

Bogdan ŻÓŁTOWSKI

NOWE WYZWANIA W NAUCE I TECHNICE

New challenges in science and technics

Wstęp

Zagrożenia życia na Ziemi oraz kurczące się zasoby materiałów i środków wskazują na potrzebę systemowych rozwiązań dla zapewnienia egzystencji. W pracy tej przedstawiono zagrożenia głównie z perspektywy społeczeństwa wiedzy i ekogospodarki. Jako przykładowe przedstawiono problemy bioregeneracji maszyn i wskazano na możliwości prognozowania niezawodności maszyn.

Spółeczeństwo wiedzy

Wiedza stała się ostatnio substratem wszystkich czynników produkcji i postępu społecznego. Zebrane dane przez kolejne agregacje i połączenia dają informacje, w dalszym ciągu wiedzę, a na końcu mądrość. Jednak jasno trzeba stwierdzić, że [2, 3, 4]:

- zbiór danych nie jest informacją,
- zbiór informacji nie jest wiedzą,
- zbiór wiedzy nie stanowi mądrości,
- zbiór mądrości nie daje prawdy.

Zwrot w aktywności ludzkiej nastąpił dzięki rozwojowi hardware i software informatycznego, określanego mianem technologie informatyczne. Internet to obecnie rozproszona inteligencja świata z milionami serwerów, dziesiątkami milionów terminali, uczestniczących w konsumpcji, przetwarzaniu i wytwarzaniu wiedzy. Jeśli do tego dodać komunikację satelitarną, telefonię przewodową i komórkową, to jako ludzkość mamy praktycznie w rękach niezwykle potężny sprzącz – wiedzę w każdym miejscu i w każdym czasie. Powstają przedsię-

biorstwa oparte na wiedzy, zarówno w sferze badań, produkcji, usług, kształcenia, administracji publicznej i polityki.

Obszar aktywności ludzkiej (AL) z uwzględnieniem wiedzy i technologii informatycznych obejmuje następujące podsystemy: codziennej aktywności, produkcji i usług, metafizyki, empatii społecznej, kultury symbolicznej, nauki i inżynierii, aktywności zawodowej.

Podsystem codziennej aktywności dotyczy każdego, kto przez najdłuższy przedział czasu troszczy się o dobre warunki życia swoje i rodziny, wypełniając związane z tym czynności.

Drugi podsystem to zawodowe zajęcie w sektorze produkcji i usług, sektorze coraz bardziej nasyconym technologiami informatycznymi wspierającymi naszą pracę lokalnie lub globalnie, jeśli korzystamy z sieci Internetu (www).

Podsystem metafizyki ujmuje obszar wiedzy i aktywności służący do wyjaśniania naszego miejsca i spraw w tym świecie. Mowa tu o kosmologii, duchowości, religii, działach filozofii, eschatologii, jednym słowem o wiedzy służącej do racjonalizacji zdarzeń tego świata i naszego w nim miejsca.

Podsystem empatii społecznej obejmuje pomoc współobywatelom, którzy nie mogą sprostać wymogom życia w danym społeczeństwie, a więc ludziom biednym, niepełnosprawnym, chorym, niedoinformowanym.

Następny szeroki podsystem aktywności dotyczy świata wartości, estetyki, piękna, niezależnie od jego natury i środków wyrazu, a więc kultury. Sięga tam od czasu do czasu każdy, a niektórzy tworzą dzieła literackie, malarskie, muzyczne i coraz częściej wirtualne.

Nauka jako kolejny podsystem AL zmierza do identyfikacji otaczającej nas rzeczywistości i tworzy nową wiedzę jako wynik badań poznawczych, innowacyjnych czy nawet awansowych. W miarę rozwoju społecznego coraz większy procent zatrudnionych znajduje w tym obszarze pracę. Z tego rosnącego systemu wiedzy i umiejętności społecznej czerpie szeroko podsystem inżynieria, z całą gamą środków wsparcia informatycznego w badaniach, wytwarzaniu i użytkowaniu coraz bardziej mechatronicznych produktów i usług, łącznie z rodzącą się inżynierią wirtualną, sięgającą z wolna po symulację całego cyklu życia produktu i usługi.

Efektywne działanie społeczności nie jest możliwe bez administracji każdego szczebla i bez instytucji politycznych wypracowujących i interpretujących prawo oraz rozwiązujących problemy społeczne.

Tak w przybliżeniu wygląda sfera całej działalności człowieka, gdzie tworzenie i przetwarzanie wiedzy ma istotne znaczenie w zapewnieniu warunków życia i postępu.

Pojęcia społeczeństwo wiedzy i technologie informatyczne, sporządzone celem wypracowania wizji i misji przedsiębiorstw opartych na wiedzy, w pierwszym rzędzie są związane ze szkołami wyższymi, przedsiębiorstwami innowacyjnymi, produkcyjnymi i usługowymi.

Tworzenie wiedzy w nauce, z jej badaniami poznawczymi, innowacyjnymi i awansowymi, wymaga potężnych baz danych, baz wiedzy i dużej mocy

w twórczym przekształcaniu tej nowej wiedzy w hierarchiczne bazy, zorientowane na wielu użytkowników, od samych twórców począwszy, a na politykach i normalnych obywatelach skończywszy. Każdy z nich chce dostać informację użyteczną i zrozumiałą dla siebie, aby się przekonać, iż warto prowadzić i finansować badania naukowe.

W kulturze symbolicznej cała cyrkulacja wiedzy zaczyna się u twórców kultury i w ujęciu klasycznym jest rozpowszechniana przez biblioteki, muzea, galerie i ich wirtualne odpowiedniki i emanacje. Ale na scenę już wkroczyły tryumfalnie multimedia, sztuka high-tech, a nawet wirtualna rzeczywistość, a wszystko to jako udany efekt współpracy twórców kultury i twórczych inżynierów dostarczających oprogramowanie i sensomotoryczną interakcję. Kształcenie takich specjalistów w szkołach wyższych zwolna i z oporami rusza z miejsca.

Systemy aktywności ludzkiej wytworzyły już dużo nowej wiedzy, pora więc zatroszczyć się o przechowywanie wiedzy w stanie nadającym się do dalszego wszechstronnego wykorzystania. Pora również na jej kategoryzację, indeksację, kondensację i hierarchizację, a także digitalizację, jako że nie cała wiedza jest dostępna w postaci cyfrowej i nie jest przechowywana w serwerach i innych nośnikach. To jest ważne zadanie bibliotek szkół wyższych, jak i wszystkich wytwórców wiedzy, by całe nasze zasoby postawić w sieci, tworząc w ten sposób inteligencję rozproszoną, nasz nowy umysł świata, by przez hiperlinki łączyć wszystko ze wszystkim, asocjacyjnie i hierarchicznie.

Ale to jednak Internet sprawia, że wiedza jest dostępna w każdym czasie i w każdym miejscu, tworząc jej nową cechę – sieciowość, wykorzystywaną szeroko przez szybkie systemy wyszukiwania, dając w efekcie biblioteki wirtualne, instytuty i centra wirtualne, tworzące również nową wiedzę.

Jedną z immanentnych cech cywilizacji wiedzy jest konieczność ustawicznego uczenia się, a więc klasyczne szkoły wyższe muszą z tego wyciągnąć wnioski. Sieciowość wiedzy zmusi je do szerokiej skali telenauczania i do tworzenia uniwersytetów wirtualnych, podobnie jak to dzieje się już z wirtualnymi przedsiębiorstwami. Do tych zmian w kształceniu trzeba dołączyć możliwości, jakie dają technologie informatyczne: dostęp do baz danych, baz wiedzy, zintegrowanych i wirtualnych laboratoriów. Nie do pogardzenia w ustawicznym kształceniu są najnowsze zdobycze neurofizjologii i psychologii kognitywnej, co można ująć jednym hasłem kluczowym, *superlearning*.

Czas już na koordynację i porządkowanie aktywności ludzkiej, co w idealistycznym zamiarze ma robić administracja i polityka. Tu są niezbędne, bądź muszą być dostępne bazy danych i bazy wiedzy o obywatelach i dla obywateli. Tutaj niezbędne będzie e-doradztwo i e-konsulting, łącznie z sieciowymi badaniami opinii publicznej, a być może w niedalekiej przyszłości będziemy mieli e-wybory i e-plebiscyty. W społecznościach lokalnych mają sens i już wchodzą w użycie subsieci społeczne, jako platformy przetwarzania i wytwarzania wiedzy społecznej, niezbędnej do harmonijnego życia i postępu tej subspołeczności.

Ten z konieczności pobeżny sposób analizy wytwarzania i cyrkulacji wiedzy w przyszłym społeczeństwie wyjawiał kilka istotnych faktów godnych uwagi.

W pierwszym rzędzie to sieciowość wiedzy, jej dostępność w każdym czasie i miejscu, co stwarza nieosiągalną dotąd potencję kształcenia i zaopatrywania społeczeństwa w wiedzę, dobra i usługi. Po drugie: wiedza będzie w sposób bardziej rozproszony tworzona i wykorzystywana. Zarysowują się trzy główne centra wytwarzania wiedzy: badania naukowe w szkołach wyższych i instytutach, badania i projektowanie innowacyjne w gospodarce oraz sieci społeczne (c-webs), te ostatnie jako niezwykle istotne źródła samowiedzy społecznej.

Nowe wyzwania w badaniach i technice

Niekorzystny wpływ aktywności ludzkiej na środowisko staje się już coraz bardziej widoczny. Czas zatem na systemowe przeciwdziałanie i zatrzymanie niekorzystnych trendów. Jak się wydaje, jest to możliwe przez zmianę paradygmatu gospodarowania na nowy, bowiem człowiek i jego gospodarka są częścią środowiska.

Obecna globalna sytuacja klimatyczna i gospodarcza generuje trzy zagrożenia:

- beztrookie mnożenie rodzaju ludzkiego – bomba demograficzna;
- beztrooska gospodarka zasobami nieodnawialnymi Ziemi – bomba energetyczno-materiałowa;
- beztrooska ingerencja tychże ludzi w ekosystem – bomba ekologiczna.

Zagrożenia te współdziałają ze sobą synergicznie, w postaci destrukcyjnego sprzężenia zwrotnego, wiodącego do samowyniszczenia rasy ludzkiej, co nawet można ująć w eleganckie modele matematyczne.

Ekosystem to samoodnawiające, wielopoziomowe procesy bilansowe przepływu materii, energii i informacji. Zatem w ekosystemie mamy sieć wzajemnych nieliniowych powiązań regulujących jego istnienie i nasza częściowa ingerencja w jedną sterowalną zmienną daje często opłakane rezultaty. Przez swą niewiedzę i/lub beztrooskę procesy te rozregulowujemy, niszczymy, zatruwamy.

Cywilizacja jaką znamy istnieje dzięki intensywnemu użytkowaniu nieodnawialnych, energetycznych zasobów Ziemi, a zwłaszcza energii z węglowodnorodnych i ropowodnorodnych. Wyczerpanie tych zasobów to koniec cywilizacji. Szacunki zasobów kopalin są optymistyczne i pesymistyczne, te ostatnie twierdzą iż po roku 2012 zaczną się wyłączenia prądu w wielkich miastach (rys. 1).

Energia Słońca to źródło życia na Ziemi, zwłaszcza w odniesieniu do roślin – laboratoriów fotosyntezy. Z punktu widzenia zawartości energetycznej, jest to potężny zasób energii odnawialnej, zwany ogólnie biomasą. Szczególną wartość mają tu drzewa, krzewy, słoma i pochodne. Cykl wymiany/odnowy biomasy może być krótki, rzędu miesięcy (jak dla słomy), aż do kilkunastu lat (dla drzew). Konwersja biomasy na energię jest zatem bardzo opłacalna, nawet przez spalanie, które jest bardziej przyjazne dla środowiska niż spalanie węgla czy ropy. W warunkach krajowych biomasa jest jednym z największych zasobów energii odnawialnej, do tej pory słabo wykorzystanym.



Rys. 1. Zasoby kopalin materiałów i energii wg innych źródeł [2]

Energia wiatru to kolejny zasób do wykorzystania w naszym klimacie. Największe energie wiatru są dostępne nad morzem, czyli w Polsce północnej. Ale jadąc przez kraj, widzimy stare wiatraki, używane kiedyś do mielenia zboża. Z energią wiatru musi być związany pokaźny obszar kształcenia, inżynierii, innowacji i nowych technologii; począwszy od identyfikacji rozkładu zasobów, poprzez nowe konstrukcje generatorów, ich wytwarzania, planowania i projektowania farm wiatrowych (hałas), ich obsługiwanie itd.

Kolejne zagrożenie to brak materiałów konstrukcyjnych, zwłaszcza bardziej szlachetnych. Wiele polimerowych tworzyw sztucznych uzyskujemy z ropy, a pozyskiwanie wielu materiałów to potężny wydatek energii, najpierw na wydobycie rudy, potem na jej rafinację, a dalej na przetworzenie na materiały i półwyroby, aby im w końcu nadać postać ostatecznych wyrobów. Wszystko to wiąże się z wydatkiem dużych ilości energii, z emisją części tej energii do środowiska w postaci np. ciepła, z emisją pyłów, ścieków produkcyjnych itp. i wynikającym stąd zagrożeniem środowiska oraz zdrowia i życia ludzkiego. Trzeba więc podglądając naturę i doprowadzić do (prawie) zamkniętego wielopoziomowego obiegu materii i energii w cyklu życia przez nas produkowanych wyrobów. Naczelną zasadą użytkowania materiałów musi być zatem ich wielopoziomowe reużytkowanie, poprzez regenerację, recykling i ponowne wprowadzanie do obiegu, a jeśli się to już nie udaje, to na ostatnim poziomie można wykorzystać zawartą w materiale energię cieplną, bądź też poddać materiał biodegradacji i wykorzystując biogaz, wprowadzić materię do powtórnego obiegu.

Środowiskowo zorientowane projektowanie musi zatem obejmować cały cykl życia wyrobu: od pozyskania surowca, poprzez kolejne cykle produkcji materiału, jego przetwarzania, możliwego reużytkowania, regeneracji i recyklingu.

Naczelną przyczyną nadchodzącego niedoboru materiało-energetycznego jest wzrost populacji ludzi na Ziemi. Wg niektórych szacunków już w roku 2050 będzie nas 10 mld. Głównym zadaniem rządów, ONZ i wielu międzynarodowych organizacji jest powstrzymanie tego lawinowego przyrostu, jest ono tym trudniejsze, iż dotyczy

krajów o dziennym koszcie utrzymania na głowę rzędu 1 US\$ i mniej, gdzie więcej niż połowa ludności nie umie czytać i pisać. Zmiana paradygmatu nie nastąpi z dnia na dzień, tak więc trzeba będzie wykarmić wzrastającą ludność świata. Zatem zadaniem pierwszoplanowym jest zwiększenie areалу uprawnego przez nawadnianie, zastosowanie nowych technologii, takich np. jak hydroponika i inne. W szczególności chodzi tu o niskoenergetyczne i zrównoważone rolnictwo, zintegrowane z produkcją odnawialnej energii (woda, słońce, wiatr, biomasa, biogaz).

Kolejne zadanie to całkowita restrukturyzacja życia w miastach. W chwili obecnej nowoczesne miasto jest całkowicie podporządkowane samochodowej komunikacji indywidualnej i duża część zasobów ropy idzie właśnie na to. Trzeba będzie to odwrócić, w miastach wprowadzić szybką komunikację masową, na dalekie dystanse – szybką kolej, ekoautobusy itp. Natomiast na dystanse bliskie jedynym rozwiązaniem wydaje się masowe użycie high-tech roweru.

W przyszłości spadnie również dalekodystansowy transport osób na skutek rozwoju możliwości telepracy i telekonferencji, zwłaszcza we wsparciu rozwiązaniami typu „rzeczywistość wirtualna”.

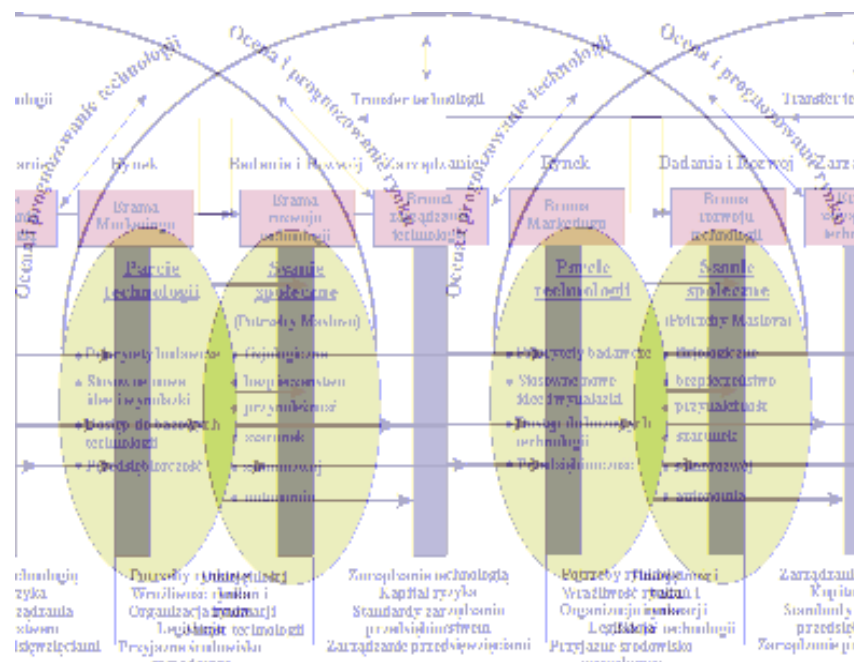
Właściwe poznanie obiegu wody, właściwa gospodarka ściekami (jako źródłem wody), energii (biogaz) i surowców jest dopiero na początku swego rozwoju. Przy dobrej technologii przetwarzania ścieków możemy zwrotnie dostać wodę, biogaz i cały szereg surowców. Mimo to, trzeba będzie odkrywać nowe ujęcia i źródła, bądź odsalać wodę morską i tak nią zarządzać, by nie dopuścić do obniżenia poziomu wody gruntowej, a przywrócić stan optymalny środowiskowo i klimatycznie.

Rosnące stężenie CO₂ w atmosferze to przedmiot wielkiej troski uczonych, jako że może być bezpośrednią przyczyną efektu cieplarnianego, topnienia lodowców i innych zmian klimatycznych. Pewną nadzieję budzi fitoplankton zalegający górne warstwy mórz i oceanów i jego uprawa. Jak się okazuje, pełen cykl pochłaniania węgla (CO₂) przez fitoplankton wynosi około tygodnia, podczas gdy na pełną sprawność lasu trzeba czekać około 20 lat, do tego morski fitoplankton można nawozić i sztucznie zwiększać jego wzrost i liczbę. Nie są jedynie znane długofalowe efekty takich zabiegów i na tym skupiają się obecnie badania.

Większość zarysowanych tu możliwości rozwiązań nowej ekogospodarki, czy to w sferze inżynierii czy biotechnologii, nie zaistnieje na masową skalę, jeśli nie będą im towarzyszyły systemowe zmiany w naszym sposobie widzenia gospodarki i szeroko pomyślanej implementacji tego punktu widzenia.

Trzeba więc ekogospodarkę wesprzeć szeroko pojętą edukacją, badaniami i innowacjami technologicznymi. Zakres i zasięg edukacji musi być bardzo szeroki, łącznie z wychowaniem, nie tylko w szkołach, ale także multimedialnie. Ekogospodarka wygeneruje cały szereg nowych zawodów i nowych dziedzin przemysłu. Do tych zawodów trzeba ludzi przygotować, dać im nową wiedzę: ekowiedzę, ekoinżynierię i nowe umiejętności szerokiego systemowego postrzegania zjawisk i ich konsekwencji bliskich i dalekich.

Jak wiele przeszkód trzeba pokonać przy wprowadzaniu nowości na rynek pokazuje rys. 2.



Rys. 2. Konceptualna ilustracja transferu technologii i idei przez trzy bramy rozwoju systemu gospodarczego

Powoli wkraczamy w etap społeczeństwa wiedzy i możemy wykorzystać stojące za tym możliwości. Coraz większy wpływ będą też miały osiągnięcia badawcze nanotechnologii, biotechnologii i bioinżynierii, co zmusza nas do odpowiedniego przygotowania naszych absolwentów.

Bioregeneracja

W naukach technicznych od dawna zaczęto podpatrywać naturę po to, aby przenieść niektóre mechanizmy przyrody na grunt techniki. Człowiek chce budować coraz bardziej doskonałe maszyny, którym można byłoby zlecić wykonanie pracy. Zwłaszcza chcemy zmniejszyć czas tracony na kontrolę stanu maszyn, lokalizację uszkodzeń oraz ich usuwanie. Dobrze by było, gdyby takie mechanizmy były wbudowane w system techniczny i wykonywałyby się automatycznie. W niektórych organizmach żywych procesy te zachodzą niejako automatycznie.

Człowiek zmierza do budowania systemów technicznych zawierających cechy, które charakteryzują organizmy żywe, m.in. takie jak: samoodtwarzanie, samodoskonalenie, samodostrajanie czy samoregeneracja. Są to tylko niektóre cechy samoorganizacji rozumianej jako charakterystyczna zdolność systemów do nieprzerwanego przystosowywania się do zmieniających się wewnętrznych i zewnętrznych warunków ich istnienia oraz nieprzerwanego doskonalenia się zachodzącego.

wania wobec niezmiennych warunków, z uwzględnieniem przeszłego doświadczenia. Badanie tych procesów ma nie tylko wartość w biologii, ale także dla wykorzystania mechanizmów przyrody w tworzeniu systemów technicznych.

Proces wnioskowania o stanie obiektu i wynikające z niego działania z obiektem obejmuje następujące kolejno po sobie trzy procesy:

- diagnozowanie – zespół działań mający na celu określenie stanu systemu technicznego, ze względu na pojawiające się uszkodzenia;
- lokalizacja uszkodzeń – rodzaj kontroli obiektów uszkodzonych, mającej na celu określenie miejsca i rodzaju uszkodzenia;
- regeneracja – proces przywracania stanu zdadności części (wymiarów, kształtów lub uszkodzeń).

Relacje zachodzące pomiędzy tymi procesami w ujęciu potrzeb samoregeneracji są definiowane w zakresie: diagnozowanie a samodiagnozowanie, lokalizacja a samolokalizacja, regeneracja a samoregeneracja.

Regeneracja w organizmach żywych to proces odtwarzania się zużytych lub utraconych jego składników.

Można wyróżnić regenerację na różnych poziomach, tj. na poziomie narządów, tkanek i komórek. Na przykład u pierwotniaków mamy do czynienia tylko z ostatnim typem regeneracji, ale jest to też regeneracja obejmująca cały organizm, składający się z jednej komórki. U zwierząt wyższych wysokiemu różnicowaniu komórek i tkanek odpowiada szersza lokalizacja tych procesów i im dalej zaawansowane ewolucyjnie jest zwierzę, tym mniejsze są jego zdolności regeneracyjne. Jednym z celów badań nad regeneracją jest zbadanie wszystkich czynników pobudzających i hamujących regenerację.

W zjawiskach regeneracji pierwszorzędną rolę odgrywają kwasy nukleinowe zlokalizowane w jądrze każdej komórki i potrzebne do syntezy białek. Informacja genetyczna i regeneracyjna zakodowana jest w strukturze chemicznej DNA (tj. kwasu dezoksyrybonukleinowego), jest to jakby odpowiednik pamięci stałej w komputerach. Do przekazania układom regulacji programów tworzenia struktur z DNA służy substancja RNA (tj. kwas rybonukleinowy), która uczestniczy bezpośrednio w biosyntezie białka. Spełnia ona w organizmach żywych rolę „posłańca”, przenoszącego wzory morfogenetyczne z jądrowego DNA, realizując je następnie w procesach regeneracyjnych.

Substancję tę można uważać za pamięć operacyjną krótkotrwałą. U zwierząt wyższych istotny jest wpływ unerwienia na regenerację, np. odnerwiona kończyna płazów nie regeneruje się. Wynika stąd wniosek, że części organizmu regenerujące się muszą być połączone z centralnym systemem sterującym.

W procesach regeneracji decydującą rolę odgrywają czynniki fizjologiczne, ponieważ istotniejsza jest regeneracja funkcji niż struktury. Stąd też wypływa wniosek dotyczący regeneracji w systemach technicznych, który zostanie uwzględniony w dalszej części pracy.

W organizmach żywych można wyróżnić różne rodzaje regeneracji:

Przebudowa – bierze w niej udział cały organizm. Proces ten nie jest umiejscowiony tylko w okolicach zranienia, ale ma charakter ogólny. Zjawisko

to występuje np. u pierwotniaków, gdzie odcięcie jednej szczeci u stylonychii powoduje, że cały osobnik przechodzi reorganizację połączoną ze zniszczeniem wszystkich starych struktur i regeneracją nowych. W systemach technicznych (ST) są to sieci polimorficzne, tj. o zmiennej strukturze. Jest to bardzo perspektywiczny kierunek.

Dobudowa – występuje przede wszystkim w bezpośrednim sąsiedztwie ran, po dokonaniu przecięcia (np. u płazów). W systemach technicznych jeszcze prawie nie stosowana, ale wydaje się, że będzie stosowana w przyszłości.

Odbudowa – zachodzi w wyniku uszkodzenia części organizmu. Może zachodzić po amputacji. Wynikiem jest odrośnięcie tego samego organu (np. u jamochłonów mogą regenerować całe osobniki z małych fragmentów) lub zupełnie innego organu (np. zregenerowanie oka na miejscu odciętego czułka u skorupiaków). Odchylenia w regeneracji tego typu mogą być nie tylko natury jakościowej, ale i ilościowej (np. odrośnięta kończyna może mieć mniej palców niż normalnie). Istnieje możliwość odbudowy także po autotomii, tj. po samorzutnym odrzuceniu niektórych części ciała (np. ogon u jaszczurki).

Wydaje się, że ten rodzaj regeneracji może mieć szczególne zastosowanie w technice kosmicznej, gdzie nieraz w pewnych warunkach trzeba zdecydować się na odrzucenie w przestrzeń kosmiczną części elementów systemu, a elementy będące w rezerwie zastosować do wykonywania potrzebnych funkcji. Obecnie w technice wymieniona metoda regeneracji jest stosowana przez naprawę uszkodzonych elementów systemu, lecz jest ona uboga w stosunku do funkcji, jakie spełnia w organizmach żywych.

Wymiana – bodźcem do niej nie jest uszkodzenie urazowe. Niektórzy autorzy twierdzą, że regeneracja fizjologiczna jest reakcją na niekorzystne zmiany w środowisku. Wynikiem tego typu regeneracji jest wymiana starych elementów na nowe, np. u człowieka ulegają wymianie czerwone ciała krwi, szpik kostny, komórki nabłonka. W technice metoda ta szeroko rozpowszechniona i stosowana przez odnowę.

Kompensacja uszkodzeń – występuje np. w układzie dwóch nerek, gdy jedna nerka jest uszkodzona, w drugiej następuje przerost kompensacyjny, spowodowany przejęciem funkcji drugiej nerki. Podobnie jest w układzie nerwowym, w którym funkcje uszkodzonego elementu dzięki stałemu istnieniu połączeń natychmiast automatycznie przejmuje sąsiad, pogarszając nieco tylko optymalność realizacji zadania, które spełnia dany układ. Kompensacja może być lokalna, jak w powyższym przykładzie, oraz globalna typu dynamicznego. Ten rodzaj regeneracji jest szczególnym przypadkiem i w technice stosowany jest w sieciach polimorficznych – w systemach cyfrowych i sieciach komputerowych. W wyniku uszkodzenia elementu sieci, przerwane połączenia mogą być automatycznie nawiązywane, a powstałe połączenia pasożytnicze przerwane.

Wymienione rodzaje regeneracji organizm żywy może osiągnąć różnymi sposobami, bądź to za pomocą przewidzianego programu zapisanego w DNA, bądź uczenia się, tj. samoprogramowego mechanizmu regeneracji.

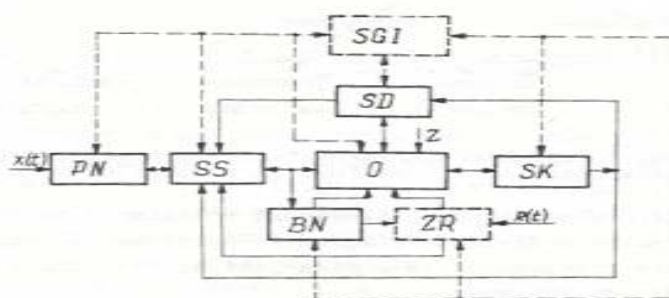
Różnorodne formy uczenia się umożliwiają kompensację uszkodzonych elementów, np. uszkodzenie wzroku, powoduje wyostrenie innych zmysłów. Przez uczenie się, zbieranie informacji o swojej pracy, można będzie w systemach technicznych dopasowywać swoją strukturę i funkcję do danej klasy zadań w ten sposób, żeby korzystać z mniejszej liczby elementów niż na początku, a zaoszczędzone w ten sposób elementy przeznaczyć na rezerwę, przez co niezawodność systemu wzrośnie.

Wydaje się, że wszystkie wymienione rodzaje regeneracji organizmów żywych mogą być w przyszłości zastosowane w różnym stopniu do systemów technicznych.

Organizmy żywe czerpią z otoczenia pokarm zawierający cząsteczki niezbędne do tworzenia lub odtwarzania swoich organów. Podobnie system techniczny musi dysponować „pokarmem” czy „środowiskiem”, co jest rezerwą gotowych elementów realizujących określone funkcje logiczne lub sieci złożone z jednakowych elementów, w których automatycznie można usuwać zbędne połączenia drogą np. optyczną, elektryczną, czy działaniem pól fizycznych.

Zasadniczym celem samoregeneracji może być odtworzenie struktury bądź funkcji, stąd można ją podzielić na strukturalną i funkcjonalną. Samoregeneracja strukturalna polega na przywróceniu poprawnego funkcjonowania systemu przez odtworzenie starej struktury. Zachodzi ona w warunkach rezerwacji nieobciążonej. W systemach technicznych coraz częściej będzie występować problem samoregeneracji funkcjonalnej (np. regeneracja mocy obliczeniowej czy ustalonego obciążenia), która odbywa się przez rekonfigurację struktury. Wydaje się, że najtrudniejsze i najważniejsze problemy leżą w regeneracji funkcjonalnej, w której zmiana struktury jest podporządkowana odtworzeniu funkcji systemu. Regeneracja funkcjonalna będzie zachodzić najczęściej w warunkach rezerwacji obciążonej, bądź w warunkach rezerwacji obciążonej i nieobciążonej.

Biorąc pod uwagę różne mechanizmy regeneracji w organizmach żywych oraz obecne i perspektywiczne możliwości techniczne, proponuje się model samoregeneracji systemu przedstawiony na rys. 3. Realizacja tego modelu następuje za pomocą środków programowo-sprzętowych w sposób automatyczny.



Rys. 3. Funkcjonalny model samoregenerującego systemu: O – obiekt (system dyskretny), SK – system kontrolny, SD – system diagnostyczny, SS – system sterujący, PN – pamięć programów naprawy, ZR – zasoby rezerwowe, BN – blok naprawczy, SGI – system gromadzenia informacji, $X(t)$ – wejście do wprowadzania programów naprawy, $R(t)$ – wejście do wprowadzania zasobów rezerwowych, Z – zakłócenia

Podobnie jak w organizmach żywych, w pewnych warunkach będzie zachodzić inhibicja (zahamowanie) procesów samoregeneracji, a w innych aktywacja. Szczególną rolę w procesach inhibicji i aktywacji ma SGI, który gromadzi doświadczenia o uszkodzeniach, samoregeneracji itp. Wobec pewnych uszkodzeń w wyniku doświadczeń może okazać się, że stosowany dany rodzaj regeneracji jest nieopłacalny ze względu na długi czas trwania, co ma poważne następstwa w działaniu ST, np. duże koszty spowodowane niedziałaniem, bądź duże przeciążenie dobrych elementów na czas samoregeneracji powoduje duże ich zużywanie. W takich przypadkach może okazać się, że lepiej zastosować inny rodzaj samoregeneracji, bądź zastosować inne środki techniczne, mimo że np. nie osiągnie się wymaganego poziomu dostępności funkcjonalnej.

Prognozowanie niezawodności maszyn

Do istotnych problemów poprawności pracy maszyny należy zaliczyć możliwość przewidywania zmian jej stanu metodami diagnostyki technicznej. Miary stanu technicznego odzwierciedlane szeregiem czasowym wielkości adekwatnych do starzenia i zużywania się maszyn, przetworzone na miary niezawodności, są podstawą:

- oceny stanu aktualnego;
- oszacowań wartości alarmowej i awaryjnej;
- predykcji stanu w zadanym horyzoncie czasowym;
- predykcji czasu do awarii;
- wyboru adekwatnej do problemu procedury prognozowania.

Warunkiem podstawowym powodzenia w tych rozważaniach jest założenie równomiernego zużywania się maszyn, czyli znajomość trendu mierzonych wielkości (w niezawodności – znajomość intensywności uszkodzeń).

Z wielu wskaźników oceny niezawodności obiektów oraz wskaźników skuteczności eksploatacji najczęściej stosowanymi są:

1. Liczbowe wskaźniki niezawodności: liczba uszkodzeń na jednostkę czasu pracy obiektu, gotowość obiektu itd., do których wyznaczenia potrzebna jest znajomość łącznego czasu pracy, czasu naprawy, liczby uszkodzeń w zadanym czasie.
2. Funkcyjne wskaźniki niezawodności: funkcja niezawodności, funkcja intensywności uszkodzeń, funkcja rozkładu uszkodzeń, funkcja odnowy, umożliwiające wyznaczenie parametrów modeli matematycznych (czas pracy do uszkodzenia, czas pracy między uszkodzeniami, czas trwania odnowy). Wymagana jest tu znajomość historii stanów badanych obiektów.
3. Parametryczne wskaźniki niezawodności obiektu, określające prawdopodobieństwo zgodności cech mierzalnych obiektu w zadanym przedziale czasu eksploatacji.

4. Modele procesu powstawania uszkodzeń wyznaczone na podstawie analizy procesów fizykochemicznych zachodzących w obiekcie.

5. Diagnozowanie stanu niezawodnościowego obiektu poprzez wyznaczenie tendencji zmian wskaźników niezawodności czy ustalania słabych ogniw.

6. Prognozowanie stanów niezawodnościowych obiektu według modeli matematycznych procesu powstawania uszkodzeń.

7. Wyznaczanie skuteczności eksploatacji w oparciu o informację o zmieniającym się stanie obiektu, modernizacji i obsłudze.

Z wielu wskaźników oceny niezawodności obiektów, szczególnie obiektów nienaprawialnych, najszerze zastosowanie uzyskał wskaźnik intensywności uszkodzeń, który jest podstawową charakterystyką rozkładu trwałości. Przebieg tej funkcji zależy od własności fizycznych wytworów, od warunków ich pracy oraz od przyjętych kryteriów uszkodzeń. Dla rozkładu wykładniczego intensywność uszkodzeń jest stała, niezależna od czasu badania, co znacznie upraszcza tok obliczeń [3, 8, 12].

Prognozowanie niezawodności maszyn, oprócz ustalenia jej modelu niezawodnościowego, wymaga znajomości podstawowych charakterystyk niezawodnościowych, a zwłaszcza zależności intensywności uszkodzeń od warunków obciążenia mechanicznego, elektrycznego i temperaturowego oraz wpływu warunków środowiskowych.

Z opisanych w literaturze i stosowanych praktycznie systemów prognozowania niezawodności przyrządów półprzewodnikowych największą popularność uzyskał system amerykański. Opiera się on na badaniu wpływu wielu czynników określających intensywność uszkodzeń w analitycznym zapisie modelu empirycznego. Dokładność tych modeli i wynikająca z nich wiarygodność prognozowania niezawodności zależą w głównej mierze od dokładności danych empirycznych, pochodzących z badań laboratoryjnych lub eksploatacyjnych [5, 10, 12].

Przedstawione badania podają zatem intensywność uszkodzeń w uwarunkowaniach wielu czynników środowiskowych i eksploatacyjnych, wyznaczając głównie czas poprawnej pracy. Nie określają zaś, w sensie definicyjnym, prognozy niezawodności badanych układów, czyli np. czasu do awarii, zmienności miar stanu niezawodnościowego na określony horyzont prognozy, terminu kolejnego badania, wartości granicznych i alarmowych.

Istnieje zatem pilna potrzeba transformacji wiedzy z dziedziny prognozowania diagnostycznego, stosunkowo dobrze już opracowanego w teorii i praktyce, na grunt prognozowania niezawodności maszyn.

Optymalna diagnoza prognostyczna powinna więc być stabilna w całym okresie prognozowania stanu i stąd konieczność badania jej wrażliwości na czynniki charakterystyczne dla eksploatacji maszyny. Schemat budowy diagnozy prognostycznej składa się z:

- wyboru optymalnego zbioru parametrów diagnostycznych,
- wyboru optymalnej metody prognozowania,
- oceny jakości diagnozy prognostycznej.

Zjawiska zużycia zespołów maszyny są bardzo złożone i na ich kształtowanie wpływa zwykle wiele czynników, stąd uwzględnienie wszystkich jest niemożliwe. Najważniejszymi wśród nich są:

- 1) minimalna liczba punktów czasowych niezbędna do uruchomienia predykcji;
- 2) zmienna niezawodność zespołów maszyny w czasie ich eksploatacji, wynikająca np. z wymiany lub regulacji zespołów oraz zmiennych warunków eksploatacji (warunki drogowe, warunki klimatyczne, jakość obsługi), powodująca skokowe zmiany wartości parametrów diagnostycznych;

3) maksymalna wartość kroku czasowego;

4) liczność optymalnego zbioru parametrów diagnostycznych.

Optymalną metodę prognozowania wybiera się na podstawie niektórych kryteriów, pozostałe traktując jako czynniki na nią wpływające. Najważniejsze wśród nich to:

- 1) horyzont prognozy;
- 2) minimalna liczba punktów czasowych do uruchomienia predykcji;
- 3) liczba punktów czasowych przed czasem t_b przyjmowana do obliczenia diagnozy prognostycznej;
- 4) zmienna niezawodność zespołów w czasie eksploatacji, powodująca skokowe zmiany wartości parametrów diagnostycznych.

Przy założeniu małych zakłóceń oraz monotonicznym przebiegu procesów zużywania się obiektu, możliwe do wykorzystania w prognozowaniu stanu są następujące modele:

1) model liniowy: $S_L = S_0 + \lambda_L(\theta) + N(\theta)$;

– formuła do predykcji: $S_L^P[\theta + H_p] = S(\theta) + \lambda_L H_p$;

– model trendu: $W_L = \frac{dS_L}{d\theta} = \lambda_L + \frac{dN(\theta)}{d\theta} = const + N'_L$;

2) model liniowo-kwadratowy: $S_{LK} = S_0 + \lambda_{LK}(\theta) + \beta_{LK}\theta^2 + N(\theta)$

– formuła do predykcji: $S_{LK}^P[\theta + H_p] = S(\theta) + \lambda_{LK} H_p + \beta_{LK} (2n+1)H_p^2$;

– model trendu: $W_{LK} = \frac{d^2 S_{LK}}{d\theta^2} = 2\beta_{LK} + \frac{d^2 N(\theta)}{d\theta^2} = const + N'_{LK}(\theta)$;

3) model eksponencjalny: $S_E = S_0 \exp[\lambda_E(\theta)] + N(\theta)$;

– formuła do predykcji: $S_E^P[\theta + H_p] = S(\theta) \exp(\lambda_E H_p)$;

– model trendu: $W_E = \frac{d \ln S_{KE}}{d\theta} = \lambda_E + \frac{d \ln[N(\theta)]}{d\theta} = const + N'_E(\theta)$;

4) model kwadratowo-eksponencjalny: $S_{KE} = S_0 \exp[\lambda_{KE}(\theta^2)] + N(\theta)$;

– formuła do predykcji: $S_{KE}^P[\theta + H_p] = S(\theta) \exp[\lambda_{KE} (2n+1)H_p^2]$;

– model trendu: $W_{KE} = \frac{d^2 \ln S_{KE}}{d\theta^2} = 2\lambda_{KE} + \frac{d^2 \ln[N(\theta)]}{d\theta^2} = const + N'_{KE}(\theta)$.

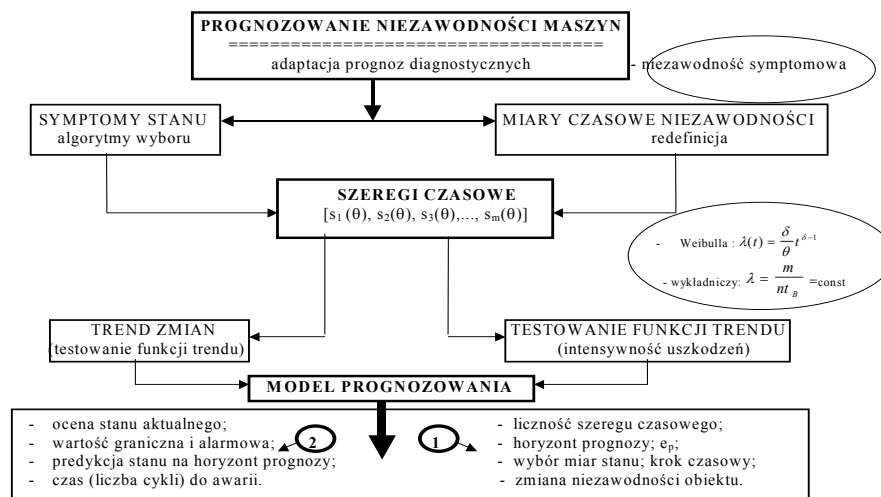
gdzie:

- S_0 – pierwszy odczyt symptomu,
- H_p – horyzont prognozy,
- $\lambda_L, \lambda_{LK}, \lambda_E, \lambda_{KE}$ – parametry prędkości zużywania,
- β_{LK} – przyspieszenie zużywania się.

Wielkości α i β należy oszacować z ciągu obserwacji symptomów do predykcji $S_{n+1} = S[\theta + H_p]$.

Wyboru modelu trendu dokonuje się przy założeniu zerowych wartości średnich różniczkowych zakłóceń N w skali czasu θ , co daje możliwość oszacowania parametrów α i β . Dokonuje się wyboru tego trendu, którego oszacowanie wskaźnika jest najbardziej zbliżone do wartości stałej (wariancja najbliższa średniej).

Jak dotąd, w obszarze niezawodności maszyn możliwe jest prognozowanie czasu poprawnej pracy wybranej grupy maszyn, z uwzględnieniem różnych czynników środowiskowych, w oparciu o modele empiryczne.



Rys. 4. Schemat adaptacji prognozowania DT do niezawodności maszyn

Definicyjne określenie wielu wskaźników niezawodności w kategoriach czasowych stwarza możliwość budowy szeregów czasowych tych miar, na podstawie których można adaptować wiele metod prognozowania diagnostycznego (rys. 4) do obszaru prognozowania niezawodności maszyn.

Podsumowanie

Problemy i wyzwania nadchodzących czasów są z konieczności przedstawione fragmentarycznie i ilustrują tylko wybrane zagadnienia kształtujące śro-

dowisko techniczne. Rozważania techniczne z zakresu bioregeneracji i mało rozpoznanej problematyki prognozowania niezawodności maszyn wskazują na wiele zadań i potrzeb w dziedzinie racjonalnej eksploatacji maszyn.

Piśmiennictwo

1. Babik W.: Ekologia informacji – wyzwanie XXI wieku. <http://galaxy.uci.edu.pl/>
2. Cempel C.: Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn. WNT, Warszawa 1982.
3. Cempel C.: Społeczeństwo wiedzy – nowy wymiar kreowania i użytkowania wiedzy. Nauka, 3, 137 – 146, 2002.
4. Cempel C.: Nowoczesne zagadnienia metodologii i filozofii badań (wybrane zagadnienia dla studiów doktoranckich i podyplomowych). E – skrypt, <http://neur.am.put.poznan.pl>
5. Goetz J.: Regeneracja w systemach technicznych a organizmy żywe. Prace naukowe Inst. Cybernetyki Technicznej, Pol. Wroclawska, 22, 1975.
6. Migdalski J. (red): Inżynieria niezawodności. Poradnik. ZETOM, ATR, 1992.
7. Niziński S., Żółtowski B.: Informatyczne systemy zarządzania eksploatacją obiektów technicznych. Olsztyn-Bydgoszcz, 334, 2001.
8. Niziński S., Żółtowski B.: Zarządzanie eksploatacją obiektów technicznych za pomocą rachunku kosztów. Olsztyn-Bydgoszcz, 156, 2002.
9. Żółtowski B.: Badania dynamiki maszyn. Bydgoszcz, 335, 2002.
10. Żółtowski B., Niziński S.: Modelowanie procesów eksploatacji maszyn. Bydgoszcz-Sulejówkę, 250, 2002.

Streszczenie

Zaawansowane społeczności świata odchodzą powoli od gospodarki opartej na przetwarzaniu informacji i zmierzają do gospodarki, a lepiej społeczeństwa, opartego na przetwarzaniu i tworzeniu wiedzy. Artykuł jest próbą ujęcia rozmiaru tej aktywności ludzkiej: od badań naukowych do administracji i polityki, widzianej przez pryzmat wiedzy i technologii informatycznych.

Ekogospodarka i jej wyzwania to kolejne zagadnienie, stanowiące podstawę rozważań bioregeneracji i prognozowania niezawodności maszyn.

Summary

The advanced communities of world aim from leaning on information processing to economy slowly, and better society, leaning on processing and creating knowledge. It test of formulation size this human activity in article introduced was; from scientific investigations to administration and policy, in whole seen through prism and technology computer knowledge range.

Ekoindustry and her challenge this making up the basis of considerations of bioregeneration and forecasting of reliability of machine engines.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Krasowski