bloga naukowego *Crazy Nauka* – w czteroosobowej rodzinie chorowali wszyscy z wyjątkiem jednej osoby, i takich przypadków jest więcej. Są też bardzo różne formy przechodzenia tej choroby – od bezobjawowego, przez lekkie objawy, do bardzo ciężkiej postaci. Oprócz już wymienionych czynników takich jak wiek, płeć i choroby towarzyszące na pewno wpływają na to różne geny, i w maju 2020 powstało specjalne konsorcjum, które bada sekwencje DNA osób, które nie zachorowały, choć wokół nich były chore osoby. Nazywa się *COVID-19 Host Genetics Initiative*, <https://www.covid19hg.org>. Na ich stronie można znaleźć informacje o prowadzonych badaniach – ze 164 (10.04.2021) dwa są z Polski.

Ze względu na ogromny problem i rozpowszechnienie się Covid-19 na świecie naukowcy starali się opracować lekarstwa i szczepionki w tempie dotychczas niespotykanym. O ile chodzi

o lekarstwa, na pewno stary i niedrogi lek deksametazon sprawdza się w terapii, i surowica osób, które przeszły chorobę i wyzdrowiały, jeśli podana jest odpowiednio wcześnie wydaje się być skuteczna. Co pewien czas pojawiają się doniesienia o różnych innych lekach, ale większość z tych sensacji nie potwierdza się potem w badaniach klinicznych. W związku z tym nie będę o nich tu pisać. Może tylko warto dodać, że to, że jakiś lek komuś, czy nawet pewnej liczbie osób, pomógł lub zaszkodził jest wiadomością jednostkową i nie ma żadnego dowodu, że to, że stan się poprawił lub pogorszył ma jakikolwiek związek z badanym lekiem. Dopiero po badaniach klinicznych można powiedzieć coś, co przekłada się na liczby – badania III fazy (opisane poniżej) obejmują tysiące osób, i można wtedy porównać np. czas pobytu w szpitalu z i bez leku, procent zgonów, konieczność zastosowania respiratora itp. itd. Co więcej, w większości przypadków pacjenci są przypisywani do grupy z lekiem i grupy kontrolnej (ze standardową terapią, o ile takowa istnieje, lub placebo) losowo i w sposób podwójnie zaślepiony – ani pacjent ani lekarz nie wie co otrzymuje pacjent, co ma znaczenie dla interpretacji wyników, są one niezależne od intencji prowadzącego badania.

Warto powiedzieć parę słów o szczepionkach, bo one są najróżniejsze. W którymś momencie, w różnych

stadiach badań klinicznych, było około 100 szczepionek, w tej chwili 3 (lub może już 4, ale prawdopodobnie więcej) są zatwierdzone w Europie/USA, jeszcze jedna jest stosowana w Rosji, i kolejna w Chinach.

Badania kliniczne, które są przeprowadzane przed dopuszczeniem szczepionki czy leku do obrotu są prowadzone w 3 fazach na ludziach, wcześniej prowadzone są badania przedkliniczne na liniach komórkowych czy zwierzętach. Kolejne fazy obejmują coraz większe grupy ludzi, w fazie I jest to 15-20 osób i głównie chodzi o zbadanie czy lek/szczepionka jest bezpieczny. W fazie II bada się większe grupy, a dopiero w fazie III są to naprawdę duże grupy ludzi – dla 2 szczepionek najwcześniej dopuszczonych – Pfizera i Moderny – badania obejmowały 15 000 osób, które otrzymały szczepionkę i 15 000 kontroli. Na ogół jest to robione metodą podwójnej ślepej – to znaczy ani szczepiony ani szczepiący nie wie, kto dostaje szczepionkę a kto placebo. No i bada się ile osób choruje, w której grupie – te dwie pierwsze szczepionki po drugiej dawce dawały ochronę na poziomie ponad 90%.

Klasyczne szczepionki – będę pisała tylko o anty-wirusowych, ale przeciwbakteryjne są podobne – składają się z inaktywowanego wirusa (czasem pisze się – zabitego wirusa, no ale on nigdy nie był żywy), albo jakiegoś



↑ Źródło: <https://pl.freepik.com> | freepik

białka, albo genu kodującego białko wirusa wprowadzanego za pomocą innego (niepatogennego) wirusa, który nie namnaża się po wejściu do komórki i służy tylko do wprowadzenia genu. Chodzi o to, by powstało białko (dotychczas wszędzie białko Spike) wirusa SARS-2 i by nasz układ odpornościowy je zobaczył, wytworzył odpowiednie przeciwciała i zapamiętał sobie, że spotkał się z tym wirusem (w formie jego białka) po to by dać sobie z nim radę kiedy spotka się z nim naprawdę.

Dwie szczepionki, które zostały zatwierdzone jako pierwsze – szczepionka Pfizera i Moderna – były pierwszymi zatwierdzonymi szczepionkami, w których to, co wprowadzono nie było ani białkiem, ani DNA, tylko cząsteczką RNA. Szczepionki tego typu były już badane we wcześniejszych fazach dla wirusa Ebola i grypy, ale nie były badane w fazie III. Od czasu do czasu pojawiają się szczególnie w mediach społecznościowych pytania i wątpliwości – dlaczego tak szybko i czy to nie jest niebezpieczne. I tak naprawdę, o ile samo dostosowanie metody wprowadzania RNA z sekwencją białka Spike było szybkie, to RNA wprowadzane do komórek było już od kilkunastu lat. Zrobiono to po pokonaniu paru problemów technicznych, w efekcie których jedna z literek RNA, urydyna, została

zastąpiona przez pseudourydynę – to nie wpływa na kodowanie białka, ale też nie powoduje niepożądanych reakcji komórki i polepsza syntezę tego białka. Zatem mieliśmy do czynienia z sytuacją, że pewne problemy, jak powinna wyglądać sekwencja tego RNA rozwiązano już planując szczepionki na SARS-1.

W tej chwili wiemy, że szczepionki oparte na RNA po dwóch dawkach zapewniają ponad 90% odporność na zakażenie oraz niemal 100% odporność na ciężką formę choroby. To czego jeszcze nie wiemy – jest to w trakcie badań – to czy osoby zaszczepione mogą nadal być zakaźne dla innych (jeśli spotkają się z wirusem), i jak długo będą trwały efekty szczepionki – bo z tym bywa bardzo różnie. W tej chwili wiadomo, że efekty w formie przeciwciał u osób, które chorowały pozostają przez około 8 miesięcy, ale nie wiemy jak to będzie dalej wyglądało.

Inne szczepionki wykorzystują różne szczepy adenowirusa, czyli zupełnie innego wirusa, którego genom składa się z dwuniciowego DNA, do wprowadzania genu kodującego białko Spike. Tak wygląda szczepionka Astra-Zeneca, Sputnik V i Johnson & Johnson (ta ostatnia jest szczepionką wymagającą jednej, a nie jak pozostałe dwóch dawek). Natomiast Novavax,

„Nie wiemy też jak będzie ewoluował wirus – pojawiają się optymistyczne prognozy, że będzie łagodniał, i że podobnie jak dobrze nam znana grupa jego krewnych będzie powodował katar a nie ciężką chorobę. Jednak to nie jest do końca pewne, bo już pojawiają się warianty wirusa, które wydają się być bardziej zakaźne”

chyba jeszcze nie zatwierdzona, składa się z białka Spike na nanonośnikach, białko jest produkowane w komórkach owadzych.

To, co jest fascynujące w przypadku szczepionek to ich ogromna skuteczność, i to że udało się je tak szybko otrzymać. Częściowo zawdzięczamy to faktowi, że wirus i owszem mutuje, ale nie robi tego tak szybko jak inne przeskadzające nam wirusy. Nie jest jeszcze jasne – ale będzie – jak długo chronią szczepionki przeciw Covid-19, ale idea doszczepiania się co pewien jeszcze nie ustalony czas, jest mniejszym problemem niż dostarczenie 2 dawek szczepionki do powiedzmy 70% populacji kraju by uzyskać zbiorową odporność. Z drugiej strony, mimo ponad 30 lat pracy, nie ma jeszcze szczepionki przeciw AIDS – wirus HIV zmienia się zbyt szybko – a szczepionka przeciw grypie ma o wiele niższą skuteczność i na pewno musi być powtarzana co rok. Wirus grypy nie tylko mutuje, ale jeszcze potrafi porywać RNA wirusa grypy z innych gatunków – świń, drobiu itp.; choć pojedyncze szczepienie nie daje super zabezpieczenia, wieloletnie szczepienia jednak bardzo dobrze chronią.

Nie wiemy też, jak będzie ewoluował wirus – pojawiają się optymistyczne prognozy, że będzie łagodniał, i że podobnie jak dobrze nam znana grupa jego krewnych będzie powodował katar a nie ciężką chorobę. Jednak to nie jest do końca pewne, bo już pojawiają się warianty wirusa, które wydają się być bardziej zakaźne.

Problemem jest też to jak długo potrafimy narzucać sobie ograniczenia – myślę, że zdjęcia z Krupówek po

zniesieniu zakazu uprawiania narciarstwa są dość wymowne, a w ciepłą niedzielę w lutym wybrałam się do piekarni na Saskiej Kępie po świeżą bagietkę, i w zasadzie było niepandemicznie, ludzie często bez maseczek lub z nosami wystającymi znad maseczek stali w gęstych kolejkach po kawę, ciastka i lody, a następnie bez maseczek spacerowali sobie ze zdobytymi dobrami. Zdjęcia z moło w Sopocie z okresu Wielkanocy 2021 są chyba jeszcze bardziej przerażające.

Co będzie dalej? Nie wiem. Z jednej strony rośnie liczba osób zaszczepionych, i są to osoby bądź najbardziej narażone na ryzyko – personel medyczny itp. – a także osoby, którym grożą najcięższe konsekwencje w przypadku zachorowania, czyli grupy 80+ i 70+. Rozpoczęły się szczepienia nauczycieli, w tym nauczycieli akademickich. Te grupy nauczycielskie będą otrzymywały szczepionkę firmy Astra-Zeneca, która pierwotnie nie była do końca przebadana pod kątem skuteczności u seniorów, więc nie była zalecana dla osób w wieku 60+ (lub 65+, zależy od

kraju), choć obecnie te badana już się zakończyły i mogą być też szczepione osoby starsze. Osoby starsze są problematyczne ze względu na to, że ich układ odpornościowy na ogół słabiej reaguje na bodźce w formie obcych białek, a także dlatego, że większość ma jakieś niedomagania, więc nie można im podawać szczepionek nie przebadanych dla tej grupy wiekowej. Ale wracając do pytania, jak będzie – z jednej strony są szczepienia, z drugiej mutujący wirus, z trzeciej zmęczenie ludzi, no bo od połowy marca 2020 życie stało się mało normalne.

Pewne grupy nie będą jeszcze szczepione – nie ma szczepionki dla dzieci (jedna ze szczepionek RNA jest od 12 roku życia, druga od 18). W toku są badania grup młodszych, i wyniki są zachęcające. Szczepionka jest bezpieczna dla kobiet w ciąży. Tylko, jak będzie wyglądała sytuacja, jeśli będą zaszczepieni nauczyciele i/lub nauczyciele akademicy, ale nie uczniowie i ich rodzice, no i nie studenci (poza studentami uczelni medycznych, którzy są w grupie 0) – nie wiem.



Profesor Ewa Bartnik (Instytut Genetyki i Biotechnologii, Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego).

Zajmowała się genetyką biochemiczną, a od ponad 20 lat jej tematem badań były choroby ludzkie powodowane przez zmiany w mitochondrialnym DNA. Jest współautorem ponad 120 prac naukowych. Przez 5 kadencji była członkiem Centralnej Komisji ds. Tytułów Naukowych i Stopnia Naukowego a w latach 2010-2017 członkiem International Bioethics Committee UNESCO. Jest członkiem Polskiego Komitetu ds. UNESCO oraz Komitetu Genetyki Człowieka i Patologii Molekularnej PAN oraz Komisji ds. GMM i GMO. W latach 2006–2009 była ekspertem od spraw nauk przyrodniczych programu PISA przy OECD. Wielokrotnie brała udział w pracach Sekcji dawnego Komitetu Badań Naukowych i Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego i panelach Narodowego Centrum Nauki. Dużą wagę przykłada do popularyzacji nauki.

INNOWACJE DYDAKTYCZNE

Pierwszy program grantów dydaktycznych w Politechnice Warszawskiej

Decyzją Rektora Politechniki Warszawskiej w maju 2021 r. na Uczelni został zainaugurowany Program grantów dydaktycznych PW. Jego idea służyć ma równoważeniu priorytetów rozwojowych Uczelni. Przenosi konkursowy mechanizm aplikowania, stanowiący standard w sferze nauki, na grunt działań kształceniowych. W świetle przyjętych założeń proces przyznawania grantów przyczyni się do zbudowania, funkcjonujących w sposób ciągły, mechanizmów doskonalenia kadry i promowania innowacyjnych praktyk. Mechanizmy te powinny umożliwić wyselekcjonowanie najciekawszych koncepcji, promowanie inicjatyw powstających na Wydziałach oraz ułatwić dzielenie się wiedzą w skali uczelni.

W główne cele projektu wpisują się:

- Zwiększenie motywacji do uaktualniania treści i technik kształcenia oraz tworzenie sprzyjających warunków dla wprowadzania innowacji;
- Otwarcie szans rozwojowych dla wszystkich aktywnych nauczycieli, równoważenie dostępu do środków ogólnouczelnianych;
- Stymulowanie wymiany doświadczeń (w trakcie i po zakończeniu cykli kształceniowych);

- Podnoszenie jakości kształcenia przez promowanie zindywidualizowanego podejścia oraz wprowadzanie nowych mechanizmów ewaluacji.

Program jest prowadzony w trybie konkursowym i koordynowany przez Centrum Studiów Zaawansowanych PW. Wnioski o granty dydaktyczne ocenia specjalnie w tym celu powołana Komisja Konkursowa pod przewodnictwem prof. Stanisława Janeczko. Pierwszy cykl realizacji programu rozpocznie się w semestrze zimowym 2021/2022 i będzie miał charakter pilotażowy.

Przedmiotem wspieranych inicjatyw może być:

- Przeprowadzenie zajęć z wykorzystaniem technik nauczania zdalnego (w trybie synchronicznym, asynchronicznym lub hybrydowym), które wnoszą nową jakość w obszarze metodycznym i narzędziowym;
- Przeprowadzenie zajęć o charakterze interdyscyplinarnym, odbywających się w formule międzywydziałowej lub międzyuczelnianej, wykorzystujących innowacyjne techniki kształcenia, ze szczególnym uwzględnieniem pracy grupowej

i rozwiązywania problemów projektowych;

- Opracowanie nowego programu kształcenia opartego na wykorzystaniu innowacyjnych technik kształcenia, który wpisuje się w strategię podniesienia jakości na studiach II stopnia PW.

W kolejnych latach zakres programu będzie modyfikowany i rozszerzany w taki sposób, aby był on odzwierciedleniem potrzeb Uczelni w zakresie innowacji dydaktycznych.

Środki uzyskane w ramach grantu mogą zostać wykorzystane na finansowanie:

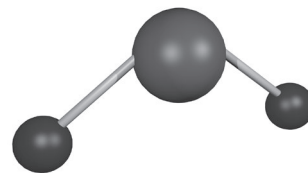
- wynagrodzeń za prowadzenie zajęć dydaktycznych;
- wynagrodzeń za zwiększony nakład pracy w obszarze kształtowania koncepcji i przygotowania zajęć;
- infrastruktury (teleinformatycznej, komunikacyjnej, fizycznej);
- materiałów do zajęć i prac koncepcyjnych;
- innych umotywowanych kosztów.

Preliminarz kosztów jest jednym z wymaganych elementów wniosku, a jego racjonalność podlega ocenie w procedurze konkursowej.

Zespół CSZ



Woda, surowiec strategiczny



Leon Gradoń o narastającym problemie, który nadal nie jest traktowany dość serio

Woda jest podstawowym związkiem chemicznym, na którym zbudowane jest życie na Ziemi. Na sprawy wody można spoglądać z różnych punktów widzenia. Wszechobecność tego składnika świadczy o jego ważności i potrzebie zachowania stabilności w dostępności do źródeł obecności wody. Bilans wody w skali globalnej jest zachowany i podlega regularnym cyklom przemian.

Główne zasoby dotyczą form, które nie są w istocie użyteczne ze względów biologicznych w gospodarce lądowej. Morza i oceany, będąc głównym zasobem wody na Ziemi, odgrywają zasadniczą rolę w nawilżaniu i przepływach powietrza w skali całej atmosfery. Osobne zagadnienie, to cała gospodarka morska, transport i rybołówstwo. Ten obszar nie jest przedmiotem niniejszych rozważań.

Jak wynika z prowadzonych badań i szczegółowych analiz, zapasy wody słodkiej maleją w niepokojącym tempie. Jest to spowodowane zwiększonym zużyciem wody przez rolnictwo, przemysł, jak i potrzeby indywidualne związane ze zmianami kulturowymi,

bez refleksji na skutki niewłaściwego i często nadmiernego stosowania wody. Dostępność wody reguluje podstawowe obszary aktywności i potrzeby takie jak bezpieczeństwo żywnościowe,

„Polska nie jest wolna od zagrożenia problemem braku wody słodkiej. Zasoby wód gruntowych zmniejszają się dramatycznie”

zdrowie, zasiedlanie terenów, produkcja energii, rozwój przemysłowy, wzrost ekonomiczny, struktura ekosystemów i klimat. Zgodnie z World Water Development Report 2020 „Water and climate changes” 2.2 miliarda ludzi nie ma dostępu do wody pitnej, a 4.2 miliarda nie ma dostępu do urządzeń sanitarnych. Globalne zużycie wody wzrosło sześciokrotnie przez ostatnie 100 lat i stale wzrasta w tempie 1% rocznie w wyniku wzrostu populacji, industrializacji oraz nieracjonalnego zużycia. Zmiany klimatyczne powodują sezonowe zmiany w dostępie do wody, a lokalne susze są przyczyną strat w gospodarkach wielu krajów.

Stopień zużycia wody jest zróżnicowany. Dla przykładu – jeden mieszkaniec USA zużywa, dla różnych celów, ok. 550 l wody słodkiej na dobę, a w tym samym czasie w krajach afrykańskich norma dobowego zużycia wody jest poniżej kilkunastu litrów na dobę. W krajach objętych katastrofą suszy zużycie wody wynosi zaledwie kilka litrów na dobę.

{11}

→



Zmiany klimatyczne powodują przesuwanie się stref suszy na obszary, które historycznie znajdowały się poza jej zasięgiem. W skali globalnej roczna utrata zasobów wód powierzchniowych – głównego źródła dostępności wody użytkowej – sięga wartości ok. 300 kilometrów sześciennych. W tej sytuacji można żywić poważne obawy, że w niedalekiej przyszłości woda słodka będzie surowcem strategicznym, a brak dostępności do tego surowca stanie się źródłem konfliktów politycznych.

Polska nie jest wolna od zagrożenia problemem braku wody słodkiej. Zasoby wód gruntowych zmniejszają się dramatycznie. Stopniowo ograniczana będzie dostępność do wody użytkowej. Obniżenie poziomu wód gruntowych (głównego źródła dostępu) w okresie od lat pięćdziesiątych dwudziestego wieku do dnia dzisiejszego sięga od kilku do kilkunastu metrów, zależnie od regionu. Sygnały o groźącym stopowieniu obszaru Polski są często wysuwane w różnych debatach publicznych, bez szerszej refleksji o potrzebie niezbędnej reakcji na to zjawisko.

W zaistniałej sytuacji należy zdefiniować i określić ramy czasowe realizacji programu naprawy i unowocześnienia gospodarki wodnej w Polsce. Program ten powinien być koordynowany na poziomie rządowym, a zdekomponowany na zagadnienia o różnej skali przedsięwzięć powinien wymusić aktywność na wszystkich szczeblach organizacji Państwa.

I Największa skala przedsięwzięcia dotyczyć powinna głównych szlaków wodnych, głównie rzek i kanałów. Wyrównanie i uzyskanie stabilnego stanu wód wymaga właściwego zagospodarowania strumieni przepływowych i utrzymania jakości przepływającej wody. Z tym zagadnieniem wiąże się sprawa retencji wody, budowa stopni retencyjnych różnej skali powiązanych z potrzebami ograniczania niepożądanych efektów naturalnych zjawisk klimatycznych i losowych.

Stabilny stan retencji ważny jest również ze względu na dostępność wody pitnej i użytkowej. Pochodnymi elementami uporządkowania stanu ciągów wodnych jest sprawa zagospodarowania terenów zalewowych, lokalnej energetyki wodnej i transportu wodnego. Jakość wody w rzekach związana jest ściśle z uszczelnianiem jakości wód zrzucanych z obszarów municypalnych, gospodarstw rolnych i zakładów przemysłowych, a to z kolei wiąże się z innym elementem programu

omawianego niżej, dotyczącego nowocześniejszych technik oczyszczania wody.

2 Woda i gleba stanowią podstawę produkcji pożywienia dla ludzi, pasz dla zwierząt, surowców dla przemysłu oraz surowców energetycznych. Zasoby te mają specyficzny charakter – z jednej strony dostęp do nich jest powszechny, a z drugiej podlegają ograniczeniom możliwości ich wykorzystania. Realne i coraz bardziej uciążliwe są zagrożenia braku wody niezbędnej dla produkcji rolnej i przemysłu rolno-spożywczego, co związane jest głównie z nierównomiernością przestrzenną i czasową opadów oraz niedostatkami w infrastrukturze umożliwiającej regulację odpływu wody ze zlewni.

Ponad 70% opadów atmosferycznych wykorzystywane jest przez roślinność, z czego połowa tej ilości pobierana jest przez rośliny uprawne. Wspomniana nierównomierność opadów, która ulega pogłębieniu w wyniku postępujących globalnych zmian klimatu, oraz przewaga gleb o małej potencjalnej zdolności retencyjnej, budzi obawy o możliwość zaspokojenia potrzeb rolnictwa i zachowanie walorów krajobrazowych.

„Ponad 70% opadów atmosferycznych wykorzystywane jest przez roślinność, z czego połowa tej ilości pobierana jest przez rośliny uprawne...”

Strategicznym wyzwaniem staje się wypracowanie metod racjonalnego gospodarowania wodą w rolnictwie, obszarach wiejskich oraz przemyśle rolno-spożywczym.

Jedną z przyczyn niepożądanych skutków ekstremalnych zjawisk hydro-meteorologicznych jest niedostatek utrzymywanych w sprawności urządzeń melioracji wodnych i umiejętność ich użytkowania. Tym też tłumaczy się fakt, że suszom nie towarzyszy nawodnienie (zmniejszone pięciokrotnie w ciągu ostatnich 30 lat). Aby przeciwdziałać tym niedostatkom powinny zostać podjęte starania dla opracowania innowacyjnych budowli i urządzeń melioracyjnych oraz opracowanie



procedur prowadzenia nawodnień, odwodnień i dystrybucji wody.

Istotnym wyzwaniem jest nie tylko ilość wody, ale jej jakość. Jakość wód małych cieków wiejskich, jak i jakość wód gruntowych w obszarze zagrody wiejskiej i w jej najbliższym otoczeniu są słabo poznane i wymagają systematycznego monitoringu oraz opracowania sprawnych metod uzdatniania.

3 Kolejnym ważnym obszarem aktywności, prowadzącym do poprawy bilansu wody, jest recykling używanej wody w przemyśle i gospodarstwach domowych. Stwarzanie odpowiednich przepisów prawnych wymuszających oszczędność

← Źródło: <https://www.maxpixel.net>

wody oraz jakość wody zrzucanej do środowiska, spowoduje tworzenie zamkniętych obiegów wody powiązane z konstrukcją nowoczesnych procesów oczyszczania wody. Istnieją obecnie doskonale rozwiązania techniczne i technologiczne wykorzystywane w procesach oczyszczania w wielu gałęziach przemysłu. Uwarunkowanie tych rozwiązań na potrzeby oczyszczania wody spowoduje szybkie powstanie doskonałych rozwiązań, usuwających z wody upostaciowione formy materii

takich jak cząstki fazy stałej, mikroorganizmy czy krople płynów organicznych dostających się do wody oraz jony metali ciężkich i innych toksycznych substancji.

Nowe techniki separacyjne i instalacje o zróżnicowanej skali oczyszczania – od potężnych instalacji przemysłowych, do małych oczyszczalni stosowanych w indywidualnych gospodarstwach – mogą być uzupełniane mobilnymi stacjami uzdatniania wody do poziomu wody pitnej. Takie

instalacje mogą być wykorzystywane dla dostarczania wody pitnej w momentach szczególnych zagrożeń, takich jak np. katastrofy ekologiczne, powodzie, działania terrorystyczne i inne.

4 Bilans wody może być poprawiony przez oszczędne jej użytkowanie. Zasada oszczędności i pobudzanie wrażliwości na potrzeby oszczędzania tego surowca wiąże się z wychowaniem, edukacją oraz powszechnym (internet, telewizja, radio) przypominaniem o potrzebie oszczędzania wody. Zadanie to dotyczy każdego obywatela, a masowość zaistnienia takich postaw spowoduje oszczędności wody. Ciekące kranie, rurociągi, urządzenia wodne w sektorze publicznym i prywatnym są powodem utraty ogromnej ilości czystej wody dostarczanej do instalacji wodociągowych.

Równoległe z tymi działaniami powinno iść udoskonalanie urządzeń. Nowoczesne zawory, lepsze złączki i wysokiej jakości rury oraz sprawne pompy złożą się na uszczelnienie i likwidację wycieków. Biorąc pod uwagę skalę tego zjawiska, są to ogromne oszczędności z których często nie zdajemy sobie sprawy.

Poruszyłem tu szereg zagadnień o różnej skali działania. Program wodny może stać się polską specjalnością, pobudzić aktywność gospodarczą w wielu sektorach i stać się promotorem rozwoju gospodarczego. Specjaliści działający w poszczególnych obszarach (wymienionych wyżej) z pewnością bardziej szczegółowo i profesjonalnie zdefiniują sposoby i strategię działania dla realizacji tego programu.

13

{ **Profesor Leon Gradoń** – specjalista w zakresie inżynierii biomedycznej oraz inżynierii chemicznej i procesowej. Absolwent inżynierii chemicznej na Politechnice Warszawskiej (1969) oraz matematyki na Uniwersytecie Warszawskim (1975). W 1990 otrzymał tytuł profesora nauk technicznych. Zawodowo związany z Politechniką Warszawską. Od 1999 do 2005 pełnił funkcję dziekana Wydziału Inżynierii Chemicznej i Procesowej. Przewodniczył Radzie Naukowej Centralnego Instytutu Ochrony Pracy. Był stypendystą Fundacji Fulbrighta w Cincinnati, wykładał jako visiting professor na uczelniach w USA, Japonii, Austrii, Holandii i Szwecji. Jest autorem lub współautorem licznych publikacji naukowych, w tym kilkunastu monografii i podręczników akademickich, a także kilkudziesięciu patentów oraz wdrożeń przemysłowych. W 2006 otrzymał Nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej za „wyjaśnienie podstawowych procesów transportu w układach dwufazowych i ich wykorzystanie do opracowania nowych konstrukcji filtrów węglownych”. Był wiceprzewodniczącym Komitetu Inżynierii Chemicznej i Procesowej Polskiej Akademii Nauk, powoływany w skład rad i komitetów doradczych różnych organizacji i instytucji (m.in. Narodowego Centrum Badań i Rozwoju) oraz czasopism naukowych. W 2016 roku został wybrany na przewodniczącego Rady Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. }

KOSMOS PITAGORASA DLA MARKA BUDZYŃSKIEGO

Wyróżnienie Centrum Studiów Zaawansowanych PW „Kosmos Pitagorasa” zostało przyznane po raz szósty

Rada Centrum Studiów Zaawansowanych PW w 2014 roku ustanowiła Wyróżnienie Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej „Kosmos Pitagorasa” *Laus tibi, non tuleris qui vincula mente animoque* – „Chwała Ci za to, że nie pozwoliłeś nałożyć więzów na swój umysł i swego ducha”.

Wyróżnienie jest przyznawane na wniosek przewodniczącego Rady za szczególne zasługi dla środowiska naukowego. Za osiągnięcia w budowaniu efektywnych przestrzeni badawczych i przełamywanie granic poznania. Przy nominacji do wyróżnienia brane są pod uwagę cechy indywidualne kandydata, tj. osobowość, niezależność, skromność, oddanie, kreatywność, pokora, wykształcenie, energia. Statuetka wyróżnienia jest kryształowym dwunastościanem symbolizującym kryształową osobowość Mistrza, ponieważ jedynie Mistrz wie, jak wypełnić pustkę i nie jest więźniem materii, tylko Mistrz słyszy harmonię, wie skąd przychodzi, gdzie się znajduje i dokąd zmierza.

12 października 2020 roku po raz szósty wręczono statuetkę Wyróżnienia wybitnemu architektowi, profesorowi Markowi Budzyńskiemu z Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej.

Uroczystość, podczas której laureat wygłosił odczyt pt. „Przekształcanie przestrzeni dla potrzeb życia” odbyła się w Sali Senatu Gmachu Głównego Politechniki Warszawskiej.

Profesor Marek Budzyński urodził się 7 kwietnia 1939 r w Poznaniu. Absolwent Technikum Budowlanego w Warszawie (1956) a następnie Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej (1963). Dyplom obronił w pracowni prof. Bohdana Pniewskiego. W 1983 roku uzyskał stopień doktora, a w 2015 r. tytuł profesora.

W latach 1965-2016, z przerwami, pracował na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej.

W latach 1961-1988 był projektantem i generalnym projektantem w państwowych biurach projektów.

Od 1983 do 1985 roku był zatrudniony jako asystent w Instytucie Architektury Politechniki Łódzkiej. W 1971 r. pracował jako wykładowca w Århus



↑ Prof. Marek Budzyński podczas uroczystości wręczenia statuetki Kosmos Pitagorasa oraz specjalnego odczytu pt. *Przekształcanie przestrzeni dla potrzeb życia* | Fot: CSZ

w filii Akademii Sztuk Pięknych w Kopenhadze.

Od 1984 roku prowadził ze Zbigniewem Badowskim pracownię w spółdzielni architektów „A”.

Od 1993 roku był prezesem Pracowni Badowski, Budzyński, do której w 1997 r. dołączył Adam Kowalewski. W 2000 roku założył własną pracownię - Marek Budzyński Architekt sp. z o.o.

W trakcie wielu lat pracy współdziałał m.in. z: Główną Komisją Urbanistyczną, Radą Architektury, Radą Programową dawnego Instytutu Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa.

Został odznaczony m.in. Krzyżem Komandorskim, Medalem im. Króla Stanisława Augusta przyznawanym zasłużonym w dziele budowy majestatu Stolicy, a także srebrnym medalem Gloria Artis. Laureat Nagrody Honorowej SARP.

Jest autorem lub współautorem wielu realizacji, ważniejsze z nich to: Zakłady Azotowe we Włocławku (1968); Zespół Osiedli Ursynów Północny (1972-1980); Zespół Osiedli Młodych w Nowym Dworze (1978-1983); Kościół na Ursynowie (1980-1985); Plan miejscowy obudowy al. Komisji Edukacji Narodowej w Warszawie (do 1989); Zespół mieszkalny przy Pasażu Ursynowskim w Warszawie (1997); Biblioteka

Uniwersytetu Warszawskiego (1999); Siedziba Sądu Najwyższego (1999); Siedziba Administracyjno-Techniczna Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego (2003); Opera i Filharmonia Podlaska (2012); zespół mieszkaniowy „Pod Brzożami” na Ursynowie (2011); Kampus Uniwersytetu w Białymstoku (2014); Obserwatorium astronomiczne z planetarium Uniwersytetu w Białymstoku (2020).

Pisząc o Profesorze Marku Budzyńskim nie można zapomnieć o projektach, które nie zostały zrealizowane, ważniejsze z nich to: Pomnik Zwycięstwa na Playa Giron na Kubie (1963), „Koncentracja liniowa” (1968), Muzeum Wojska Polskiego na Cytadeli Warszawskiej (1978); zabudowa mieszkaniowa dla górników miedziowych w Lubiniu (1978); Projekt Planu Miejsowego Konstancin-Jeziorna (1994); Świątynia Świętej Opatrzności Bożej w Warszawie (2000); Ambasada RP w Berlinie (2002); Park Technologiczny Prokom w Warszawie (2004); Centrum Edukacji Przyrodniczej pod Regłami (2012); Plan miejscowy Wzgórza Kredowego w Chełmie (2016).

Zespół CSZ

Strukturalizm a biologia

Tłumaczenie fragmentu publikacji wybitnego matematyka francuskiego René Thoma z 1972 roku pt. „Biologie et structuralisme”

„Jako punkt wyjścia naszych rozważań przyjmujemy zasadę: każda nauka stanowi studium pewnej morfologii”

Czy ostatnie postępy strukturalizmu w naukach antropologicznych, takich jak lingwistyka, etnologia itp., mogą dotyczyć również biologii? Wierzę, że tak jest. W poniższych rozważaniach spróbujemy określić istotę strukturalizmu, jego cele i zakres. Następnie dokonamy przeglądu perspektyw jego zastosowania do biologii. Okaze się, że leżą one pomiędzy starym Linneuszowskim typem biologii opisowej i taksonomicznej, a biologią nowoczesną (biologia molekularna, fizjologia, ekologia) o tendencjach bardziej redukcjonistycznych, zmierzającą do wyjaśniania.

1. Strukturalizm: jego cel i metody

Jako punkt wyjścia naszych rozważań przyjmujemy zasadę: każda nauka stanowi studium pewnej morfologii. Otóż specjalista w danej dziedzinie widzi pewną klasę zjawisk, interesujących go jako przedmiot badań. Wyodrębnia je on specyfikując odpowiednie zespoły warunków początkowych według określonej procedury. Fenomenologia zawsze okazuje się - jeśli ją do końca przeanalizować - morfologią czasoprzestrzenną.

Oczywiście, w wielu naukach przestrzeń-substrat badanej morfologii nie jest już czasoprzestrzenią: będzie to przestrzeń obserwabli, odpowiednich parametrów, których pewne wyspecyfikowanie może być bardzo trudne,

jak np. w naukach społecznych. Tym niemniej, za każdym razem badana morfologia wywodzi się z obserwacji w fizycznej czasoprzestrzeni, i tam ma swoje prąródło jej topologia, a ściślej; topologia jej przestrzeni-substratu, praktycznie zawsze obecna. Morfologię będziemy opisywać za pomocą zbioru punktów przestrzeni-substratu, w których mają miejsce jakościowe nieciągłości (tzw. zbiór katastrofy). Zbiór ten stanowi dopełnienie zbioru punktów regularnych, w których jakościowy wygląd procesu zmienia się w sposób ciągły.

W większości przypadków badana morfologia wykazuje własność stabilności strukturalnej. Chodzi o to, że śledząc eksperymentalnie następstwa lokalnego zaburzenia danych początkowych lub gdy nie jest to łatwe, np. dla obiektów gwiazdowych lub zjawisk społecznych, powtarzając obserwacje przy samoistnie zmieniających się warunkach, stwierdzamy tożsamość pewnych lokalnych zjawisk

morfologicznych, w rozumieniu topologicznej równoważności, o ile te zaburzenia nie były zbyt duże. Zgodnie z terminologią Waddingtona powiemy w takim przypadku, że mamy do czynienia z kreodem. Każdy kreod jest opisywany za pomocą odpowiedniego modelu lokalnego, podającego m.in. typ topologiczny jego zbioru katastrofy. W wielu przypadkach jest możliwe sporządzenie skończonego wykazu „słownika” wszystkich kreodów występujących w badaniu morfologii, wówczas zbiór katastrofy dla danego doświadczenia pokrywa skończona liczba takich elementarnych kreodów. Makroskopowa morfologia naszego życia codziennego spełnia ten wymóg; istotnie, wszystkie zwykłe sytuacje, w jakich zdarza nam się znaleźć potrafimy opisać używając słów skończonego słownika.

Na ogół wraz ze zmianami danych początkowych zmienia się morfologia sytuacji otrzymanej w danym

{15}

→



René Thom

eksperymentcie. Jeśli taka morfologia jest jedyna z dokładnością do izomorfizmu, to może ją opisać pojedynczy kreod maksymalny. Taką mamy sytuację (lub prawie taką) w anatomii człowieka opisującej wewnętrzną strukturę ciała ludzkiego: wszelkie przypadkowe odchylenia określa się jako patologiczne. W ogólniejszej sytuacji tak już jednak nie będzie: zmieniając odpowiednio dane początkowe otrzymamy cały zespół morfologii. Pierwsze zadanie eksperymentatora polega na zarejestrowaniu ogółu takich zespołów; w lingwistyce nazywa się to korpus danego języka.

W takim korpusie niektóre agregacje kreodów zdarzają się częściej niż inne. Zdarza się, że dają się szczegółowo ustalić dane początkowe, przy których agregacja kreodów jest stabilna. Jeśli tak się zdarzy, to powiemy że ta agregacja kreodów jest kreodem warunkowym. Przykładowo obecność żywej istoty w obszarze czasoprzestrzennym wymaga obecności w danych początkowych innej żywej istoty – rodzica tej pierwszej (*Omne visum ex ovo*). Prawie każda dziedzina morfologii ma w pierwszym rzędzie za zadanie: opis wszystkich występujących w niej kreodów warunkowych. W lingwistyce np. fonetyczne badanie języka mówionego pokazuje, że ta dźwiękowa morfologia daje się rozłożyć na skończony zbiór elementów nieredukowalnych – głosek. Faktycznie jednak przedmiotem lingwistyki jest badanie kreodów warunkowych, którymi będą tu słowa czy zdania. Są to agregacje głosek, których emisja ma we właściwych sytuacjach środowiskowych stabilny charakter. Na tej drodze pojęcie kreodu warunkowego pozwala nam dojść do pojęć porządku oraz hierarchii.

2. Pojęcie układu realnego

Określimy tu pojęcie układu realnego (w odróżnieniu od układów formalnych, jakie rozważają matematycy i logicy). Jest to mianowicie spójny, otwarty podzbiór przestrzeni – substratu, którego domknięcie jest kreodem warunkowym. Rozkład tego obszaru na kreody elementarne nazywa się strukturą układu. W większości przypadków struktura układu jest niezmiennicza w czasie, ale czasami dopuszcza ona pewną zmienność, podlegającą okazjonalnie regulacji – lub co najwyżej powolną przemianę w obrębie morfologicznej ciągłości w przestrzeni substracie. „Człowiek tracący w miarę upływu lat włosy pozostaje mimo to człowiekiem”. Jakościowa ciągłość w przestrzeni

– substracie jest warunkiem koniecznym trwałości układu. W sensie tej definicji słowo jest przykładem układu realnego morfologii lingwistycznej. Zarówno słowa języka jak i opisywane przez nie przedmioty w większości przypadków spełniają nasz wymóg spójności, najczęściej są one topologicznie kulami. Obwód elektryczny topologicznie jest okręgiem; dwa obwody elektryczne są oddzielnymi układami, jeśli jest do zaniedbania oddziaływanie elektromagnetyczne między nimi, jeśli natomiast są to dwa sprzężone indukcyjnie solenoidy, to mamy do czynienia z pojedynczym układem. Taka definicja układu może wydać się zaskakująca: na ogół definiuje się układ jako zbiór oddziałujących elementów. Podana tu definicja

izomorficzna jego lokalnej strukturze w x . Analogicznie dzieje się w przypadku gładkiego działania zwartej grupy Liego G na zwartej różności i mamy wówczas skończoną liczbę możliwych typów lokalnych takiego działania. Innym, mniej znanym źródłem morfologicznej powtarzalności w obiektach matematycznych jest założenie generyczności, np. wszystkie gładkie funkcje rzeczywiste określone na R^n należące do odpowiedniego otwartego i gęstego podzbioru w C^2 – topologii Whitney'ego określonej lokalnie przez odległość $|f| + |\partial f / \partial x| + |\partial^2 f / \partial x \partial x|$ mają jako osobliwości tylko niezdegenerowane punkty krytyczne (kwadratowe), tzn. punkty, dla których $df(x) = 0$ oraz $\det |\partial^2 f / \partial x \partial x| \neq 0$

„Często obserwowana w licznych dziedzinach świata ożywionego, jak i nieożywionego zgodność pomiędzy empiryczną morfologią a strukturami matematycznymi prowadzi do postawienia klasycznego problemu epistemologii...”

morfologiczna ma dwie zalety:

- (i) Nie narzuca wyboru elementów, który może być arbitralny.
- (ii) Na odwrót, jeśli elementy morfologii są dane, wówczas unikamy odpowiedzi na podstępne pytanie, który zbiór elementów stanowi układ, a który nie.

3. Układ realny a obiekty matematyczne

Stwierdziliśmy, że morfologiczna powtarzalność strukturalnie stabilnych zdarzeń lokalnych stanowi podstawę każdej morfologicznej strukturalnej analizy. Ale tę samą własność mają często obiekty matematyczne, np. w wielościanie z grupą symetrii G , jeśli x' jest jego wierzchołkiem zawartym w $G \cdot x$, orbicie punktu x względem działania G , to lokalna struktura tego wielościanu w x' jest

4. Podejście strukturalne

Można wysunąć postulat, że dalekością cel każdej teorii strukturalistycznej polega na wyjaśnieniu empirycznie obserwowanej powtarzalności poprzez przyporządkowanie jej jako modelu, obiektu matematycznego o izomorficznej strukturze. Tak więc zadaniem każdej strukturalistycznej teorii jest:

1. utworzyć skończony słownik kreodów elementarnych g_i
2. zbudować eksperymentalnie „corpus” morfologii empirycznej
3. określić kreody warunkowe, obiekty teorii
4. opisać wewnętrzną strukturę kreodów warunkowych (lub elementarnych) poprzez przyporządkowanie im obiektów matematycznych, których

wewnętrzna struktura jest izomorficzna z strukturze tych kreodów.

Nieco ściślej, jeżeli kreod warunkowy \underline{c} ma jako nośnik obszar V w przestrzeni – substracie, oraz jeżeli obiekt matematyczny, który chcemy podporządkować kreodowi \underline{c} jest obiektem geometrycznym leżącym w przestrzeni U , to \underline{c} jest indukowany przez pewne odwzorowanie $\phi : V \rightarrow U$.

Obecne stosowanie metod strukturalistycznych doprowadziło do sukcesu tylko w nielicznych przypadkach (fonetyka, lingwistyka strukturalna, etologia). Należy jednak docenić epistemologiczne znaczenie takich metod. Z jakościowego punktu widzenia zajmują one pozycje analogiczne do słynnego „Hypotheses non fingo” Newtona. Przyjmując strukturalistyczny punkt widzenia nie będziemy dążyć do wyjaśnienia obserwowanej morfologii poprzez jej zredukowanie do elementów zapożyczonych z innych teorii, które z założenia miałyby być elementarniejsze, bardziej podstawowe – jak to próbuje się wyjaśnić biologię fizyką i/lub chemią albo socjologią psychologią lub biologią. Strukturalista stara się jedynie ulepszyć opis morfologii empirycznej poprzez uwydatnienie i wewnętrznej jedności za pomocą formalnego modelu matematycznego, który można wygenerować aksjomatycznie. Strukturalizm okazuje się być wobec tego skromną ideą: jego celem jest udoskonalony opis. Niemniej, ekstremalna ogólność tak sformułowanego programu wywołuje pewne zastrzeżenia, mianowicie:

1. Nasuwa się problem jedności proponowanego modelu. Jak dobrze wiadomo z przykładów, rozkład morfologii na kreody elementarne cechuje pewien stopień dowolności, nie jest jednoznacznie określony. Czy można oczekiwać, że jeżeli morfologia empiryczna M dopuszcza dwa różne modele F, F' to istnieje wówczas subtelniejszy od nich F'' , generujący je obydwa?

2. Jaka jest matematyczna natura obiektów F identyfikowalnych z morfologią empiryczną? Wielościan z grupą symetrii? Struktura czysto algebraiczna (grupa, pierścień, ciało) wyposażona w odpowiednią topologię? Może wykres podany bez żadnego uzasadnienia? Dotkliwie odczuwa się brak koncepcji prowadzących do znalezienia odpowiedzi na to pytanie. W naukach antropologicznych po dziś dzień używa się nader prymitywnych struktur matematycznych;

praktycznie sprowadzają się one do dychotomicznego przeciwstawienia, dającego się wyrazić działaniem grupy Z_2 na osi rzeczywistej.

3. Nasuwa się wreszcie zastrzeżenie, na które szczególnie nacisk kładą scjentyści zafascynowani modelem fizycznym – będą oni skłonni przytoczyć tu argument Bacona; prawo fizyczne, takie jak prawo grawitacji dopuszcza nieskończenie wiele doświadczalnych weryfikacji, natomiast nie wiadomo, jak poddać kontroli eksperymentalnej czysto jakościowy model, jakim są konstrukcje strukturalistów. Można tu tylko raz na zawsze skonstatować zgodność modelu z obserwacją. Niektórzy uczeni wyciągają stąd wniosek, że strukturalizm nie stanowi niczego więcej poza akademicką rozrywką, niegodną prawdziwych naukowców. Nie podzielam tej obskuranckiej opinii, niemniej jestem zdania, że jeżeli strukturalizm chce uniknąć tej dowolności, to wkrótce będzie musiał w większym stopniu zająć się „wyjaśnianiem” wprowadzając dynamikę, czas, ewolucję struktur. Dopiero wtedy znacznie wchodzić w grę teoretyczna mocliwość przeprowadzenia jakościowych eksperymentów nad empiryczną morfologią. Polegałyby one na dobieraniu odpowiednich zaburzeń dla danych początkowych (przynajmniej dotyczyłoby to dziedzin, gdzie eksperyment w ogóle jest wykonalny; status dziedzin takich jak paleontologia, geologia, socjologia czy wreszcie morfologia obiektów gwiazdowych wykluczających możliwość eksperymentu zawsze pozostanie nieco wątpliwy.

Często obserwowana w licznych dziedzinach świata ożywionego, jak i nieożywionego zgodność pomiędzy empiryczną morfologią a strukturami matematycznymi prowadzi do postawienia klasycznego problemu epistemologii. Można podać trzy typy odpowiedzi:

1. Pierwsza przypisuję tę zgodność „harmonii przedustawnej” pomiędzy realnym światem a matematyką. Jest to platoński (nieco ściślej – pitagorejski) punkt widzenia: „Bóg wszystko geometryzuje”.

2. Druga powołuje się na zasadę, że zjawiskami rządzi warunek lokalnej równowagi, lub nieco ściślej stanowią one rozwiązania problemu wariacyjnego na ekstremum.

3. Trzecia – ta, którą popieram – wyjaśnia pochodzenie matematycznej struktury (i jej morfologicznej powtarzalności), przyjmując hipotezę

generyczności: w każdej sytuacji natura realizuje lokalnie morfologię, która jest najmniej złożona spośród możliwych uwzględniających zadane lokalne dane początkowe.

Pierwsza odpowiedź jest czysto metafizyczna. Druga jest jedyną, którą można uważać za ściśle naukową, można ją bowiem sprawdzić na modelach ilościowych. I tak np. według Prigogine’a zjawisko Benarda, t.j. formowanie się sześciokątnego wzoru komórek konwekcji w podgrzewanej cieczy, można wyjaśnić lokalnym minimalizowaniem produkcji entropii. Trzecia odpowiedź jest pośrednia pomiędzy nauką a metafizyczną, jej zaletą jest przyjęcie znacznie bardziej elastycznego stanowiska niż w drugiej, które jest bardziej globalne. Teoria katastrof wyjaśnia powtarzalność lokalnych zdarzeń morfologicznych izomorfizmem generujących je sytuacji dynamicznych, pozostających lokalnie w stanie konfliktu. Odpowiedzi 2 oraz 3 nie wykluczają się w istocie. Dla przykładu, rozwiązanie zagadnienia wariacyjnego (takiego jak problem Plateau: znaleźć minimalną powierzchnię o zadanych brzegu) dostarcza generycznych osobliwości dla prawie każdego zadanych warunków brzegowych. Odpowiedź 3 nie zajmuje określonego *a priori* stanowiska w kwestii determinizmu: nie postuluje *a priori* determinizmu, stanowi on raczej ostateczny cel teorii.

Redakcja tekstu: Ilona Sadowska

Nota wydawnicza:

Powyższy tekst przekładu został opracowany na podstawie maszynopisu „*Structuralism and biology*” zmodyfikowanego przez autora i przedstawionego w artykule „*Biologie et structuralisme*” z 1972 r.

PRZYPISY I NOTY BIBLIOGRAFICZNE

R. Thom – *Topological models in Biology, Towards a theoretical Biology*, I. C. H. Waddington editor, Univ. of Edinburgh Press 1968

R. Thom – *Topologie et Signification, L'Age de la Science*, 1968, I, n° 4

K. Prigogine – *Introduction to the Thermodynamics of irreversible processes*, Thomas Springfield, 1955

B. C. Goodwin. – *Temporal organization in Cells: A Dynamic theory of Cellular Control processes*, Academic Press New York.

we wszystkich wymienionych rodzajach świadomości.

We wstępnym podejściu do badania tego typu zagadnień zakłada się pewien uproszczony schemat uściślenia obserwacji takich zjawisk. Przyjmuje się, że dany jest zbiór X nazywany zbiorem stanów, lub przestrzenią stanów. Może to być zbiór hipotetycznych reakcji lub postaw jednostki wobec jakiegoś faktu, zdarzenia lub koncepcji. Następnie, jeśli dana jest populacja, to obserwacja polega na wyznaczeniu tzw. funkcji hipotetycznego poparcia $H : X \rightarrow R$, gdzie $H(x)$ jest względną ilością ludzi tej populacji, aprobujących stan $x \in X$, to znaczy

$$H(x) = \frac{\text{ilość ludzi aprobujących } x}{\text{ilość ludzi populacji}} .$$

Możliwe są również inne funkcje $H(x)$ z modyfikacją danych wprowadzanych przez szczególne podejście obserwatora. Każdy obserwator ma pewien pogląd na to jak należy rozumieć funkcję $H(x)$ i co należy myśleć o populacji dla której wyznaczono funkcję $H(x)$ (zakładając, że większość członków populacji "myśli inaczej, mówi inaczej i robi inaczej"). Uściślając możemy powiedzieć, że obserwator dysponuje pewną strukturą "sąsiedniości" (otoczeń) w przestrzeni X , to znaczy odwzorowaniem

$$X \ni x \mapsto \mathcal{O}(x) \subset X,$$

gdzie \mathcal{O} jest pewnym podzbiorem X , $x \in \mathcal{O}(x)$. Wykorzystując tę strukturę konstruuje się nową funkcję $F : X \rightarrow R$ (funkcję poparcia), biorąc

$$F(x) = \sum_{y \in \mathcal{O}(x)} H(y) .$$

Różnica pomiędzy funkcjami H i F w interpretacji socjologicznej jest fundamentalna. $H(x)$ opisuje względną ilość ludzi aprobujących (w odpowiedzi na pytanie ankiety) hipotetyczny stan $x \in X$, natomiast $F(x)$ opisuje względną ilość ludzi, którzy napotkawszy faktyczny stan gotowi będą go, subiektywnym zdaniem obserwatora, zaaprobować.

Powyższe rozważania możemy także podsumować następująco: *Jeśli obserwator zjawisk społecznych ma określone zainteresowania, tzn. przestrzeń stanów X , oraz określony sposób interpretacji danych obserwacyjnych zawartych w funkcji H , tzn. strukturę „sąsiedniości” w X , to istnieje procedura, która każdej obserwacji funkcji H przyporządkowuje funkcję $F : X \rightarrow R$ taką, że dla każdego stanu $x \in X$ liczba $F(x)$ jest względną ilością ludzi skłonnych zaaprobować stan w momencie, gdy zostaną oni*

postawieni przed alternatywą: albo akceptować albo oponować.

Następnym założeniem natury matematycznej (idealizującym) będzie przyjęcie, że przestrzeń stanów (tzw. wewnętrznych) jest przestrzenią parametrów liczbowych; $X = R^n$, gdzie naturalne n może być dużą liczbą. Zwykle, preferencje społeczności, wyrażane przez funkcję F są zależne od rozmaitych czynników określających warunki, w których ta społeczność żyje. Te czynniki mogą być mierzone liczbowo i moderowane przez wpływy

„Gdy jednak pewna ilość ludzi, ulegając pewnym wpływom, chwilowo się zespoli, wtedy obok ich cech dziedzicznych występują na jaw nowe cechy, nieraz mocno odmienne od cech rasy. Ich całokształt tworzy duszę zbiorową, potężną, lecz krótkotrwałą”*

zewewnętrzne lub wewnętrzne wobec społeczności. Oznaczmy przez C przestrzeń tych czynników i nazwijmy ją przeźrenią kontrolną. Ponadto założmy, że przestrzeń ta jest również tzw. przestrzenią współrzędnych kartezjańskich; $C = R^k$ gdzie naturalne k jest zwykle niewielką liczbą.

W tym podejściu, interesujące nas społeczeństwo jest, z punktu widzenia danego obserwatora, charakteryzowane przez funkcję

$$(2) \quad V : X \times C \rightarrow R$$

taką, że dla każdego $c \in C$ funkcja

$$V \ni x \mapsto V_c(x) = V(x, c) \in R$$

jest funkcją poparcia społeczeństwa żyjącego w warunkach określonych przez parametry kontrolne c . Funkcję V będziemy nazywać połem funkcji poparcia.

Dotychczasowe rozważania dotyczyły rozkładu preferencji społeczeństwa, przy różnych parametrach kontrolnych, dla rozmaitych stanów z przestrzeni X . Jednakże czynny obserwator, którym zwykle powinny być instytucje polityczne, społeczne czy gospodarcze, nie pozostaje obojętny wobec, ewoluujących wraz z parametrami kontrolnymi c , funkcjami poparcia V_c . Reaguje on na zmiany tych funkcji, co może mieć istotny wpływ na zmianę warunków życia społeczeństwa, tzn. w efekcie na parametry kontrolne. Sposób tych reakcji zależy istotnie od tego kto (lub co) jest obserwatorem.

Rządząca partia polityczna, lub inne instytucje społeczne zmieniają swoją politykę zgodnie z gradientowym polem wektorowym

$$\text{grad}_x V.$$

Punktami stacjonarnymi tego pola są punkty $(x, c) \in X \times C$ takie, że $\text{grad}_x V(x, c) = 0$, tzn.

$$\frac{\partial V}{\partial x_i}(x, c) \equiv_i 0$$

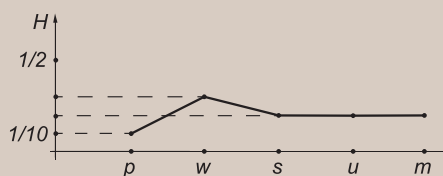
gdzie x_1, \dots, x_n , są współrzędnymi w $X = R^n$. Takie zachowanie tych instytucji jest naturalne i nosi nazwę „delay rule” a polega na wybieraniu jako stanu docelowego punktu w X gdzie funkcja V_c przybiera globalne maximum.

Widać, że reakcja pewnych obserwatorów na zmieniające się parametry kontrolne jest zgodna z tą zasadą, a więc charakteryzuje ją zbiór

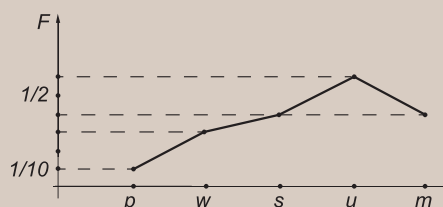
$$S = \{(x, c) \in X \times C : \text{grad}_x V(x, c) = 0\}$$

O zbiorze tym mówi twierdzenie René Thoma [2], które ujmujemy w następujący sposób:

* Gustave Le Bon, *Psychologia tłumu*, Hachette Polska, 2010



↑ Rys. 1. Wykres funkcji poparcia H



↑ Rys. 2. Wykres funkcji rzeczywistego poparcia F

Jeśli $C = R^2$, $X = R^n$, $V : X \times C \rightarrow R$ jest strukturalnie stabilną funkcją klasy C^∞ , to S jest gładką, dwu-wymiarową podzbiornością w $X \times C$, a ponadto, jedynymi osobliwościami rzutowania

$$\pi : S \ni (x, c) \mapsto c \in C$$

są osobliwości typu „fałdy” i „ostrza”.

MODEL BEZPOŚREDNIEJ DEMOKRACJI

Teraz podamy przykład zastosowania tego twierdzenia (model E.C. Zeemana [1]) do opisu zdarzeń jakie mogą nastąpić w przypadku odzwierciedlenia się opinii społecznej w decyzjach partii rządzącej (PR) lub agencji reklamowej (AR).

Rozważmy naród państwa prowadzącego wojnę, który jest ankietowany pod kątem poparcia dla pięciu koncepcji militarnych, tworzących przestrzeń stanów $X : p$ - „poddanie się”, w - „wycofanie się”, s - „słaba akcja militarna”, u - „umiarkowana akcja militarna”, m - „mocna akcja militarna”. Powiedzmy, że w wyniku ankietowania otrzymano funkcję H w postaci (Rys. 1):

$$H(p) = 1/10, H(w) = 3/10, H(s) = 2/10, H(u) = 2/10, H(m) = 2/10.$$

Partia polityczna, której zależy przede wszystkim na popularności wprowadzi do swojego programu, np. w okresie walki wyborczej, jakiś rodzaj umiarkowanej akcji militarnej. Wiąże się to z przyjęciem odpowiedniej struktury sąsiedniości:

$$O(p) = \{p\}, O(w) = \{w\}, O(s) = \{s, u\}, O(u) = \{s, u, m\}, O(m) = \{u, m\}$$

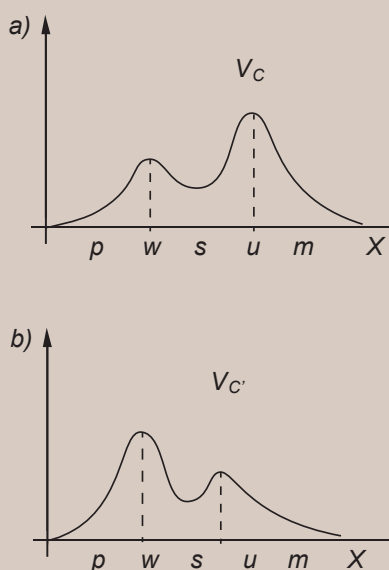
i otrzymaniem następującej funkcji F (Rys. 2):

$$F(p) = 1/10, F(w) = 3/10, F(s) = 4/10, F(u) = 6/10, F(m) = 4/10.$$

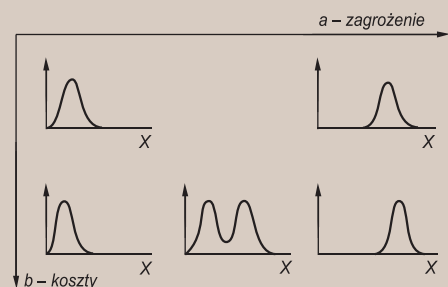
Widzimy tu, że „ u ” jest punktem wyróżnionym przez F , jako jej punkt maksymalny, więc także przez partię, jako jej koncepcję polityczną optymalizującą poparcie narodu. Funkcja F , nazywana funkcją poparcia, nie jest pozbawiona wpływu subiektywnego obserwatora poprzez relację sąsiedniości, jednak jej elementy jakościowe - maksima posiadają wyraźną interpretację socjologiczną jako optima. Ważnym wyzwaniem dla socjologów jest odnalezienie możliwie najbardziej obiektywnej struktury sąsiedniości w przestrzeni X .

Jako najbardziej zredukowaną przestrzeń kontrolną wybierzemy $C = R^2 \ni (a, b)$ i nadamy jej (jej współrzędnym) następującą interpretację: $a =$ *poczucie zagrożenia* i $b =$ *poczucie kosztów*. Dla obu parametrów chodzi o wielkości zagrożenia i wysiłku materialnego państwa widziane oczami społeczeństwa. Wybór powyższej interpretacji zawiera założenie, że poczucie zagrożenia oraz poczucie kosztów są jedynymi istotnymi czynnikami wpływającymi na postać funkcji F , czyli na rozkład jej maksimów. Chociaż inne czynniki mogą mieć wpływ na wartości funkcji F to w tym sformułowaniu zakładamy, że ten wpływ jest słaby i nie zmienia obrazu tego rozkładu.

Załóżmy, że partia rządząca (PR) i agencja reklamowa (AR) mają identyczne relacje „sąsiedniości” w X oraz przyjmijmy, że dla pewnego $c \in C$ funkcja V_c ma postać pokazaną na rysunku 3a.



↑ Rys. 3. Rodzina funkcji poparcia na przestrzeni kontrolnej C



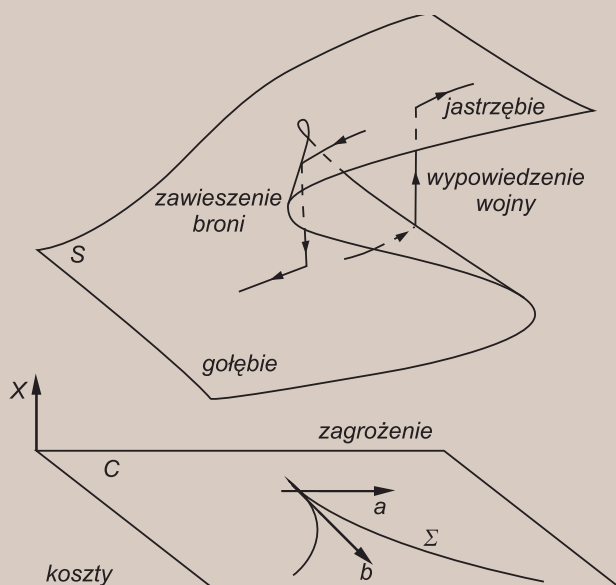
↑ Rys. 4. Wybrane obserwacje funkcji poparcia

Załóżmy także, że (PR) prowadzi umiarkowaną akcję militarną, zaś (AR) działa w stylu „militarystycznym”. Jeśli teraz nastąpi zmiana c na bliższe c' , co da nową funkcję poparcia $V_{c'}$ jak na rysunku 3b, to (AR) błyskawicznie zmieni styl na „pacyfistyczny”. Jednak (PR), chociaż zależy jej na popularności, nie zmieni drastycznie swojej polityki, ponieważ nie ma tak dużej swobody działania jak (AR). Nie zacznie ona propagować i prowadzić wycofania lecz stłumi nieco swoją „wojowniczość”. Możemy zauważyć, że istnieje wiele przyczyn tej bezwładności (PR), mianowicie brak pewności, że to nowe maximum w punkcie „ w ” jest rzeczywiście wyższe od lokalnego w punkcie „ s ”, konieczność zachowania „twarzy”, głęboka niechęć do reprezentantów nowego maximum w punkcie „ w ”, inklinacja do szukania coraz silniejszego poparcia ze strony bodaj malejącej grupy popleczników, przy jednoczesnym uznawaniu innych za ekstremistów, bezwładność aparatu, biurokracji etc. W efekcie (PR) trzymać się będzie lokalnego maximum aż do jego całkowitego zaniku. Wtedy dopiero gwałtownie „zmieni front” i zacznie uprawiać politykę „ w ” aby za wszelką cenę utrzymać władzę po następnych wyborach.

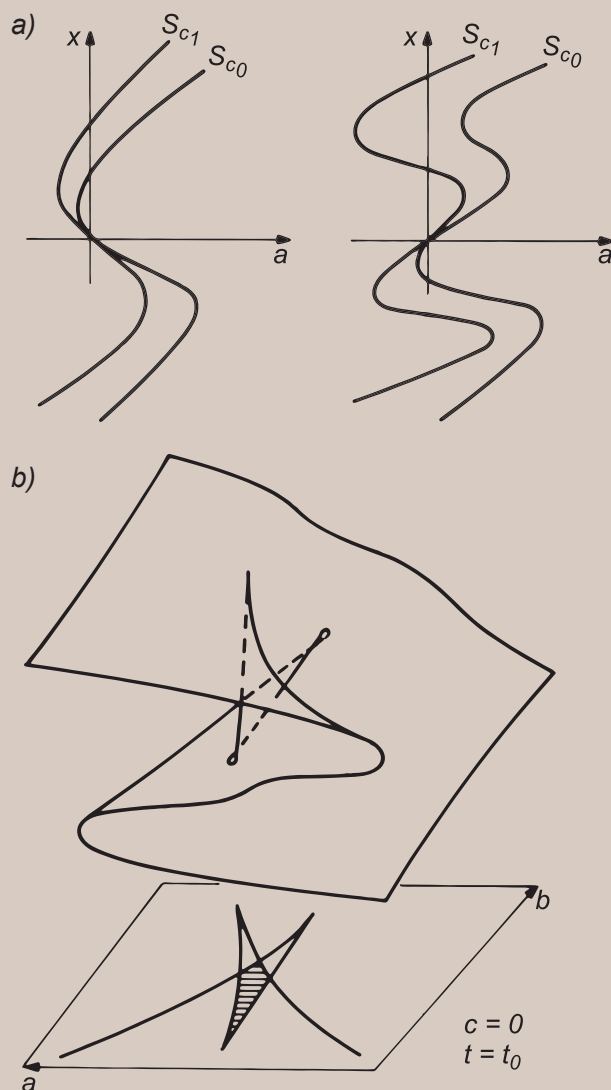
Widać, że (PR) zmienia swą politykę zgodnie z polem $grad_x V$. Punkty stacjonarne tego pola (minima i maxima V) tworzą zbiór

$$S = \{(x, c) \in X \times C : grad_x V(x, c) = 0\}$$

Opisana bezwładność (PR) nosi nazwę *Zasady opóźnienia* (Delay rule) w przeciwieństwie do *Konwencji równego poziomu* (Maxwell convention), do której stosowała się agencja reklamowa (AR). Konwencja ta polega na wybieraniu jako stanu stacjonarnego punktu w X , gdzie funkcja V_c przybiera *globalne* maximum (lub minimum). Widzimy, że reakcja pewnych obserwatorów (np. (PR)) na zmieniające



↑ Rys. 5. Globalny kształt powierzchni katastroficznej w uproszczonym modelu socjologicznym



↑ Rys. 6. a) Bliskie przekroje powierzchni katastroficznej typu motyl; b) trójwymiarowy przekrój zbioru katastrofy typu motyl

się parametry kontrolne jest zgodna z regułą opóźnienia i charakteryzuje ją zbiór stanów stacjonarnych S . Zbiór ten, w tej bardzo ogólnej sytuacji, dostarcza nam pewien rozkład osobliwości typu fałdy i ostrza, zadany we wcześniej sformułowanym twierdzeniu R. Thoma. Aby otrzymać wzajemne położenie tych osobliwości w danym modelu dokonuje się ograniczonej obserwacji funkcji poparcia przy kilku wartościach parametrów kontrolnych (a, b) . Przykładowy wynik został zilustrowany na rysunku 4. Traktujemy te dane jako rodzaj początkowego warunku dyskretnego dla określenia gładkiej powierzchni S . Z Twierdzenia R. Thoma dedukujemy globalny kształt powierzchni katastroficznej S tak jak została ona przedstawiona na rysunku 5.

Analiza procesów w przestrzeni kontrolnej, które poprzez powierzchnię katastroficzną mają swoje podniesienia do przestrzeni stanów X , pozwala lokalizować drastyczne przemiany w punktach zbioru katastrof Σ .

ROZSZERZONY MODEL DZIAŁANIA PARTII POLITYCZNEJ

Skonstruowany poprzednio model można bardziej urealnić uwzględniając więcej parametrów kontrolnych. Teraz przyjmujemy, że przestrzeń kontrolna C jest czterowymiarowa. W tej sytuacji analogiczny do powyższego twierdzenia, wniosek z Twierdzenia Thoma dostarcza nam wszystkich siedem możliwych osobliwości - elementarnych katastrof. Zwykle specyfika modelowanych zjawisk narzuca pewne ograniczenia, co powoduje zredukowanie dopuszczonych do modelowania katastrof. W przypadku zjawisk socjologicznych naturalne wydaje się założyć, że modelowany układ znajduje się daleko od granicy swojego istnienia. Sugeruje to, że nad pewnym otoczeniem wybranego punktu przestrzeni kontrolnej C , można wybrać odpowiadające punkty na powierzchni stanów stacjonarnych (powierzchni "powolnej"). Uściślenie tej własności można sformułować następująco:

Niech $S \subset X \times C$ będzie dowolnym zbiorem. Mówimy, że S jest zupełny w punkcie $(x, c) \in S$, jeśli istnieje otoczenie U , tego punktu w zbiorze S takie, że rzut $\pi(U)$ tego otoczenia na C jest otoczeniem w C punktu $c = \pi(x, c)$.

Do sprawdzenia zupełności mamy listę osobliwości - katastrof elementarnych. Spośród tych osobliwości zupełność

wyróżnia tylko „ostrze” i „motyla”. Dla pozostałych punktów osobliwych (x, c) , dowolnie blisko $c \in C$ istnieje $c' \in C$ takie, że $V_{c'} : X \rightarrow R$ nie ma w otoczeniu punktu żadnego ekstremum.

Z Twierdzenia Thoma wynika, że S jest gładką 4-wymiarową podrozmaitością w $X \times R^4$. Możemy sformułować niezbędny dla prezentowanego modelu rezultat. Niech $C = R^4$, oraz $V : X \times C \rightarrow R$, niech będzie strukturalnie stabilną funkcją gładką. Wtedy wyznaczony przez V zbiór ekstremów S jest gładką 4-wymiarową podrozmaitością oraz jedynymi punktami osobliwymi względem rzutu $\pi : S \rightarrow C$, w których S jest zupełna, są punkty typu „ostrze” i „motyl”.

Możemy również założyć, że punkty osobliwe organizują globalne własności powierzchni S . Powiemy także, że punkt (x_0, c_0) stanowi centrum zbioru $S \subset X \times C$, jeśli istnieje otwarte otoczenie U punktu c_0 w C oraz dyfeomorfizm $\phi : X \times C \rightarrow X \times U$, zachowujący włókna projekcji π , taki, że $\phi(S) = S \cap (X \times U)$. Oznacza to, że S „nie różni się niczym” od pewnego swojego kawałka nad zbiorem U .

Istnienie takiego centrum w S zapewnia zupełność w każdym punkcie tej powierzchni.

Widzimy więc, że jeśli $V : X \times C \rightarrow R$, jest polem funkcji poparcia oraz S jest powierzchnią ekstremów wyznaczoną przez V . Wówczas, jeśli S ma centrum w punkcie (x_0, c_0) . Wtedy S jest zupełna w każdym punkcie.

Fakt ten wykazuje się w następujący sposób: Z definicji centrum mamy $\phi(S) = S \cap (X \times U)$, ale $S \cap (X \times U)$ jest otoczeniem w S punktu $\phi(x, c)$. Ponadto ϕ wyznacza dyfeomorfizm $\psi : C \rightarrow U$, $\psi(c) = \pi \circ \phi(c, x)$ taki, że $\psi \circ \pi = \pi \circ \phi$ oraz $\psi(C) = U$, gdzie U jest otwartym otoczeniem punktu (x_0, c_0) . Niech U' będzie otoczeniem punktu c w U . Wtedy $\pi^{-1}(U')$ jest otoczeniem punktu $\phi(x, c)$ w S . Widzimy więc z tego, że otoczenie $\phi^{-1}(\pi^{-1}(U'))$ dowolnego punktu $(x, c) \in S$ ma własność zupełności.

Powyższe rozważania możemy podsumować w następujący sposób.

Niech $V : X \times R^4 \rightarrow R$, będzie gładkim, strukturalnie stabilnym polem funkcji poparcia. Niech powierzchnia S ma centrum oraz niech zbiór katastrof związanych z S będzie niepusty. Wtedy S jest wyznaczona globalnie jako powierzchnia typu „ostrze” (cusp) lub „motyl” (butterfly), czyli S różni się od powierzchni powolnej „ostrza” lub „motyla” w postaci normalnej o dyfeomorfizm: $X \times C \rightarrow X \times C$, zachowujący włókna.

Jak wiemy realna funkcja poparcia jest nieujemna, ograniczona i znika w $\pm\infty$. Model pola funkcji poparcia spełniający założenia powyższego twierdzenia można zapisać następująco:

$$V(x, a, b, c, t) = \exp(V^0(x, a, b, c, t) + q(x')),$$

gdzie

$$V^0 = -x_1^4 + ax_1 + bx_1^2$$

albo

$$V^0 = -x_1^6 + ax_1 + bx_1^2 + cx_1^3 + tx_1^4,$$

$$\text{oraz } x' = (x_2, \dots, x_{n-1}), q(x') = -x_2^2 - \dots - x_{n-1}^2$$

Zbiór ekstremów wyznaczony przez V jest identyczny ze zbiorem ekstremów wyznaczonych przez $V^0 + q$. Stosując kryteria teorii osobliwości łatwo pokazać, że V jest funkcją strukturalnie stabilną. Zbiory ekstremów są odpowiednio typu „ostrze” albo „motyl”.

W poprzednim modelu wykorzystywaliśmy katastrofę typu „ostrze”. W rozszerzonej przestrzeni kontrolnej jest jeszcze do wykorzystania katastrofa typu „motyl”.

Niech $C = R^4 \ni (a, b, c, t)$, gdzie „ a ” jest poczuciem zagrożenia, „ b ” jest poczuciem kosztów, „ c ” jest poczuciem odporności (na ciosy przeciwnika) oraz „ t ” jest czasem. Odporność jest zwykle większa przy słabym uprzemysłowieniu i urbanizacji oraz niezależności od dostaw podstawowych surowców. „ c ” mierzy wielkość tej odporności w odczuciu społeczeństwa i nie musi pokrywać się ze stanem faktycznym.

Można otrzymywać rozmaite konsekwencje socjologiczne katastrofy typu „motyl” w zależności od procesów metabolicznych zachodzących w przestrzeni kontrolnej. W tym szkicu ograniczymy się do takich dwóch elementarnych procesów.

1. Rozważmy przekroje $S(c_0), S(c_1)$ powierzchni S płaszczyznami $\{t = t_0, b = b_0, c = c_0\}$, oraz $\{t = t_0, b = b_0, c = c_1\}$. Łatwo sprawdzić, że jeśli $c_0 < c_1$, to dla reprezentatywnych wartości stałych t_0, b_0 , krzywe $S(c_0), S(c_1)$, są położone względem siebie tak jak to pokazano na rysunku 6a. Pierwszy wniosek socjologiczny można sformułować następująco: W ustalonej chwili czasu oraz przy ustalonym poczuciu kosztów determinacja społeczeństwa przy wprowadzaniu reform („wojowniczość”) (x) rośnie wraz ze wzrostem poczucia odporności na niepowodzenia – „ciosy” (c).
2. Można też badać ewolucję w czasie przekrojów S . Jeśli zerowe wartości

parametrów kontrolnych oznaczają umiarkowane wartości odpowiednich wielkości socjologicznych, to studiując przekroje powierzchni S (patrz Rys. 6b) możemy sformułować następujący wniosek:

Jeśli rządząca partia polityczna prowadzi umiarkowane reformy, co zapewnia jej poparcie „jastrzębiej” części społeczeństwa przy umiarkowanym poczuciu zagrożenia i poczuciu odporności ($a = 0, c = 0, b = 0$), to wówczas w drastycznie podzielonym społeczeństwie, z upływem czasu, obok „jastrzębi” i „gołębi”, zaczyna się pojawiać odłam społeczeństwa nastawiony kompromisowo – umiarkowanie.

Możliwości interpretacyjne powyższego modelu są bardzo bogate. Przez odpowiedni wybór układu współrzędnych, w $C \times X$, mając interpretację socjologiczną tych współrzędnych można używając naszego modelu opisać znacznie bardziej złożone i różnorodne procesy socjologiczne.

LITERATURA

[1] C.A. Isnard, E.C. Zeeman, Some models from catastrophe theory in the social sciences, w „Use of models in the Social Sciences” ed. L. Collins, London 1974.

[2] R. Thom, Structural Stability and Morphogenesis, An Outline of a General Theory of Models, Reading, Massachusetts, W.A. Benjamin inc. London, 1975

{ Stanisław Janeczko – profesor na Wydziale Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Dyrektor Centrum Studiów Zaawansowanych PW. Wcześniej dyrektor Instytutu Matematycznego PAN oraz Międzynarodowego Centrum Matematycznego imienia Stefana Banacha. Jego główne zainteresowania naukowe to geometria i topologia symplektyczna, metody matematyczne w naukach przyrodniczych i społecznych, teoria osobliwości. Wielokrotnie gościł jako profesor wizytujący w kluczowych ośrodkach naukowych na całym świecie. Był i pozostaje aktywnym członkiem licznych organizacji naukowych oraz redakcji. }

Geometria i topologia w badaniu dynamiki układów złożonych

Marek Kuś

Gdy mówimy o badaniu „układów złożonych” często mamy na myśli układy stosunkowo proste, lecz o skomplikowanej ewolucji czasowej, np. z uwagi na nieliniowe oddziaływania wewnątrz układu lub z otoczeniem. Zazwyczaj, oba te zjawiska, tzn. skomplikowane oddziaływania między podukładami (częściami układu) i jednocześnie oddziaływanie z otoczeniem mogą prowadzić do sytuacji, w których przewidywanie przyszłego zachowania się danego układu może być trudne, lub praktycznie nieskuteczne.

Powszechnie używanym w fizyce, a także coraz częściej w innych obszarach nauki, narzędziem badania ewolucji układu jest zapisanie jej w postaci układu równań różniczkowych [1]. W wypadkach „niepatologicznych” równania te spełniają założenia dotyczące istnienia i jednoznaczności rozwiązań, co oznacza, że przyszły stan badanego układu wyznaczony jest jednoznacznie przez jego stan obecny („warunki początkowe”). Jak już stwierdzono powyżej, taka teoretyczna, kompletna przewidywalność może być praktycznie nieosiągalna. Najbardziej spektakularna jest sytuacja, gdy zależność od warunków początkowych jest bardzo czuła - mała ich zmiana powoduje duże konsekwencje. Ponieważ w wypadku układów fizycznych, a tym bardziej w innych obszarach nauki, warunki początkowe, czyli aktualny stan układu,

możemy znać tylko w przybliżeniu, nie jesteśmy bowiem w stanie dokonywać pomiarów z dowolną dokładnością - ograniczenia spowodowane są przede wszystkim niedoskonałością urządzeń i metod pomiarowych, nie jesteśmy w stanie przewidzieć, co stanie się w przyszłości, nawet przy wykorzystaniu najlepszych dostępnych urządzeń obliczeniowych i metod numerycznych. O trajektoriach takiego układu mówimy, że są *chaotyczne*, a sam układ określamy jako *deterministyczny* i *chaotyczny* razem.

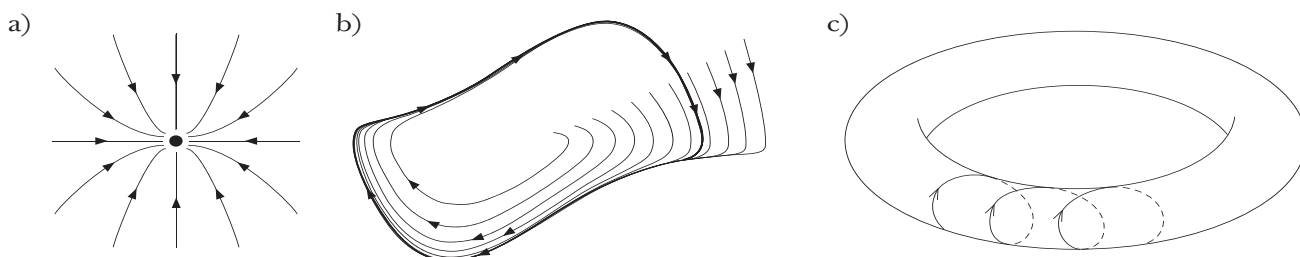
Oczywiście opisana powyżej sytuacja nie jest regułą. Wiele zjawisk daje się skutecznie badać poprzez rozwiązywanie, zazwyczaj numeryczne, równań różniczkowych. Co więcej, często nie interesuje nas dokładny przebieg ewolucji czasowej układu, ale raczej jej cechy bardziej jakościowe, czy też skutki po upływie długiego (asymptotycznie nieskończonego) czasu. W tym ostatnim wypadku możemy np. pytać, czy układ osiąga stan równowagi lub przejawia stosunkowo proste zachowanie. Trzy przykłady takich zachowań przedstawione są na Rysunku 1. Rysunek 1a) odpowiada sytuacji, w której trajektorie startujące z różnych punktów zbiegają asymptotycznie do punktu równowagi. Na Rysunku 1b) trajektorie zbiegają do tzw. cyklu granicznego - asymptotycznej trajektorii, po której układ porusza się periodycznie.

W wypadku 1c) mamy do czynienia z ruchem quasi-periodycznym z dwoma częstościami - jeśli są one niewspółmierne trajektorie pokrywa gęsto dwuwymiarowy torus.

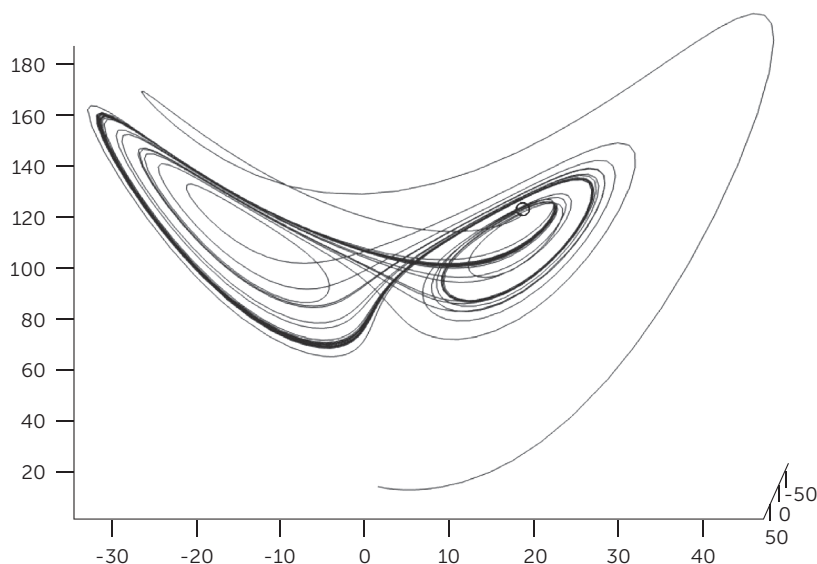
Identyfikacja układów oddziałujących poprzez wymiary atraktorów

Typowym przykładem deterministycznego układu chaotycznego jest tzw. układ Lorenza. Są to trzy nieliniowe sprzężone równania różniczkowe opisujące w sposób przybliżony dynamikę pewnego układu hydrodynamicznego - gazu w naczyniu o ściankach utrzymywanych w różnych temperaturach*. Przykładową trajektorię przedstawia Rysunek 2. Po długim okresie ewolucji „przeskakuje” ona z jednego, widocznego rysunku „płatka” na drugi, po czym po pewnym czasie przeskakuje w okolice pierwszego, itd., przy czym czasy pozostawania w pobliżu każdego z płatków (z których każdy, w rzeczywistości składa się z niekończącej liczby podobnych, bardzo bliskich sobie „płatków”), nie układają się w żadną prostą sekwencję. Punkty wszystkich tych płatków to zbiór grający rolę podobną do punktu stacjonarnego, zamkniętej krzywej czy

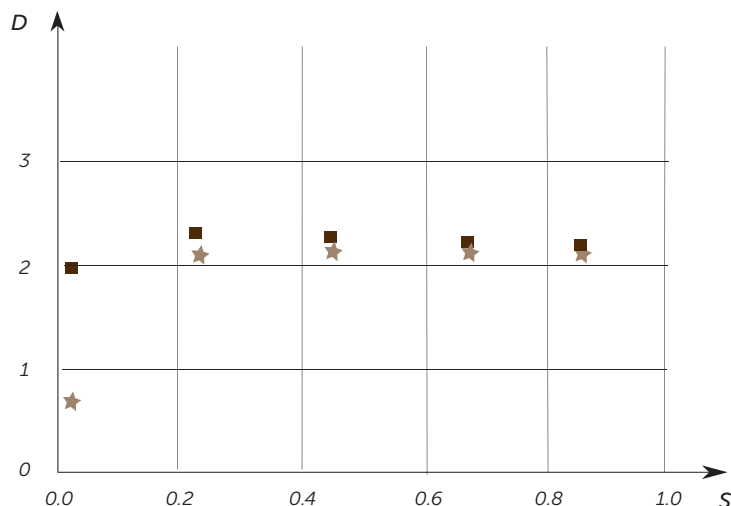
* Układ ten może służyć do opisu przepływu ciepła w atmosferze i stąd pochodzą jego oryginalne zastosowania meteorologiczne



↑ Rys. 1. Asymptotyczne zachowanie trajektorii



↑ Rys. 2. Przykładowa trajektoria układu Lorenza



↑ Rys. 3. S - siła sprzężenia między układami, D - wymiar

dwuwymiarowego torusa przedstawionych na Rysunku 1, tzn. punktów, do których „przyciągane” są trajektorie w miarę upływu czasu (*atraktorem*). W wypadku układu Lorenza, w odróżnieniu od sytuacji z Rys. 1, atraktor nie jest jednak rozmaitością różniczkowalną (np. punktem, krzywą, czy powierzchnią dwuwymiarową). Taki atraktor nazywany jest *atraktorem dziwnym*. Mimo że dziwne atraktory nie są rozmaitościami różniczkowalnymi, można im przypisać wymiar. Zarówno dla rozmaitości takich jak punkt, krzywa, czy powierzchnia jak i dla dziwnych atraktorów, wymiar można zdefiniować poprzez zachowanie się liczby zbiorów o średnicy δ pokrywających dany zbiór, gdy δ staje się coraz mniejsze (dąży do zera). W wypadku dziwnego atraktora nie jest on liczbą

całkowitą, jak to ma miejsce dla punktu (wymiar 0), krzywej (wymiar 1), czy powierzchni (wymiar 2). Nie ma to jednak istotnego znaczenia dla przedstawionych dalej rozważań. Co więcej, wymiar atraktora można znaleźć/dowolnie dokładnie oszacować „eksperymentalnie” przez pomiar współrzędnych układu w wielu momentach czasu i, w dodatku, wystarczy zmierzyć tylko jedną współrzędną (byle odpowiednio długo). Mówi o tym twierdzenie Takensa. Tak więc ten sam wynik dotyczący wymiaru atraktora układu Lorenza otrzymamy mierząc dowolną z trzech jego zmiennych (a także dowolną funkcję tych zmiennych).

Pozwala to na następujące ciekawe zastosowanie w obszarze jakościowego badania układów złożonych [2].

Przypuśćmy, że mamy dwa układy takie, że w każdym z nich ewolucja zbiega do pewnego atraktora. Układy te mogą ze sobą oddziaływać; są wówczas jednym układem lub pozostawać w izolacji od siebie. Chcielibyśmy stwierdzić, która z tych sytuacji zachodzi. W tym celu, korzystając z twierdzenia Takensa wyznaczamy wymiar atraktora, do którego dąży każdy z układów poprzez pomiary jakiejś zmiennej każdego z nich. Jeśli otrzymane wyniki są różne w każdym z układów, oznacza to, że nie oddziałują one ze sobą, gdyż w przeciwnym wypadku, dowolna zmienna opisująca jeden z podukładów byłaby też zmienną istotną dla drugiego podukładu, oba bowiem, poprzez oddziaływanie tworzą jeden układ, a wymiar atraktora obliczony może być przy użyciu dowolnej współrzędnej. W praktyce, z uwagi na szereg ograniczeń natury numerycznej i pomiarowej, skuteczność metody zależna jest, m.in., od odpowiednio zdefiniowanej siły oddziaływania między podukładami, jednak co do zasady metoda daje oczekiwane wyniki w układach modelowych. [2]

Topologiczna charakterystyka zmian ewolucyjnych

W poprzednim przykładzie wykorzystaliśmy asymptotyczne własności trajektorii do jakościowej charakterystyki, a w zasadzie identyfikacji, układów oddziałujących. Poniżej przedstawię przykład zastosowania pewnych konstrukcji matematycznych do jakościowego opisu samej ewolucji układu złożonego.

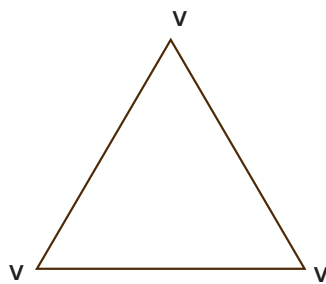
Dane eksperymentalne są zwykle podawane w postaci wielowymiarowych wektorów liczb. Klasycznym przykładem używanym w tym kontekście jest reprezentacja obrazu z aparatu cyfrowego w postaci wektora w rzeczywistej przestrzeni wektorowej \mathbb{R}^{MK} gdzie M jest liczbą pikseli, a K - liczbą odcieni szarości, jakie może przyjąć każdy piksel (mówimy tu o zdjęciach czarno-białych, ale rozszerzenie na kolorowe jest proste) [3]. Możemy również pomyśleć o wynikach sondażu socjologicznego z wieloma polami wynikowymi, wynikach testu psychologicznego z wieloma odpowiedziami, danych ekonomicznych obejmujących wiele wskaźników ekonomicznych itd. W ten sposób każdy punkt eksperymentalny może być traktowany jako punkt w N -wymiarowej przestrzeni rzeczywistej.

Powinno być oczywiste, że zazwyczaj nie wszystkie punkty (lub zbiory punktów) w takiej wielowymiarowej

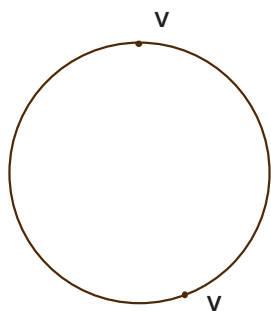
przestrzeni X reprezentują wyniki rzeczywistych eksperymentów. W przywołanym powyżej przykładzie obrazów czarno-białych, większość punktów X reprezentuje bezsensowne, rozmyte i zupełnie przypadkowe obrazy, na których nie widać żadnych konkretnych fotografowanych obiektów. Pojawia się więc naturalne pytanie: czy punkty reprezentujące „prawdziwe” zdjęcia tworzą w X jakiś dobrze opisywalny podzbiór Y ? Jeżeli wymiarowość X jest duża, to możemy oczekiwać, że tak samo jest dla Y , niemniej jednak obiekt Y może mieć pewne specyficzne własności geometryczne lub topologiczne, które następnie mogą być utożsamiane z pewnymi charakterystycznymi sytuacjami w „świecie rzeczywistym”, do których pretenduje wybrana reprezentacja (np. fotografia). Zmiana własności geometrycznych/topologicznych Y może oznaczać zmianę/ewolucję reprezentowanej rzeczywistości fizycznej/społecznej/ekonomicznej. Wiąże się to z faktem, że dane eksperymentalne są zazwyczaj zaszumione i „chmura” punktów danych w X kryje w sobie „prawdziwy” kształt, który chcielibyśmy odzyskać.

Tak długo, jak N jest relatywnie małe, tj. $N \leq 3$ oznacza to w praktyce, że wizualizacja i dalsza analiza obiektów w X jest relatywnie prosta, po prostu dlatego, że żyjemy w trójwymiarowym świecie i jesteśmy dobrze przyzwyczajeni do trójwymiarowych obiektów. Jednak nawet w tym wypadku, jeśli ograniczymy się do przedstawienia trójwymiarowego obiektu na dwuwymiarowej powierzchni (np. stronie w czasopiśmie), możemy napotkać pewne kłopoty – części reprezentowanego obiektu są ukryte, podczas projekcji i musimy uciekać się do różnych sztuczek – stosować różne projekcje, półprzezroczyste rysunki itp.

Sytuacja komplikuje się w wypadkach wielowymiarowych (dla dużych N). Tu, jakakolwiek wizualizacja nie ma sensu, możemy natomiast spróbować scharakteryzować poszukiwany obiekt za pomocą jego niezmienników topologicznych, grup homotopii i grup homologii. (Te cechy również mieliśmy na myśli pisząc, że zmieniają się one wraz ze zmianą sytuacji eksperymentalnej). Grupy homotopii dają zwykle bardziej subtelną klasyfikację obiektów, ale są trudniejsze do obliczenia w praktycznych zastosowaniach. Stąd bardziej dostępne są charakterystyki oparte na grupach homologii. W rzeczywistości korzystniej jest posługiwać się nie samymi grupami homologii,



↑ Rys. 4. Trójkąt „z dziurą” i „bez dziury”



↑ Rys. 5. Okrąg („dziura”) i koło (bez „dziury”)

ale ich wymiarami zwanymi liczbami Bettiego.

Aby zrozumieć na czym polega „algebraizacja” geometrii układu punktów (w naszym wypadku będą to wyniki pomiarów), zacznijmy od kilku, szkicowo przedstawionych, pojęć matematycznych z obszaru topologii algebraicznej i motywów ich wprowadzenia [4]. Nieco dokładniejsze przedstawienie tych zagadnień zawiera *Dodatek* (s. 26).

Rozpatrzmy trzy niewspółliniowe punkty v_1, v_2, v_3 w przestrzeni (w tym wypadku, dla uproszczenia i łatwiejszej wizualizacji, na dwuwymiarowej płaszczyźnie). W ogólności zbiór $n+1$ punktów w przestrzeni nazywać będziemy sympleksem. W naszym wypadku jest to 2-sympleks, gdyż składa się z trzech ($n+1=3$) punktów. Wyznaczają one trójkąt, który możemy sobie wyobrazić jako składający się z trzech krawędzi i trzech wierzchołków („trójkąt pusty” czyli lub „trójkąt z dziurą”, który oznaczymy dla skrótów przez K), albo trójkąt wypełniony („bez dziury”, oznaczony jako K'), do którego należy też dodatkowo „ściana” jego wnętrza (zob. Rys. 4).

Okazuje się, że różnicę między trójkątem „z dziurą” i „bez dziury” można charakteryzować przez porównanie dwóch trójek liczb zwanych liczbami Bettiego, $(\beta_0, \beta_1, \beta_2)$ i $(\beta'_0, \beta'_1, \beta'_2)$, obliczonych, odpowiednio, dla trójkąta

z dziurą i trójkąta pełnego. (W tym wypadku trójki tych liczb różnią się na jednej pozycji).

W tym prostym wypadku cała procedura wydaje się strzelaniem z armaty do muchy, ale sytuacja staje się bardziej skomplikowana w wypadku dużego wymiaru, gdzie, po pierwsze wizualizacja nie jest możliwa, po drugie zaś, mogą wtedy występować „dziury” różnych wymiarów. Liczby Bettiego (ich liczba rośnie z wymiarem badanego obiektu) można, natomiast, obliczać za pomocą metod i algorytmów algebry liniowej. Ponadto, nie jesteśmy wcale ograniczeni do sytuacji, w której rozważamy wyłącznie punkty, odcinki prostych i płaskie ściany, jak to miało miejsce w powyższym przykładzie z trójkątami. Np. możemy potraktować okrąg jako składający się z dwóch krawędzi o wierzchołkach v_1, v_2 , a odpowiednio koło jako wypełniony okrąg (Rys 5).

Zamiast pojedynczego trójkąta możemy rozpatrzeć ich zbiór, taki, że każde dwa z nich albo są rozłączne, albo mają wspólną krawędź. Takie trójkąty, wraz ze swoimi krawędziami, wierzchołkami i ścianami twarzą wówczas obiekt nazywany kompleksem symplijalnym. Dla takiego obiektu możemy również znaleźć liczby Bettiego. Podobnie jak dla pojedynczego trójkąta możemy uwolnić się od prostoliniowych krawędzi, co pozwala na

„triangulację” dowolnej powierzchni za pomocą trójkątów krzywoliniowych, tak jak to od dawna robimy w geodezji. Nietrudne jest też przeniesienie definicji na większe wymiary poprzez zastąpienie trójkątów odpowiednimi wielościanami. Możemy więc w ten sposób zdefiniować i obliczyć liczby Bettięgo dla obiektów wielowymiarowych. Liczby te stanowią pewną charakterystykę takiego obiektu i informują o liczbie i wymiarach „dziur”.

Takie metody topologiczne możemy teraz zastosować w analizie i jakościowej charakterystyce zbioru wyników [5], ale też, co wydaje się ciekawsze, zmian zachodzących w trakcie ewolucji układu złożonego. Rozważmy wysokowymiarowy system dynamiczny modelujący zmiany ewolucyjne w świecie rzeczywistym. Wizualizacja wynikowego przepływu w przestrzeni fazowej zwykle nie jest prosta i rzadko daje przejrzysty obraz tego, co naprawdę się dzieje i co jest istotne. Możemy skupić się na tym, jak zmienia się zbiór punktów ewoluujących z zadanego zbioru punktów startowych. Zauważmy przy tym, że „dziury” w takim zbiorze charakteryzują zbiory punktów nieosiągalnych na tym etapie ewolucji, a ewentualne zmiany liczb Bettięgo odpowiadają pojawianiu się lub znikaniu „dziur”, tzn. obszarów nieosiągalnych.

Nadal jednak znajdujemy się w nie- zbyt komfortowej sytuacji. Nie znamy dokładnego kształtu poszukiwanego obiektu, mając jedynie dostęp do dyskretnego zbioru (zwykle zaszumionego) danych aproksymujących go. Głównym zadaniem jest zrekonstruowanie z nich obiektu. Proponowane metody rekonstrukcji zaczerpnięte są z topologii algebraicznej i geometrii. Pierwszym krokiem jest wykorzystanie podanych punktów danych do skonstruowania hierarchii sympleksów, tzn. odpowiednich wielościanów o wierzchołkach w punktach danych z pomiarów (istnieje na to kilka nierównoważnych metod, np., poprzez tzw. kompleksy Čecha czy kompleksy Ripsa), które w pewnym sensie przybliżają poszukiwany obiekt – np. zbiór „prawdziwych” obrazów), który, z kolei, może być analizowany za pomocą wyżej przedstawionych metod topologicznych.

W większości opisanych przypadków musimy zdecydować, jak skonstruować hierarchię sympleksów z dostępnych wierzchołków (wyników pomiarów). Robimy to deklarując, że wierzchołki, które są „wystarczająco blisko” tworzą sympleks. Co to znaczy, że odległości między wierzchołkami są małe,

zależy od szczegółów konstrukcji (np. kompleksy Čecha lub Ripsa) i jest kontrolowane przez pewien „parametr odległości”. Zmiana wartości „parametru odległości” (co jest równoznaczne z określeniem, które z sąsiednich wierzchołków należą do sympleksu) powoduje zmianę ogólnej liczby sympleksów. Analizując dane chcemy być pewni, że nasz wybór parametrów jest właściwy i poprawnie aproksymujemy zbiór, który chcemy opisać. W ogólności, ze względu na eksperymentalny szum i fluktuacje, punkty z chmury danych nie pokrywają odpowiednio zbioru, który chcemy opisać za pomocą niezmienników topologicznych. Jesteśmy narażeni na dwa rodzaje błędów. Jeśli wybierzemy zbyt mały parametr odległości, to możemy uzyskać regiony nie pokryte żadnymi sympleksami, tworząc sztuczną dziurę, podczas gdy w rzeczywistości region ten nie zawiera żadnej rzeczywistej dziury, lecz po prostu nie był próbkowany. Z drugiej strony, jeśli wybierzemy zbyt duży parametr, możemy ukryć prawdziwą dziurę. Sugeruje to, że zamiast wybierać arbitralnie, powinniśmy obliczyć grupy homologii lub liczby Bettięgo dla różnych wartości parametru odległości i wówczas będziemy obserwowali zmiany liczb Bettięgo spowodowane pojawianiem się lub znikaniem pewnych kompleksów symplcjialnych. Możemy jednak zidentyfikować cechy, które utrzymują się przy zmianie parametru odległości silniej niż inne, wierząc, że są one najważniejsze. Istotne zmiany niezmienników topologicznych powinny pojawić się dopiero wtedy, gdy zmieniają się jakieś parametry „świata rzeczywistego”, a nie te, które są używane w naszej konstrukcji topologicznej. Obliczone charakterystyki (np. liczby Bettięgo) nie powinny zbyt- nio zależeć od zmiany (przypomnijmy, arbitralnie wybranego) parametru odległości. Istnieją rozbudowane metody numeryczne pozwalające na wyróżnienie tych cech topologicznych, które są niezależne od parametru odległości (przynajmniej w pewnym, sensownym jego zakresie) [6].

Jak wspomniano powyżej, opisane metody można stosować do analizy zmian jakościowych np. w systemach społecznych i badać, jak takie zmiany odzwierciedlają się w geometrycznych i topologicznych własnościach przestrzeni stanów, takich jak wymiarowość przestrzeni, czy liczba dziur w przestrzeni, tj. regionów nieosiągalnych w toku ewolucji. Z tej perspektywy istotne jest to, że zmiany jakościowe zmieniają zbiór tego, co jest możliwe

i co jest niemożliwe w systemie. Zmiany w wymiarowości zbioru stanów możliwych (które wykrywamy przez badanie topologii tego zbioru, np. opisanymi powyżej metodami) odpowiadać mogą pojawieniu się/wygaśnięciu zmiennych rządzących jego dynamiką. Na przykład, gdy ludzie zaczęli być skłonni płacić więcej za znak „*fair trade*” i bojkotować firmy wykorzystujące pracę dzieci, w obszarze decyzji konsumenckich pojawił się nowy wymiar, obok ceny i jakości - etyka. Zastosowanie metod analizy danych opartych na własnościach geometrycznych i topologicznych umożliwia odkrycie jakościowych zmian w strukturze danych nawet wtedy, gdy nie jesteśmy w stanie określić równań rządzących dynamiką systemu. Bardzo duże zbiory danych („big data”), takich jak wzorce komunikacyjne milionów osób czy ich aktywność zakupowa w Internecie mogą być obiektem tego typu badań [7]. O ile tradycyjne metody analizy danych stosowane rutynowo w naukach społecznych nie zostały zaprojektowane do obsługi takich zbiorów danych, o tyle metody oparte na analizie topologicznej są do tego lepiej przystosowane.

25

LITERATURA

- [1] J. Guckenheimer, P. Holmes, *Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields*, Springer, 2013.
- [2] D. Wójcik, A. Nowak, M. Kuś, Dimension of interaction dynamics, *Physical Review E*, 63:036221, 2001.
- [3] A.B. Lee, K.S. Pedersen, D. Mumford, The nonlinear statistics of high-contrast patches in natural images, *International Journal of Computer Vision*, 54(1-3):83-103, 2003.
- [4] A. Hatcher, *Algebraic topology*, Cambridge University Press, 2002.
- [5] G. Carlsson, Topology and data, *Bulletin of the American Mathematical Society*, 46:255-308, 2009.
- [6] H. Edelsbrunner, J. Harer, Persistent homology—a survey, *Contemporary Mathematics*, 453:257-282, 2008.

Dodatek

Liczby Bettiego

Niech V będzie zbiorem punktów. Zbiór $k + 1$ różnych punktów, $\{v_0, v_1, \dots, v_k\}$, z których każdy należy do V , nazywamy k -sympleksem, a punkty v_j jego wierzchołkami. Ścianą takiego sympleksu nazywamy każdy $k - 1$ -sympleks $\{v_0, \dots, v_{j-1}, v_{j+1}, \dots, v_k\}$ tzn. każdy sympleks, w którym brakuje jednego z punktów sympleksu wyjściowego. Kompleksem symplecjonalnym nazywać będziemy zbiór sympleksów, taki, że wraz z każdym sympleksem należącym do tego kompleksu, należą również wszystkie ściany tego sympleksu. Ponadto, dla dowolnych dwóch sympleksów należących do kompleksu ich przecięcie jest zbiorem pustym lub wspólną ścianą obu.

Każdemu sympleksowi możemy nadać orientację (taki zorientowany sympleks będziemy oznaczali $[v_0, \dots, v_k]$) poprzez uporządkowanie jego wierzchołków w dowolny sposób i przypisanie temu porządkowi wartości ± 1 . Orientacji $[v_{i_0}, \dots, v_{i_k}]$ przypiszemy wartość ± 1 w zależności od tego, czy i_0, \dots, i_k jest parzystą, czy nieparzystą permutacją $1, \dots, k$.

Niech K będzie kompleksem symplecjonalnym. Możemy użyć wszystkich jego k -sympleksów jako bazy abstrakcyjnej przestrzeni liniowej $C_k(K)$. Jej punkty będą formalnymi sumami $\sum_j n_j \sigma_j$, gdzie n_j są (w naszym wypadku) liczbami naturalnymi a σ_j k -sympleksami w K . Elementy $C_k(K)$ nazywać będziemy k -łańcuchami. Skonstruowaną abstrakcyjną przestrzeń można traktować również jako grupę, w której operacją grupową jest dodawanie wektorów (Jest to źródło używania terminologii grupowej w dalszej przedstawionych konstrukcjach).

Na $C_k(K)$ definiujemy *operator brzegu* $C(K)$ w $C_{k-1}(K)$. Dla k -sympleksu $\sigma = [v_0, v_1, \dots, v_k]$ jest on zdefiniowany jako

$$\partial\sigma = \sum_j (-1)^j [v_0, v_1, \dots, v_{j-1}, v_{j+1}, \dots, v_k], \quad (1)$$

a następnie rozszerzony na całą przestrzeń $C(K)$ przez liniowość, tzn., $\partial(n_1\sigma_1 + n_2\sigma_2) = n_1\partial\sigma_1 + n_2\partial\sigma_2$.

Rozważmy teraz dwa podzbiory $C_k(K)$. Pierwszy składa się ze wszystkich łańcuchów, których brzeg znikną

$$Z_k(K) = \{c \in C_k(K) \mid \partial c = 0\}, \quad (2)$$

natomiast drugi, z tych k -łańcuchów, które są brzegami jakichś $(k + 1)$ -łańcuchów,

$$B_k(K) = \{c \in C_k(K) \mid c = \partial c'\}. \quad (3)$$

Zarówno $Z_k(K)$ jak $B_k(K)$ są podgrupami $C_k(K)$. Co więcej, jak łatwo sprawdzić, $\partial^2 = \partial \circ \partial = 0$, dwukrotne działanie operatora ∂ na dowolnym łańcuchu daje zero lub, innymi słowy, brzeg brzegu zawsze znikną. W rezultacie $B_k(K) \subseteq Z_k(K) \subseteq C_k(K)$ i możemy zdefiniować k -tą grupę homologii jako zbiór klas równoważności łańcuchów (grupę ilorazową)

$$H_k(K) = Z_k(K)/B_k(K) \quad (4)$$

Oznacza to, że dwa łańcuchy c_1 i c_2 uważamy za równoważne (tzn. traktujemy jako ten sam element $H_k(K)$) jeśli różnią się o łańcuch będący brzegiem: $c_1 = c_2 + b$, gdzie $b \in B_k(K)$.

Wymiar $H_k(K)$ jako przestrzeni liniowej, który oznaczamy jako $\beta_k(K)$, nazywany jest k -tą liczbą Bettiego.

W omawianych powyżej przykładach trójkąta z dziurą K i trójkąta pełnego K' nietrudno obliczyć, wykorzystując bezpośrednio powyżej podane definicje, że $\beta_0(K) = 1$, $\beta_1(K) = 1$, $\beta_2(K) = 0$ oraz $\beta_0(K') = 1$, $\beta_1(K') = 0$. Istotnie:

kompleks K składa się z trzech 0-sympleksów (wierzchołków) i trzech 1-sympleksów (krawędzi $[v_0, v_1]$, $[v_1, v_2]$, $[v_2, v_0]$). Ponieważ nie ma tu żadnego 2-sympleksu, mamy $C_2(K) = Z_2(K) = H_2(K) = 0$ i, w konsekwencji $\beta_2(K) = 0$. Dalej: $C_1(K) = 0$ i z braku 2-sympleksów wynika, że $B_1(K) = 0$ (ponieważ nie ma 2-sympleksów w ogóle, więc nie ma też takich, których brzegami byłyby 1-łańcuchy). Tak więc $H_1(K) = Z_1(K)$. Pozostaje więc znalezienie $Z_1(K)$ tzn. przestrzeni tych 1-łańcuchów, których brzegi znikają. Łatwo spostrzec, że są one postaci $n([v_0, v_1] + [v_1, v_2] + [v_2, v_0])$, a więc $Z_1(K)$ jest jednowymiarowa. Stąd $\beta_1(K) = 1$ jako wymiar $H_1(K) = Z_1(K)$. Ponieważ brzegi wierzchołków (z definicji) znikają, więc $Z_0(K) = C_0(K)$ i wymiar ich wynosi 3. Krótkie obliczenie prowadzi do wniosku, że $B_0(K)$ składa się z łańcuchów postaci $m_0[v_0] + m_1[v_1] + m_2[v_2]$ z warunkiem $m_0 + m_1 + m_2 = 0$, a więc jest dwuwymiarowa. W konsekwencji $\beta_0(K)$, która jest różnicą wymiarów przestrzeni $Z_0(K)$ i $B_0(K)$ ma wartość 1. Obliczenie liczb Bettiego dla trójkąta pełnego K' przebiega podobnie. Musimy tylko uwzględnić, że w skład kompleksu K' wchodzi dodatkowo 2-sympleks $[v_0, v_1, v_2]$ (ściana).

Profesor Marek Kuś – profesor nauk fizycznych. Jego główne zainteresowania naukowe to fizyka chaosu i zjawisk nieliniowych, teoria procesów stochastycznych, metody geometryczne w fizyce, informatyka kwantowa, chaos kwantowy, podstawy mechaniki kwantowej, filozoficzne problemy nauk ścisłych. Pracownik i były dyrektor Centrum Fizyki Teoretycznej Polskiej Akademii Nauk. Od 2016 roku pracuje również w Międzynarodowym Centrum Ontologii Formalnej, Wydział Administracji i Nauk Społecznych na Politechnice Warszawskiej a od 2017 roku jest jego dyrektorem. Wcześniej zatrudniony na Uniwersytecie Warszawskim oraz Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego. Gościł jako profesor wizytujący m.in. w University of Arkansas (USA), Universität Essen, (dawna RFN), University of Maryland, College Park (USA), University of New Mexico (USA), Ecole Normale Supérieure (Francja), Université Pierre et Marie Curie (Francja). Autor ponad 100 artykułów naukowych, jego prace były cytowane ponad 5,5 tysiąca razy. Wielokrotnie był kierownikiem projektów naukowych i uczestniczył w dużych programach międzynarodowych zarówno jako wykonawca, jak i członek komitetu zarządzającego. Był i jest członkiem licznych organizacji i gremiów naukowych.

POSZUKIWANIE SENSU ŻYCIA

Jaki jest sens życia? To pytanie ludzkość zadaje sobie od tysiącleci. Myślę, że można nawet przyjąć hipotezę, że sam fakt zadawania tego pytania czyni z nas – istoty żyjące – ludźmi. Zastanawiamy się nad celem naszego istnienia. Czasem nawet to zastanawianie się nad istnieniem przyćmiewa samo istnienie. Wielu filozofów zadało sobie trud próby odpowiedzenia na to krótkie, ale niezwykle skomplikowane zagadnienie. Zauważyłam, że istnieje pewien paradoks dotyczący zadawania sobie tego pytania – najczęściej ludzie rozmyślają nad sensem życia, wtedy, gdy odczuwają pewnego rodzaju egzystencjonalne cierpienie oraz brak satysfakcji z życia. W momencie, kiedy jesteśmy szczęśliwi, pytanie o cel i sens przestaje mieć znaczenie. Już buddyści dostrzegli silny związek pomiędzy wyzwoleniem się od cierpienia a odnalezieniem sensu życia. Z ich punktu widzenia, pytanie o sens istnienia sprowadza się przede wszystkim do pytania o przyczynę cierpienia oraz drogę do wyzwolenia od cierpienia. W filozofii buddyjskiej pojawił się nawet termin nirwana oznaczający wygaśnięcie cierpienia i doznanie trwałego, pełnego szczęścia. Niewielu osobom, nawet tym praktykującym, udało się osiągnąć stan nirwany. Wielu jednak podjęło próbę opowiedzenia o swoim doświadczeniu i praktyce. Jedną z osób, która wg mnie stanowi wspaniałe źródło inspiracji zarówno poprzez swoje czyny jak i słowa jest DALAJLAMA. W poniższym eseju chciałabym opowiedzieć o tym, co wg mnie stanowi istotę życia, nawiązując częściowo do teorii głoszonych przez Dalajlamę.

O tym, czy życie ma sens nie decyduje to, co jest dookoła nas, tylko to, w co wierzymy. Dokładniej mówiąc, zależy to od tego, co się czuje w stosunku do samego siebie, co się myśli o sobie samym oraz to, jak się postrzega otaczającą rzeczywistość, która sama w sobie nie ma nadanej wartości – nie jest dobra lub zła. To my nadajemy rzeczywistości znaczenie i wartość. Nasze myśli są naszym największym sprzymierzeńcem, ale jednocześnie największym wrogiem. Możemy w jednej i tej samej sytuacji być w totalnej euforii albo w totalnej rozpacz. To nie sytuacja ma znaczenie, tylko to, jak ją postrzegamy, jak ją odbieramy i co o niej myślimy. Możemy być zniewoleni jakąś sytuacją,

ale to nie dlatego, że to ona nas zniewala, a my sami postrzegamy się jako niewolników danej sytuacji. Stawiamy sobie sami przeszkody. Nie są to fizyczne przeszkody. Kreujemy je w naszych umysłach.

Życie nie daje nam gwarancji, że się coś zdarzy, że się uda coś osiągnąć. Nie mamy nad tym kontroli, a mimo to robimy pewne rzeczy mając głębokie przekonanie o sensowności tych czynności. Idziemy wieczorem spać wierząc, że nastanie kolejny dzień. Wybieramy się w jakąś podróż, wierząc, że zdobędziemy nowe doświadczenie i poznamy nowe ciekawe miejsca. Chodzimy do pracy, wierząc, że za odłożone pieniądze będziemy mogli spełnić swoje marzenie. Większość z tych czynności robimy, ponieważ głęboko wierzymy, że przyniosą nam szczęście. Pokładamy w nie wiare, często kierując się intuicją i nadzieją. I tu chciałabym przywołać jedną z zasad Dalajlamy: "Weź pod uwagę, że wielka miłość i wielkie osiągnięcia niosą ze sobą wielkie ryzyko".

Wszystko, co wspaniałe w życiu, wiąże się z ryzykiem. Kiedy kocham, mogę zostać zraniona. Gdy wyruszam w podróż, mogę zagubić się na szlaku. Czegokolwiek pragnę, cokolwiek chcę osiągnąć, wiąże się z wysiłkiem i pokonywaniem przeciwności losu. To, co ma wielką wartość, zdobyć można tylko za odpowiednio wysoką cenę. Tak naprawdę każda życiowa decyzja wiąże się z niebezpieczeństwem poniesienia porażki. Jest tak w każdej dziedzinie. Czy to znaczy, że nie warto podejmować ryzyka? Uważam, że wręcz przeciwnie. Lepiej narazić się na cierpienie, niż zamknąć w czterech ścianach wewnętrznego świata, odgradzając się tym samym od wszelkich możliwości. Człowiek pojawia się na świecie i nie wie co się dalej wydarzy. Nie ma na życie gotowego przepisu. Nie wiemy o nim zupełnie nic. Możemy jedynie przypuszczać, jak będzie wyglądać poprzez obserwację i analizę doświadczeń osób, które towarzyszą nam na życiowej drodze. Jednak prawda jest taka, że tyle ile osób jest na świecie, tyle różnych dróg i możliwości ich przejścia. Gdybyśmy dostali gotowy „przepis”, zawierający całą historię naszych wydarzeń z przyszłości oraz wskazówek, jak powinniśmy

„When I look back on all these worries I remember the story of the old man who said on his deathbed that he had had a lot of trouble in his life, most of which had never happened”*

* Winston Churchill

postępować, już na początku drogi – wtedy dopiero życie straciłoby sens. To właśnie to, że jest ono wieczną niespodzianką, że możemy je odkrywać, nadaje mu znaczenie. Samo odkrywanie i doświadczanie życia stanowi o jego sensie. A dopóki zastanawiamy się i martwimy jaki jest cel i jak to życie będzie wyglądać, dopóty zamykamy się na nie. Odbieramy sobie radość z jego poznawania i odkrywania w momencie, gdy jesteśmy wiecznie przytłoczeni dążeniem do bliżej nieokreślonego celu. Życie jest piękne niezależnie od tego, co się w nim ma, a od tego, jak się to postrzega oraz od tego, czy się akceptuje w nim samego siebie. Życie nie ma także ostatecznego celu,

nie ma ani początku ani końca. Liczy się tak naprawdę sama droga-podróż, a nie jej kres.

Ponadto uważam, że wielka radość, wielkie szczęście i wielkie poczucie spełnienia bierze się z dość małych, nieistotnych rzeczy, na które często nie zwracamy uwagi. Nikt nie powiedział, że zawsze będziemy mieć dwie nogi, że słońce będzie świecić, a drzewa rosnać. Cokolwiek teraz jest i zaprzęta mój umysł, to tylko moment, chwila. Ona przychodzi, a potem zamienia się w coś innego. Jeśli przywiążę się do tego momentu, do tej chwili, jeżeli skoncentruję na niej całą swoją energię, całe swoje przeżywanie życia, nie będę

w stanie dostrzec drobnych pięknych szczęśliwych rzeczy, które są dookoła, lub które mogłyby się pojawić. Dopóki większość swojej energii będę angażować w przeżywanie jakiejś dręczącej mnie sytuacji/problemu, nie będę w stanie dostrzec możliwości, które życie chciałoby mi zaoferować. W ten sposób zatrząskuję swoje życie w więzidła, odbierając sobie jednocześnie prawo do wyjścia z tego więzienia i utrudniając coraz mocniej poznanie istoty i piękna życia. W ostateczności życie sprowadza się do czerpania satysfakcji z tego, co się w nim doświadcza. Naszym zadaniem jest po prostu żyć

według własnego uznania, z poszanowaniem siebie i innych, zachwycać się drogą i cieszyć się z możliwości jej poznawania.

Na koniec chciałabym zacytować Winstona Churchilla: *When I look back on all these worries I remember the story of the old man who said on his deathbed that he had had a lot of trouble in his life, most of which had never happened.*

{ Aleksandra Przywózka –
Wydział Architektury PW }

Esej inspirowany wykładami pn. Iluzja wiedzy i granice poznania

SENS ŻYCIA - CZY WARTO GO POSZUKIWAĆ?

Główna różnica pomiędzy ludźmi, a zwierzętami nie polega na zdolności do empatii, lepszej komunikacji czy miłości. Te cechy współdzielimy z naszymi braćmi i siostrami. Główna różnica polega na tym, że jako ludzie, jesteśmy w stanie rozmawiać o rzeczach, które nie są częścią świata fizycznego, o rzeczach, które „nie istnieją”.

Dlaczego, więc tak pragniemy rozmawiać o rzeczach, które nie istnieją? Czy rozwija nas to, jako ludzi?

Czy rozważanie idei, filozofii, wiary umożliwia nam lepsze życie? Czym jest lepsze życie? Jaki jest jego cel? Jaki jest jego sens?

Ludzkość zadaje sobie te pytania prawdopodobnie od kilku setek lat. Jednak czy cała ludzkość? Wpadamy w wir życia, napędzani społecznością, w której żyjemy. Wyznaczamy sobie coraz to dalsze, wyższe i trudniejsze cele. Wyznaczamy sobie ścieżkę życia, kariery, rozwoju. Angażujemy się w dążenie do spełnienia naszych ambicji i planów. Często nie starcza nam czasu, aby stanąć po środku rozpedzonej drogi pragnień i zastanowić się przez krótką chwilę, jaki jest sens naszych działań. Jaki jest sens naszego życia.

Jednak nasza podświadomość nieustająco funkcjonująca, analizuje i poszukuje sensu we wszystkim, co nas otacza. W życiu każdego z nas to pytanie przebija się w odpowiednim momencie do świadomości. Czasami budzi się w nas, gdy stoimy na rozstaju

drog, lub gdy podejmujemy ważne dla nas decyzje albo czujemy się nieszcześliwi. Oznacza to więc, że poszukiwanie odpowiedzi na pytanie o sens życia prowadzi nas do odnalezienia nadrzędnych wartości, które kierują naszymi wyborami. Historia wspomina o ludziach, którym udało się odnaleźć odpowiedź. Osoby te doświadczyły najprawdopodobniej szczęścia i spełnienia, stały się oświecone.

Jedną z najsłynniejszych oświeconych osób jest Budda, który poświęcił swoje życie starając się nauczyć innych wszystkiego, czego się dowiedział na swojej ścieżce poszukiwań. W swoich naukach głosił, jak wydostać się ze stanu niewiedzy i zagubienia, posiadał mądrość i zrozumienie, osiągnął prawdziwe szczęście. Przedstawił najważniejszą przyczynę cierpienia, stojącego na drodze szczęścia. Jest nim przywiązanie do pragnień i niechęci. Oddala nas ono od prawdziwego doświadczenia życia, doprowadza do koncentrowania się na rzeczach i osiągnięciach, które odciągają nas od tego, co jest tu i teraz. Pragnienia generują w nas uczucie ciągłego braku i niedostatku. Im mocniej się przywiązujemy do pragnienia, tym mocniejszy jego brak odczuwamy i niechęć do sytuacji, w której nie spełniamy naszych pragnień. Budda starał się prowadzić swoich uczniów ścieżką, na której pozwala się przywiązaniu odejść i zaniknąć. Dzięki temu człowiek umożliwia powrót swojego umysłu i jego pełnej świadomości do tego, co

naprawdę przeżywa w danej chwili, pomaga dostrzec, co go otacza i zrozumieć to – wyjść ze stanu niewiedzy. Zjednoczenie się z chwilą obecną i odczucie wolności, poprzez doświadczenie świata prowadzi do prawdziwego szczęścia. Pojawiające się w nas pragnienia określają sytuacje, elementy naszego życia, do których dążymy, ale których jednocześnie nie posiadamy w danej chwili, do pragnień które są w naszych umysłach i przesłaniają nam widzenie i rozumienie rzeczywistości. Przywiązanie do nich, powoduje jednoczesny strach przed ich utratą i odrzuceniem. Ścieżka Buddy nie jest filozofią, ani wiarą, jest to ścieżka poznania, otwarta dla każdego, kto poszukuje odpowiedzi na pytanie o sens życia, bez względu na wyznanie, wychowanie i kulturę. Jest uniwersalna i dlatego tak cenna do prześledzenia w ramach własnych poszukiwań.

Uważam, że każdy z nas podąża wybraną przez siebie ścieżką, warto się jednak na chwilę zatrzymać i zastanowić jakie nadrzędne cele kierują naszymi działaniami, czego tak naprawdę poszukujemy i dlaczego.

{ Barbara Majerska –
Wydział Architektury PW }

Esej inspirowany wykładami pn. *Rozmowy i rozumowania*

DZIAŁANIE, CELOWOŚĆ, WYOBRAŹNIA I BODŹCE! SENS ŻYCIA!

Od zarania dziejów ludziom nie wystarczyło samo istnienie i życie (rozumiane w tym ujęciu jako czysta fizyczna egzystencja na naszej planecie), więc ciągle poszukiwali odpowiedzi, na takie z pozoru proste pytania, jak celowość istnienia, istota i motywacja naszych działań czy wreszcie sens życia – czym on jest i jak przeżyć życie, żeby go osiągnąć. O ile na pierwszy rzut oka same pytania są proste, to po zastanowieniu się nad nimi zaczyna się ujawniać ich złożoność i wielopłaszczyznowość. Podejrzewam, że ile jest ludzi na Ziemi, tyle będzie na nie odpowiedzi. I co więcej, każda z tych odpowiedzi będzie najprawdziwsza, nie ma jednej, fundamentalnej i uniwersalnej.

Chciałbym zacząć od postawienia pewnej tezy, że tak naprawdę to działanie definiuje nasze istnienie. Niekoniecznie działanie w sensie fizycznym, należy tu brać również pod uwagę działanie jako myślenie, odczuwanie i reagowanie na bodźce. Bo czymże jest tak naprawdę nasze życie – to pewien zestaw powiązanych ze sobą czynów. Nasze istnienie jest wypadkową zdarzeń i decyzji, częściowo podjętych i wywołanych przez nas, a częściowo kompletnie od nas niezależnych. Natomiast samo działanie musi być w pewien sposób zainicjowane, musi mieć swój cel – on nie zawsze może być jasno zdefiniowany, ale zawsze istnieje – czy to w naszych motywach, czy to w naszej podświadomości. Możemy sobie z niego nie zdawać sprawy, nasze działania mogą się wydawać bezcelowe, ale tak nie jest. Mamy więc tak naprawdę dwa bieguny leżące u podstawy naszego istnienia – cel jako pewną siłę napędzającą, jako coś co nadaje sens oraz działanie będące jego konsekwencją, odpowiedzią i reakcją na niego. Krótko mówiąc, mamy przyczynę i mamy skutek. Tylko, czy na pewno to jest takie proste? Żeby pojawiła się przyczyna, musi zaistnieć pewna idea, ziarenko w postaci myśli, które zmaterializuje się jako cel. Prowadzi to do, moim zdaniem, pięknej sytuacji, gdzie przyczyna staje się skutkiem, a takie pojęcia jak początek i koniec przestają istnieć, okazuje się, że całość egzystencji nabiera pewnej cykliczności.

Natomiast, w żaden sposób nie ogranicza to naszego postrzegania świata, narzuconego nam w momencie

„Wanderer,
there is no
road; the road
is made by
walking”*

* Antonio Machado

narodzin – porządku świata, w którym wszystko porusza się od punktu A do punktu B, tak jak nasze świadome życie – będące tak naprawdę chwilą między pierwszym, a ostatnim oddechem.

W związku z tym, nasze myśli i nasza wyobraźnia, wspólnie generują nasze działania. De facto, to my tworzymy naszą przyszłość, kreujemy nadchodzący świat. Jesteśmy świadkami wyjątkowego przekształcenia, nadal niepojętego, gdzie niematerialna myśl jest początkiem namacalnego działania, gdzie z niczego (nie jest to najlepsze słowo w tym kontekście, ale nie umiem znaleźć bardziej odpowiedniego, tak jak nie umiem prosto zdefiniować tego czym jest myśl), powstaje „coś”. Dzieje się nawet więcej, to co w naszym umyśle było przyszłością, w momencie oka staje się teraźniejszością i tak dalej i tak dalej bez końca – ponownie mamy przyczynowość, która zderza się z cyklicznością. Chciałbym tutaj przytoczyć pewien cytat, niestety nieznanego autora, który kiedyś zobaczyłem na ścianie budynku – „Raduj się dniem. Wczoraj już odeszło, a jutro może nie nadejść”. Czyż nie jest to kwintesencja naszego życia?

Natomiast zanim przejdę do sensu życia, chciałbym rzucić pewien cień na swoje własne słowa – czy my przypadkiem nie mamy iluzji, że sami to (myśli, czyny) tworzymy, że to co się dzieje jest nasze? Przecież te myśli, idee, odczucia i wyobrażenia nie pojawiły się znikąd, one są sumą naszego wewnętrznego ja i naszej reakcji na bodźce – czy możemy więc mówić, że są tylko nasze?

Tak jak wspomniałem, istota sensu życia jest chyba najbardziej podstawowym pytaniem ludzkości i zarazem najtrudniejszym. Gdybym miał odpowiedzieć najprościej jak potrafię, to powiedziałbym, że to szczęście. Tylko tyle i aż tyle.

Pokuszę się nawet o stwierdzenie, że celem naszego życia, jest droga do szczęścia. Że nadrzędnym celem istnienia, jest dążenie do szczęścia i oczywiście uzyskanie go. Co nie znaczy, że z momentem osiągnięcia szczęścia, dochodzimy do kresu drogi i życia. Jest wręcz przeciwnie – szczęście jest procesem, który trwa i który mam nadzieję, będzie z każdym z nas przez całe życie. Dlatego chciałbym teraz zmodyfikować poprzednie stwierdzenie – celem naszego życia jest droga będąca szczęściem. I co jest niezmiernie ważne, to szczęście jest tak naprawdę sumą wszystkich drobnych radości, które napotykamy na tej drodze. Dlatego jest procesem, który trwa cały czas, jest z nami w każdej chwili naszego życia, tylko musimy na nie spojrzeć.

Na pewno natkniemy się na drodze na trudne chwile, nie zawsze wszystko będzie dla nas oczywiste czy pewne, będziemy musieli walczyć i zdobywać, ale to wszystko jest częścią drogi. To wszystko nas kształtuje, pozytywnie wpływa na nasze myśli, naszą wyobraźnię i na nas samych.

Podsumowując, wychodzimy od nadrzędnego celu będącego szczęściem, na tej podstawie tworzymy drogę, którą realizujemy przez nasze działania. Ta droga jest istotna, ona jest kwintesencją naszego istnienia i to na nas samych spoczywa odpowiedzialność, żeby była „dobra”.

Na sam koniec chciałbym przytoczyć cytat hiszpańskiego poety, Antonio Machado, pochodzący z tomu wierszy „Campos de Castilla” – „Wanderer, there is no road; the road is made by walking”.

*Esej inspirowany wykładami pn. Rozmowy i rozumowania***„OBLICZA” SENSU ŻYCIA**

Pytanie o sens życia jest zawsze bardzo trudne, niezależnie od tego, czy dostajemy je w ramach podsumowania zajęć, na które uczęszczaliśmy, czy też gdy zadajemy je sami sobie. Trudność tego pytania leży w wielu czynnikach, z których warto zwrócić uwagę na trzy główne. Przede wszystkim jest to pytanie o rzecz fundamentalną dla naszego funkcjonowania, dla naszego podejścia do tego, jak spędzamy dany nam czas na świecie, dlatego sformułowanie satysfakcjonującej nas odpowiedzi zawierającej wszystkie istotne dla nas aspekty nie przychodzi łatwo. Nasze życie jest na tyle złożone, że trudno jest umieścić jego sens w kilku zgrabnie złożonych zdaniach. Dodatkowo istotne jest też to, że udzielając odpowiedzi komuś innemu chcemy zostać zrozumiani, a niezrozumienie lub, co gorsza, wyśmianie tak ważnej kwestii mogłoby wprowadzić ogromne zaburzenie naszej wewnętrznej równowagi, czego za wszelką cenę staramy się unikać. Ostatnim czynnikiem, łączącym pośrednio dwa wymienione, jest leżąca w naszej ludzkiej naturze potrzeba uogólniania i upraszczania wszystkich skomplikowanych zagadnień jakie napotykamy. Dzięki uogólnianiu poznajemy nasz świat – szukamy wzorców i staramy się znaleźć uniwersalne prawdy wszechświata. Od zawsze w naszej kulturze istnieje dążenie do określenia wspólnej i jednolitej recepty na szczęście, odkrycie przepisu na udany związek, znalezienie jednego schematu jak przeżyć udane życie, choć w przypadku pytania dlaczego warto żyć znalezienie uniwersalnej odpowiedzi jest nie lada wyzwaniem. Uogólnienie pozwala nam zebrać całą złożoność pytania o sens życia do uproszczonej wypowiedzi, która przez właśnie tę uproszczoną formę ma mniejsze szanse spotkać się z niezrozumieniem i wyszydzeniem.

Zaczęłam się więc zastanawiać, czy jestem w stanie odpowiedzieć na pytanie o sens życia w sposób uniwersalny? Początkowo wydawało mi się to niemożliwe, bo przecież sens życia ma różne oblicza. Od rozwoju własnego i swoich społecznych funkcji, po poszukiwanie przyjemności i zdobywanie doświadczeń. Niektórzy potrafią bardzo precyzyjnie określić, po co żyją i jaki jest ich cel. Dla wielu sensem życia jest rodzina, inni nie wyobrażają

sobie życia bez podróży lub adrenalin. Niektórzy mają silną potrzebę tworzenia i swoje życie dedykują sztuce, a inni nauce i odkrywaniu otaczającego nas świata. Można tak wymieniać w nieskończoność. Czy zatem istnieje coś, co łączy te przeróżne możliwości w jedną definicję? Moim zdaniem tak. Sens życia w ogólności zdefiniowałabym jako poszukiwanie piękna.

W pierwszym skojarzeniu piękno kojarzy się nam zazwyczaj z urodą, z czymś raczej powierzchownym, z cechą zewnętrzną danej rzeczy. Nie wydaje się też niczym potrzebnym do przeżycia na świecie, a mimo to, mimo zmieniających się jego kanonów od dziecka potrafimy określać, co uważamy za piękne i staramy się otaczać pięknem, czy to przy projektowaniu własnej przestrzeni życiowej, decydując się na własny wizerunek czy przebywając w miejscach, które możemy podziwiać. Temu słowu nadajemy też mniej wymierne znaczenie mówiąc o czymś, co wywołuje w nas pozytywne, choć czasami trudne do opisanie emocje. Prawdopodobnie każdy z nas słyszał określenia takie, jak piękne życie, piękne chwile. Poszukujemy piękna w codzienności, w życiu rodzinnym lub w otoczeniu, czy to na łonie natury, czy też w architekturze miasta. Chcemy otaczać się pięknem oglądając lub tworząc dzieła sztuki. Mówimy o pięknych książkach i pięknych filmach, pięknych słowach. Niejednokrotnie usłyszeć można o pięknie momentu odkrycia naukowego. Są i tacy ludzie, którzy piękno potrafią dostrzec w równaniach matematycznych i raczej nie są w stanie określić dokładnie, co takiego wyróżniającego zauważyli – określają to po prostu mianem piękna. Piękne są chwile, gdy przekraczamy ograniczenia naszego ciała po wielu godzinach spędzonych na treningach. Piękny jest moment gdy osiągamy to, co wydawało się być nieosiągalne dla człowieka – piękny widok z Mount Everestu, piękno morskich głębin i błękitnych przestworzy.

Jakiś czas temu miałam okazję odwiedzić Niewidzialną Wystawę, w ramach której osoba niewidoma zabiera odwiedzających w swoją codzienność. Po przejściu wystawy, w całkowitej ciemności, mieliśmy możliwość rozmowy z naszym przewodnikiem,

który utracił wzrok w wyniku choroby. Zapytany o doświadczenie tego zdarzenia odpowiedział, co bardzo mnie uderzyło, że pierwsze, co się robi w takiej sytuacji to podjęcie decyzji – czy chcesz dalej żyć? I mimo wszelkich utrudnień, mimo ogromnego poczucia straty, mimo braku zmysłu, który uznawany jest za główny zmysł do poznawania świata, wiele osób uznaje, że warto żyć dalej. Czy to dlatego, że są one w stanie znaleźć piękno poza jego wizualną definicją, które przeważa nad trudnościami losu? Należałoby zapytać pewnie każdego z osobna, dlaczego podjął akurat taką decyzję. Ale mam przecucie, że wiele z tych odpowiedzi można zakwalifikować do poszukiwania piękna, które nakreśliłam. Mam w sobie wolę przetrwania, nie do końca zrozumiałą siłę, która napędza nasze działania. Pomimo swoich własnych ograniczeń, czy fizycznych, czy psychicznych, pomimo wątpliwości, a często też ciężkich doświadczeń widzimy jakiś sens aby iść naprzód. Jest to skutek obcowania z pięknem, skutek tego, że wiemy, że jest coś nieuchwytnego, przemijającego, czego warto poszukiwać przez kolejne lata naszego życia.

Takie uniwersalne ujęcie sensu życia zostawia szerokie pole do interpretacji. Można się z nim nie zgodzić, szukać kontrprzykładów, żeby zakwestionować jego prawdziwość lub wręcz przeciwnie w tak szerokim określeniu odnaleźć część siebie. Uogólnienia często wywołują dyskusję i dają możliwość do ścierania ze sobą różnych poglądów. A czy to nie w dyskusjach i przemysleniach znajdziemy piękno własnych interpretacji?

OPEN TIME OF CAS - Rozmowy i rozmowowania

Otwarte spotkania na platformie ZOOM

W roku akademickim 2020/2021, który w związku z pandemią Covid-19 był tak różny i daleki od naszej normalności, Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej rozpoczęło spotkania zdalne z cyklu OPEN TIME OF CAS - Rozmowy i Rozumowania. Jak się szybko okazało zarówno zapraszani goście, jak i słuchacze docenili możliwość wzięcia udziału w tej formie wymiany myśli. W każdym spotkaniu wzięło udział kilkudziesięciu uczestników, spośród których każdy miał szansę czynnego udziału - niektórzy chętnie z niej korzystali, zgłaszając ciekawe pytania oraz dzieląc się swoimi przemyśleniami.

Łącznie Centrum zorganizowało 9 spotkań w tym cyklu. Formuła przewiduje udział kilku rozmówców prowadzących, którzy starają się w nieszablony sposób przedstawiać swój punkt widzenia tematu. Dyskusje, które wywiązywały się pomiędzy uczestnikami niejednokrotnie dowiodły, że różny sposób postrzegania omawianego zagadnienia i pewien poziom niezgodności pomiędzy naukowcami potrafi mieć inspirujący wpływ na wymianę doświadczeń.

Dotychczas w trakcie Open Time of CAS mieliśmy okazję usłyszeć: Andrzeja Dragana (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Jana Fronka (Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski), Lecha Grzesiaka (Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej), Mateusza Hohola (Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych Uniwersytet Jagielloński), Stanisława Janeczko (Centrum Studiów Zaawansowanych, Politechnika Warszawska); Marka Jasińskiego (Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej), Mariusza Malinowskiego (Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej), Leszka Mellibrudę (Active Business Mind Psychologia biznesu), Tomasza Millera (Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych, Uniwersytet Jagielloński), Bartłomieja Skowrona (Wydział Administracji i Nauk Społecznych, Politechnika Warszawska).

Kolejne spotkania w tym cyklu, na które serdecznie zapraszamy, są planowane w semestrze zimowym 2021/2022.

www.csz.pw.edu.pl

Cykl otwartych spotkań online w Centrum Studiów Zaawansowanych PW

OPEN TIME OF CAS

rozmowy i rozmowowania

Dlaczego umieramy?

w spotkaniu wezmą udział:

Jan Fronk
Wydział Biologii
Uniwersytet Warszawski

Stanisław Janeczko
Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechnika Warszawska

Tomasz Miller
Centrum Kopernika
Badań Interdyscyplinarnych
Uniwersytet Jagielloński

21 grudnia 2020
godz. 12:15, na platformie ZOOM

<https://zoom.us/j/4405647175>

szczególne na:
www.csz.pw.edu.pl

Politechnika Warszawska

Centrum Studiów Zaawansowanych

Cykl otwartych spotkań online w Centrum Studiów Zaawansowanych PW

OPEN TIME OF CAS

rozmowy i rozmowowania

NIESKOŃCZONOŚĆ - CZY ISTNIEJE?

w spotkaniu wezmą udział:

Andrzej Dragan
Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski

Stanisław Janeczko
Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechnika Warszawska

Tomasz Miller
Centrum Kopernika
Badań Interdyscyplinarnych
Uniwersytet Jagielloński

12 marca 2021
godz. 16:15, na platformie ZOOM

<https://zoom.us/j/4405647175>

szczególne na:
www.csz.pw.edu.pl

Politechnika Warszawska

Centrum Studiów Zaawansowanych

Cykl otwartych spotkań online w Centrum Studiów Zaawansowanych PW

OPEN TIME OF CAS

rozmowy i rozmowowania

ORGANIZM I ORGANIZACJA

w spotkaniu wezmą udział:

Andrzej Dragan
Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski

Jan Fronk
Wydział Biologii
Uniwersytet Warszawski

Stanisław Janeczko
Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechnika Warszawska

7 maja 2021
godz. 16:15, na platformie ZOOM

<https://zoom.us/j/4405647175>

szczególne na:
www.csz.pw.edu.pl

Politechnika Warszawska

Centrum Studiów Zaawansowanych

OPEN TIME OF CAS - Rozmowy i rozumowania

Tematyka dotychczasowych spotkań:

- 09.11.2020
„Przewidywanie zdarzeń, struktura czasu i przestrzeni”, część I – Andrzej Dragan, Stanisław Janeczko, Tomasz Miller
- 23.11.2020
„Przewidywanie zdarzeń, struktura czasu i przestrzeni”, część II – Andrzej Dragan, Stanisław Janeczko, Tomasz Miller
- 07.12.2020
„Czy światem rządzą prawa?” – Stanisław Janeczko, Tomasz Miller, Bartłomiej Skowron
- 21.12.2020
„Dlaczego umieramy?” – Jan Fronk, Stanisław Janeczko, Tomasz Miller
- 18.01.2021
„Natura umysłu” – Jan Fronk, Mateusz Hohol, Stanisław Janeczko, Tomasz Miller
- 12.03.2021
„Nieskończoność – czy istnieje?” – Andrzej Dragan, Stanisław Janeczko, Tomasz Miller
- 09.04.2021
„Katastroficzne myślenie a pandemia” – Leszek Mellibruda, Stanisław Janeczko
- 07.05.2021
„Organizm i organizacja” – Andrzej Dragan, Jan Fronk, Stanisław Janeczko
- 20.05.2021
„Jak energoelektronika zmienia współczesne oblicze elektrotechniki” – Mariusz Malinowski, Lech Grzesiak, Stanisław Janeczko, Marek Jasiński

Celem Uczelnianej Oferty Dydaktycznej Centrum Studiów Zaawansowanych PW (UOD CSZ PW) jest poszerzenie wiedzy w wybranych kierunkach, a także pomoc i inspiracja w planowanej działalności naukowej. Program oferty adresowany jest do całego środowiska akademickiego Politechniki Warszawskiej, oraz chętnych spoza Uczelni. Na propozycję UOD CSZ PW składają się m.in. cykle interdyscyplinarnych wykładów podstawowych i specjalnych.

Merytoryczną opiekę nad UOD CSZ PW sprawuje Rada Programowa Centrum, którą tworzą naukowcy z Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Warszawskiego, a także Polskiej Akademii Nauk.

Uczelniana Oferta Dydaktyczna Centrum Studiów Zaawansowanych

2020/2021

wykłady
podstawowe
(30 h)



- Z1: Wstęp do mechaniki kwantowej – dr hab. Andrzej Dragan (UW)
- Z2: Wprowadzenie do uczenia maszyn – prof. dr hab. inż. Władysław Homenda (PW)
- Z3: Modele matematyczne procesów i przemian – prof. Stanisław Janeczko (PW)
- Z4: Równania różniczkowe: niezbędne narzędzie nauk przyrodniczych – prof. dr hab. Jerzy Kijowski (PAN)
- Z5: Wstęp do algorytmicznej teorii grafów – prof. Zbigniew Lonc (PW)
- Z6: Zagadki istnienia innych światów we Wszechświecie – prof. Kazimierz Stępień (UW)
- Z7: Wnioskowanie statystyczne z elementami planowania eksperymentu – dr hab. inż. Anna Dembińska (PW)
- L1: Geny, GMO i Genetyka – prof. Ewa Bartnik (UW)
- L2: Elementy mechaniki analitycznej – prof. Piotr Przybyłowicz (PW)

wykłady
specjalne
(15 lub 30 h)

- SZ1: Rozmowy i Rozumowania – wykłady seminaryjne – prof. Stanisław Janeczko (PW)
- SZ2: Etyka analityczna a teoria ewolucji – dr hab. Adrian Kuźniar (UW)
- SZ3: Psychoprofilaktyka zniekształceń osobowości czyli Deformanci są wśród nas (30h) – dr Leszek Mellibruda (Active Business Mind Psychologia biznesu)
- SZ4: Zarządzanie przedsiębiorstwem inteligentnym w Gospodarce 4.0 – prof. Mieczysław Morawski (PW)
- SZ5: Jak wydobyć potencjał twórczy grupy? Techniki pracy twórczej w grupie – dr Bartłomiej Skowron (PW)
- SZ6: Laboratorium: w poszukiwaniu terażniejszości – mgr inż. Barbara Majerska, mgr inż. Aleksandra Przywózka (PW)
- SL1: Konstrukcja Modeli Statystycznych z Pakietem R – dr hab. inż. Anna Dembińska (PW)
- SL2: Wnioskowanie Statystyczne z Pakietem R – dr hab. inż. Anna Dembińska (PW)
- SL4: Rozmowy i rozumowania (spotkania seminaryjne) (30h) – prof. Stanisław Janeczko (PW)
- SL5: Mentalne korzyści i utrapienia XXI wieku - kluczowe emocje i psychosyndromy (30h) – dr Leszek Mellibruda (Active Business Mind Psychologia biznesu)
- SL6: Laboratorium: w poszukiwaniu terażniejszości – mgr inż. Barbara Majerska, mgr inż. Aleksandra Przywózka (PW)
- SL7: Współczesne zarządzanie dla inżynierów i naukowców (30h) – prof. dr hab. inż. Agnieszka Bitkowska, dr hab. inż. Janusz Zawiła-Niedźwiecki (PW)
- SL8: Katastrofa Klimatyczna - między fizyką a biologią, ekonomią i psychologią (20h) – Dariusz Aksamit (PW) – koordynacja, prof. Szymon Malinowski (UW), prof. Wiktor Kotowski (UW), dr hab. Sebastian Szklarek (PAN), red. Jakub Wiech (energiatka24.com), mgr inż. Adam Rajewski (PW), dr Jakub Mątecki (UAM)

Uaktualniona lista przedmiotów znajduje się na stronie internetowej Centrum

wykłady podstawowe: http://www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta/w_podstawowe.html

wykłady specjalne: http://www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta/w_specjalne.html

Biuletyn Centrum Studiów Zaawansowanych „Profundere Scientiam”

Pl. Politechniki 1, p.152-154, 00-661 Warszawa; e-mail: csz@pw.edu.pl, www.csz.pw.edu.pl

Zespół redakcyjny: Małgorzata Zielińska – redaktor naczelna, Jowita Krakowiecka, Ilona Sadowska

Opieka merytoryczna: prof. Stanisław Janeczko

Koncepcja graficzna: Emilia Bojańczyk / Podpunkt | Opracowanie i skład: Małgorzata Zielińska / CSZ PW