Józef FLIZIKOWSKI
Zakład Systemów Technicznych i Ochrony Środowiska
Instytut Technik Wytwarzania
Wydział Inżynierii Mechanicznej UTP w Bydgoszczy

Kognitywne monitorowanie przetwórstwa

Streszczenie

W pracy omówiono podstawy poznawczego monitorowania czynnego, twórczego i poznawczego sterowania procesami maszynowymi, systemami technicznymi, technologiami przetwarzania żywności oraz środowiskiem.

Słowa kluczowe: *monitorowanie, sterowanie kognitywne*

Cognitive machinery processes monitoring

Summary

The work discusses the basics of active monitoring, creative and cognitive machinery process, technical systems, food processing technologies, and the environment control.

Key words: *monitoring, cognitive control*

Wprowadzenie

Tworzymy dla zaawansowanego przemysłu. Zaawansowanego optymalizacją i instrumentalizacją przetwórstwa, polepszającego środowisko, a szczególnie dobra pobrane ze środowiska i następstwa przejęte przez środowisko. Synonimem zaawansowania jest dziś kognitywne monitorowanie (auto-monitorowanie) technologicznych procesów przetwarzania żywności. Obecny stopień zaawansowania auto-monitorów aktywnego monitorowania z wykorzystaniem systemów poznawczych jest z pewnością niewystarczający, żeby myśleć o takich ich wdrożeniach, które w pełni przejęłyby rolę badań, poznania i tworzenia zmiennych procesu w rzeczywistych, zaawansowanych aplikacjach przemysłowych (Bieliński, Flizikowski 2013; Flizikowski 2013; Paska 2010; Popczyk 2010; Tomporowski 2011).

Architektura systemów agentowych, która obecnie najlepiej pasuje do koncepcji auto-monitora i dalej do budowy systemu sterowania poznawczego, wykorzystywana jest w inżynierii programowania (Bieliński, Flizikowski 2008; Niederliński 1987; Palmowski 2012). Rozwiązania tego typu są naturalnie przystosowane do uruchamiania w dużych lub niepewnych środowiskach, np. w sieciach komputerowych, gdzie może zajść awaria łącza, awaria komputera lub destruowanie obliczania przez błędne dane. Jednak liczba sytuacji nieprzewidywalnych w takim środowisku jest o rzędy mniejsza od liczby możliwych awarii w dużych spożywczych, energetycznych, chemicznych instalacjach przemysłowych. Oprócz wielości sytuacji awaryjnych, istotniejsza jest ich duża różnorodność. To właśnie stanowi jedno z głównych założeń do sformułowania problemów stojących na drodze wdrożeń aktywnego monitorowania za pomocą poznawczych systemów sterowania – auto-monitora (Flizikowski 2013; Bieliński, Flizikowski 2008; Palmowski 2012).

Drugim założeniem do sformułowania, a w konsekwencji rozwiązania problemu jakie muszą przyjąć twórcy tego typu rozwiązań, jest zapewnienie determinizmu działania i, co za tym idzie, bezpieczeństwa pracy instalacji. Stwierdzić można, że obecnie znane metody i algorytmy nie są na tyle rozwinięte, aby można nazywać je aktywnymi poznawczo, kompletnymi systemami sterowania poznawczego. Niemniej jednak mają one już pewne cechy, którymi tego typu systemy powinny się charakteryzować (Bieliński, Flizikowski 2008; Flizikowski, Bieliński 2013). Rozwój tego typu zaawansowania przemysłu będzie postępował, szczególnie, że tematyka systemów poznawczych stanowi przedmiot badań dużych korporacji. Samoloty bezzałogowe, rozpoznawcze, wywiadowcze, obronne są bliskim ideowo przykładem auto-monitorowania.

Istota monitorowania

Istota auto-monitora

Monitor, to w średniowiecznej Anglii, uczeń bardziej zaawansowany, uczący kolegów, zastępujący nauczyciela. Dla obiektów technicznych wyróżniono przedrostek auto-, podkreślając role samosterowania, automatyki i robotyki w zastępowaniu inżyniera, twórcy techniki.

Problem auto-monitora (auto-kreatora, auto-cognitora, auto-kognitora), jako **pierwsze pytanie**, sprowadza do określenia: kto zastępuje mistrza (właściciela), inżyniera, uczonego (twórcę, innowatora) technologii przetwarzania, co zastępuje mądrość, poznanie, wprawę? Czy jest to autonomiczny system techniczny (automatyczny, robotyczny, poznający i sterujący), który czynnie monitoruje proces przetwarzania dóbr środowiska naturalnego dla uzyskania produktów i usług, a przede wszystkim wiedzy, dla sterowania (w sprzężeniu zwrotnym) parametrami tego samego systemu technicznego i dobrami środowiska? Rodzi się więc pomocnicze pytanie: kto, co, kogo zastępuje w poznaniu, czynnościach, środkach i sposobach życia oraz rozwoju środowiska, w tym systemu technicznego i człowieka?

Odpowiedź na pytanie kto, co zastępuje, w powszechnym znaczeniu – środowiskowo-technicznym, ujawnia się w tym, że monitor (również auto-monitor) to, np.: autopilot – zastępujący pilota; dalej system inteligentnego budynku – zastępujący gospodarzy, zarządzających mieszkaniem; sztuczna inteligencja – systemy informatyczne zastępujące poznanie,

pobrano z www.ips.wm.tu.koszalin.pl

wiedzę, uczenie się, twórców, właścicieli systemów (strefę graniczną), budujących i eksploatujących samoloty (system techniczny), ale jeszcze nie całkowicie polepszających środowisko (otoczenia).

Drugie pytanie, w znaczeniu życia i rozwoju, sprowadza problem auto-monitora do: **z jednej** strony – strategii ontologicznej, bytu i rozwoju człowieka (dobrej kultury, wiedzy; lepszego środowiska, najlepszego systemu technicznego), różnicowania się budowy i funkcji organizmu (automatu, technologii), w tym także zachodzących zmian, pod wpływem czynników środowiskowych, które powodują następstwa strukturalne, emocjonalne lub społeczne. Z **drugiej –** auto-monitor, to strategia ewolucji (strefa graniczna), ciągle (jeszcze) żywa, udokumentowana obserwacjami wywodzącymi się z paleontologii, biochemii, biologii molekularnej, genetyki, anatomii porównawczej, embriologii i biogeografii. Teoria ta wyjaśnia mechanizmy powstawania nowych gatunków i przyczyny różnorodności form biologicznych, a zarazem ich jedność, objawiającą się chociażby w powszechności występowania kwasów nukleinowych. **Z trzeciej strony,** obronnej, bezpieczeństwa, asekuracji, auto-monitor – to strategia immunologiczna (regulowanie, kompensowanie zakłóceń, ochrona zdrowia, ulepszanie środowiska żywności). *Immunologia* (łac. *immunitas* to uwolnienie od obciążeń), w tym wypadku uwolnienie od następstw błędu systemu technicznego (z założenia -polepszającego środowisko), niebezpieczeństw zachorowania (uszkodzenia, zniszczenia, awarii). Immunologia – strategia (dziedzina nauki) z pogranicza biologii i medycyny zajmująca się biologicznymi i biochemicznymi podstawami reakcji odpornościowo-obronnej ustroju na patogen (dla auto-monitora – na zakłócenia) lub inne obce organizmowi substancje i ciała, jak np. toksyny lub transplantaty. Ponadto bada ona prawidłowość tejże reakcji i ewentualne jej zaburzenia.

Dla rozwiązania problemu auto-monitora przetwórstwa spożywczego ważne są przesłanki rozwoju: celowe zastępowanie twórcy, samo-zarządzanie życiem (bytem) i rozwojem produktu/produkcji, z aktywnym immunitetem, zwolnieniem z następstw (negatywnych) działania. Ewolucyjny rozwój, samoregulacja i aktywność auto-monitorowania inżynierii przetwórstwa spożywczego, są oparte o teorie, modele, idee, konstrukcje, sterowania, technologie tworzenia, przetwarzania, wytwarzania, eksploatacji dóbr odtwarzalnych i nieodtwarzanych, produktów i usług, wreszcie o aktuatory. Ewolucja (łac. *evolutio* – rozwinięcie, rozwój) - jest to ciągły proces, polegający na stopniowych zmianach cech gatunkowych kolejnych pokoleń wskutek eliminacji przez dobór naturalny lub sztuczny części osobników (genotypów) z bieżącej populacji. Wraz z nowymi mutacjami wpływa w sposób ciągły na bieżącą pulę genową populacji, a przez to w każdym momencie kształtuje jej przeciętny fenotyp. Zależnie od siły doboru oraz szybkości wymiany pokoleń, po krótszym lub dłuższym czasie w stosunku do stanu populacji wyjściowej, powstają tak duże różnice, że można mówić o odrębnych gatunkach (odrębnych utworach, wykreowanych przez system auto-monitora) produktu, procesu przetwórstwa spożywczego.

Ludzkie, medyczne (dość pobieżne) spojrzenie na auto-monitory procesów przetwarzania żywności, życia i rozwoju człowieka, środowiska, systemu technicznego (technologicznego, procesowego) wskazuje rozległość, głębię i złożoność poznania, kształtowania celów i koncypowania, aktualizacji nastaw, doboru warunków technicznych systemu/środowiska żywności/lekarstwa, przed którymi stoją specjaliści od monitorowania technologii żywności i żywienia człowieka.

Przedstawione cechy sterowania poznawczego nasuwają **trzecie pytanie**, czym tak właściwie jest auto-sterowanie poznawcze, aktywne monitorowanie twórcze, sterowanie odpowiedzialne?

Istota aktywnego poznawczo monitorowania

Okazuje się, że określenie pojęcia "poznanie" i "system poznawczy" nie jest jednoznaczne. W różnych źródłach występuje kilkadziesiąt definicji, mniej lub bardziej różniących się wzajemnie. Poniżej wymieniono główne cechy, które charakteryzują systemy sterowania poznawczego:

· wszystkie funkcje (pomiary, wnioskowanie, uczenie) zorientowane są na cel;

· cele i zachowania zmieniane są w sposób elastyczny w zależności od kontekstu sytuacyjnego i doświadczenia;

· może działać w nieznanym środowisku bez interwencji człowieka;

· jest w stanie współdziałać z ludźmi i innymi systemami poznawczymi, aby wspólnie rozwiązać złożone zadanie.

Aby osiągnąć cel, właściwości twórcze i odpowiedzialność, system musi być w stanie:

· "zrozumieć bieżącą sytuację" – w tym celu system kontroli poznawczej musi realizować kilka funkcji, takich jak (aktywne) wykrywanie, wydobywanie i pozyskiwanie istotnych informacji z doświadczeń i wiedzy wcześniej zdobytej; również musi on dbać o aktualizację tych informacji;

· „świadomie działać" na rzecz zmiany obecnej sytuacji i reagować na wszelkie nieprzewidziane zmiany w uzasadniony (niekoniecznie optymalny) sposób, działania obejmują podejmowanie decyzji, planowanie, rozumowanie, uczenie się i adaptację; ważną cechą jest to, że pełna informacja jest rzadko dostępna do budowy modeli, w związku z tym mechanizmy dla oceny obecnego stanu, jak również celowe zmiany tego stanu muszą być przeprowadzane na podstawie informacji częściowych/ niepewnych;

· „oceniać" wyniki pomiarów, analiz, poznania, twórczości i wszelkich następstw podejmowanych decyzji.

Na rysunku 1 pokazano propozycję architektury kognitywnego, aktywnego poznawczo auto-monitorowania, jego kluczowe elementy i relacje:

· **Percepcja.** Moduł odpowiedzialny za zbieranie danych z czujników oraz ich przetwarzanie. Dane dotyczące pomiarów realizowanych przez sensory stanowią informacje dla modułu uczącego i pozwalają modułowi sterowania na podejmowanie decyzji, które następnie wysyłane są do obiektu na bieżąco. Główny problem, który pojawia się w tym przypadku, to wydobycie z ogromu danych informacji istotnych, a pominięcie tych nieważnych lub też nieprawdziwych (np. będących wynikiem zakłócenia czy awarii), których użycie jest niepożądane.

· **Uczenie się.** Moduł odpowiedzialny za ciągłą aktualizację wiedzy o środowisku i adaptację do warunków aktualnych. Obok wspomnianych wcześniej problemów z kompletnością oraz poprawnością danych pojawiają się problemy z samą reprezentacją wiedzy w systemie oraz dezaktualizacją fak-

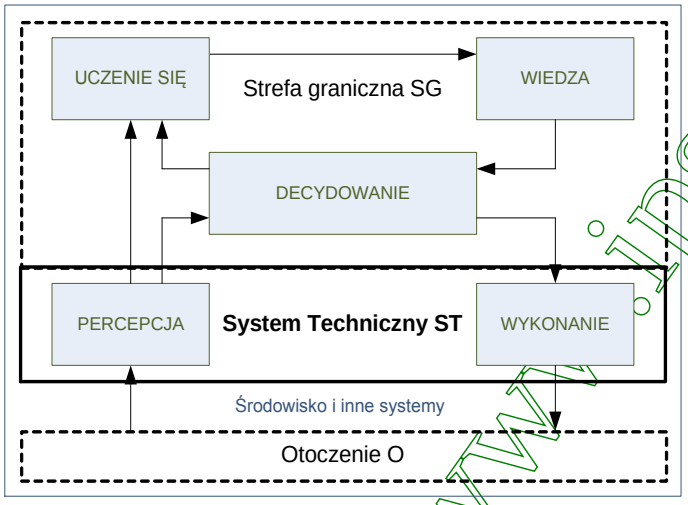
Portal www.ipo.wm.tu.koszalin.pl

tów już nieprawdziwych. Dużym wyzwaniem jest wyszukiwanie relacji czasowych i dynamicznych zależności, które w każdym rzeczywistym systemie występują i w sposób istotny wpływają na jego zachowanie.

· **Wiedza.** Moduł ten stanowi fundamentalną właściwość poznawczych systemów sterowania. Jest to pamięć systemu, w której zapisana jest wiedza o obiekcie. W odróżnieniu od klasycznych systemów sterowania, wiedza podlega ciągłemu procesowi aktualizacji i adaptacji. Wyzwaniem dla projektantów jest określenie reprezentacji informacji oraz dobór struktury, w której przechowywany jest zasób wiedzy.

· **Podejmowanie decyzji.** Zadaniem modułu decyzyjnego jest wyznaczenie akcji, które mają być zastosowane do obiektu. Moduł ten w oparciu o aktualne pomiary zebrane z sensorów oraz doświadczenia (zapisane w module wiedzy) wyznacza decyzje. Przesyłane są one do modułu wykonawczego i uczącego się. Moduł wykonawczy przesyła decyzje do obiektu, natomiast uczący uwzględnia decyzje w procesie uczenia do późniejszej oceny skutków decyzji. Głównym wyzwaniem dla projektantów systemu będzie utworzenie algorytmów, które mogą podejmować poprawne decyzje w sytuacji niepełnej informacji.

· **Wykonanie.** Zadaniem modułu wykonawczego jest przekazanie sygnału sterującego (wyznaczonego przez moduł decyzyjny) do obiektu, np. aktualizacja nastaw napędów.



Rys. 1. Ogólna struktura, elementy i relacje auto-monitorowania (Flizikowski, Bieliński 2013; Palmowski 2012)

Fig. 1. Overall structure: auto-monitoring elements and relationships (Flizikowski, Bieliński 2013; Palmowski 2012)

Kognitywistyka, nazywana inaczej nauką kognitywną lub nauką o poznaniu, zajmuje się zjawiskami dotyczącymi działania umysłu, w szczególności jego modelowaniem. Jest to nauka multidyscyplinarna, znajdująca się na pograniczu wielu dziedzin, takich jak psychologia poznawcza, neurobiologia, filozofia umysłu, fizyka i logika. Główne obszary badawcze w obrębie tej dziedziny to: reprezentacja wiedzy, język, uczenie się, myślenie, percepcja, świadomość, podejmowanie decyzji oraz inteligencja (inteligencja kognitywna). Celami kognitywistyki monitorowania są:

· poznanie, modelowanie, wyjaśnienie procesów myślowych i modelowanie inteligencji;

· ich symulacja komputerowa;

· rozwój różnych mniej i bardziej „inteligentnych" stanów i przemian urządzeń.

Patrząc na cechy poszczególnych modułów, można stwierdzić, że obecnie istnieją algorytmy, które można częściowo lub w pełni wykorzystać w budowie systemu aktywnego poznawczo auto-monitorowania. Głównie są to zdobycze sztucznej inteligencji, rozwiązania inspirowane biologią, neurologią, ewolucją czy nawet systemami immunologicznymi. Algorytmów tych używano z powodzeniem w badaniach operacyjnych, optymalizacji, klasyfikacji, w rozpoznawaniu wzorców, przetwarzaniu sygnałów i są one nadal rozwijane.

(Auto)monitorowanie: poznanie i tworzenie

Autopilot stanowi dobrą analogię auto-monitora inżynierii przetwórstwa spożywczego (IPS). Jakie są cechy wspólne autopilota lotniczego i auto-monitora IPS? Ze względu na życie, bezpieczeństwo pasażerów i załogi (pilota/pilotów), konstrukcja autopilota musi być bardziej niezawodna od innych typów auto-monitorów, chociaż życie i bezpieczeństwo konsumentów zależą również od inżyniera, twórcy, przetwórcy żywności.

Autopilot porównuje zmienne wejściowe otrzymane od pilota lub układu nawigacyjnego z wartościami rzeczywistymi (uchyb) i na tej podstawie (poznania) wytwarza sygnał sterujący, zapewniający odpowiednią stabilizację lub manewrowanie statkiem powietrznym. Generowanie uchybu odbywa się dla wybranego rodzaju regulacji, najczęściej typu PD lub PID ze stałymi współczynnikami wzmocnienia. Ze względu na zmieniające się warunki lotu (zmiana masy aerodyny, zjawiska związane ze zmianą wysokości lotu np. gęstość powietrza), konieczne jest stosowanie układu adaptacyjnego formułującego optymalne współczynniki wzmocnienia (najczęściej będące funkcją wysokości i prędkości lotu) dla bieżących stanów lotu. W skład autopilota wchodzą:

· czujniki monitorowania;

· żyroskopy prędkościowe, przyspieszeniomierze, przetworniki siły i położenia;

· sterowniki, dzięki którym pilot może dokonywać przełączenia pomiędzy rodzajami pracy autopilota;

· układy elektroniczne zliczające modulacje i demodulacje, wzmocnienia, przełączanie sygnałów, porównywanie i operacje logiczne;

· serwomechanizmy powodujące wychylenia powierzchni sterowych.

Mimo tak zaawansowanych rozwiązań technicznych, zastosowanych w konstrukcji autopilota, start oraz lądowanie samolotu są nadal wykonywane ręcznie przez pilotów. Autopilot włączany/wyłączany jest zazwyczaj na wysokości około 3500 m.

Odpowiadając na pytanie: Jakie są cechy wspólne autopilota lotniczego i auto-monitora IPS? Można stwierdzić, że sterowniczo, regulacyjnie i kompensacyjnie występuje pełne podobieństwo. Jedyna różnica polega na tym, że nie ma zakresu operacji w procesie, w którym osoba oddaje lub przejmuje rolę auto-monitora przetwórstwa! Podobnie jak samoloty, inne technologie, systemy techniczne, środowisko, żywność, źródła energii podlegają dziś intensywnemu monitorowaniu. Jednak głównym celem biernego monitorowania jest określenie stanu, przemian i zagrożeń środowiska, wynikających z zakłócających oddziaływań techniki (Burnewicz 2009; Macko i in. 2011; Kłos 2011).

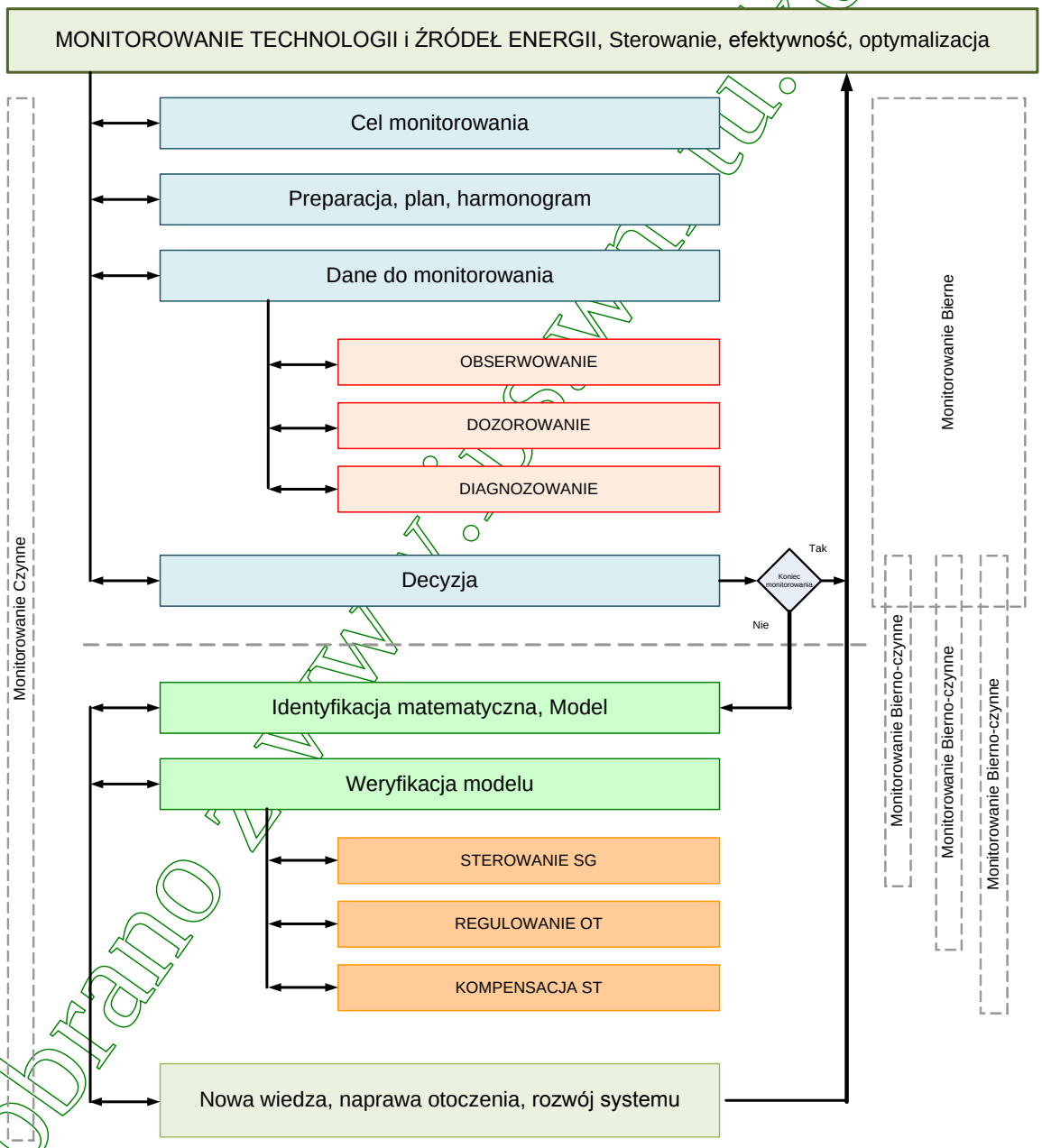
Pobrano z www.ips.uwm.edu.pl

Trzeba pilnie uruchomić aktywną, inteligentną, automatyczną i zintegrowaną stronę monitorowania procesu przetwarzania, nie tylko ze względu na system techniczny, ale również ze względu na środowisko, żeby systemy techniczne trawienia żywności, poprawiały środowisko (meliorowały je), same ulegały polepszeniu (optymalizowały się), a przede wszystkim żeby powstawała (dobra) wiedza i kultura doskonałego użytkowania, obsługiwania i zasilania środowiska oraz systemów technicznych. Aktywna, inteligentna, automatyczna i zintegrowana strona monitorowania procesu daje sie łatwo uruchomić przez wykorzystanie osiągnięć sterowania, regulacji i kompensacji układów (Niederliński 1987) (Rys. 1., Rys. 2.):

1. Sterowanie systemem, otoczeniem nazywa się taką przemianę, ujętą w modelu matematycznym, ich wejść w czasie, która zapewni osiągnięcie celu działania tego systemu lub otoczenia.

2. Regulacją systemu lub otoczenia (nowy, większy system) nazywa się taką przeminę, opisaną modelem matematycznym, która może być realizowana w obiegu technologicznym niezależnie od zakłóceń i zmian parametrów, przez ujemne sprzężenie zwrotne od wielkości wyjściowej.

3. Kompensacją wpływu zakłóceń i następstw systemu w środowisku i środowiska w systemie, przy którym wykorzystuje się modele matematyczne lub funkcje obiektów, wyniki pomiarów zakłóceń i następstw, nazywa się przemianę przetwarzania żywności, w obiegach technologicznych, która zmniejsza wpływ wymienionych zakłóceń i następstw na wielkość wyjściową megaukładu przetwórstwa lub środowiska (otoczenia).



Rys. 2. Ogólna struktura, elementy i relacje biernego, bierno-czynnego i czynnego monitorowania systemu (IS), procesu (IW), następstw procesu i produktu (ISW) (Flizikowski, Bieliński 2013)

Fig. 2. Overall structure: elements, relationships of system (IS), process (IW) and of the consequences of process and product (ISW) passive, active-passive and active monitoring (Flizikowski, Bieliński 2013)

Pobrano z www.tu.koszalin.pl

Ze względu na treść, zmienne i wskaźniki poznania rozwoju wyróżnia się działania auto-monitora według modelu, w którym występują zbiory danych (rejestracyjność), uprzywilejowane relacje (preferencyjność), rozległe połączenia zdarzeń, elementów (inteligencja), jako informacje dotyczące:

· struktury i charakterystyk systemu (IS);
· jakości produktu, efektywności procesu produkcyjnego, organizacji i badawczego (IW);
· systemu działania, oddziaływania λ systemu i produktu (ISW).

W ogólnym ujęciu efektywności działania, nieszkodliwości oddziaływania oraz jakości produktu wybranego procesu przetwarzania żywności, mamy fragmentaryczną relację kognitywną:

$$\lambda = \lambda\,[IS, IW, ISW] \qquad \textbf{(1)}$$

Wyniki badań właśnie w tych obszarach mają kluczowe znaczenie w rozwoju auto-monitorów IPS, gdyż:

· mogą pozwolić na poznanie mechanizmów systemu, procesu, produktu i następstw w takim stopniu, żeby możliwe było utworzenie ich sztucznych odpowiedników, modeli, które byłyby w stanie naśladować procesy: rozumienia, podejmowania decyzji i uczenia się,
· mogą również umożliwić lepsze poznanie współpracy człowiek (aktywny twórca) – maszyna i projektowanie maszyn z funkcjami poznawczymi, które pomogą ludziom skuteczniej wykonywać ich zadania.

Zaletą poznawczą auto-monitora jest to, że efekty wdrożenia aktywnego poznawczo monitorowania, rozwoju energomechanicznego inteligentnego systemu IPS, ujawniają się w postaci:

· wprowadzenia/wyprowadzenia nowoczesnej, oryginalnej wiedzy, strategii rozwoju inżynierii procesu, metodyki badań w oparciu o doświadczenia systemu monitorowania środowiska żywności: energetycznego, produktowego, naturalnego i ekonomicznego,
· normatywnej zgodności monitora, kompatybilności z kierunkami rozwoju i metodyką badań stosowaną w Europie/świecie,
· efektywnego ograniczenia, zmniejszenia zużycia nośników, surowców, tworzyw i materiałów (zmniejszenie energochłonności) przez poszczególne obiekty – elementy techniczne,
· ograniczenia emisji CO_2, zwiększenia skuteczności działań proekologicznych, polepszających (meliorujących) środowisko w ogóle, a ponadto,
· wykorzystania walorów systemu aktywnego poznawczo monitorowania do działań badawczych, dydaktycznych i innowacyjnych.

Zasadniczo, systemy aktywnego poznawczo monitorowania działają *on line*: poznając, ucząc się, tworząc wiedzę, podejmując decyzję i sterując, regulując, bądź kompensując w przetwórczym układzie, w monitorowanym procesie. Ich działania, poprzez pierwotną wiedzę/poznanie, możliwe i fragmentaryczne jej wykorzystanie/użycie, prowadzą jednak w konsekwencji do innowacyjnego rozwoju układu.

Poznanie/wiedza

Poznanie i zdobywanie oryginalnej wiedzy odbywa się na czterech poziomach, zgodnych z kierunkami rozwoju badań ograniczania zużycia i zwiększania skuteczności działania:

· poziom 1: poznanie naukowe (modele matematyczne, modele fizyczne, metateorie innowacji maszyn, zespołów, elementów, próbek, itd) – auto-monitor sprowadza się najczęściej do ustaleń prawd i zależności matematycznych, wynikających z analizy statystycznej zmiennych;
· poziom 2: *high-tech* instrumentalny (sztuczna inteligencja, kognitywistyka, nano-, informatyzacja, komputeryzacja, telefonizacja, robotyzacja, mechatronizacja, odnawialne źródła energii (OZE), CO_2, inwencja, innowacja, ...) – w auto-monitorowaniu dominują możliwości i ograniczenia *hardware* i *software*;
· poziom 3: kultura interfejsu środowisko/system (projektowania, konstruowania, eksploatacji, użycia, ulepszania środowiska, pielęgnacji, zatrudnienia, jakości, efektywności, godności, ...) – auto-monitor realizuje w postaci danych, aktywnych baz wiedzy;
· poziom 4: gospodarka-polityka państwa, UE, świata (inżynierii produkcji, produktu, zero-emisyjność energetyczna, plany, wydajność, energia, moc, wydobycie, kraj, unia, stany, itd.) – sztuka implementacji ustaw, dyrektyw, systemów zarządzania jakością produktu i efektywnością, nieszkodliwością produktu i procesu przetwarzania żywności, to zadania dla twórców auto-monitorów.

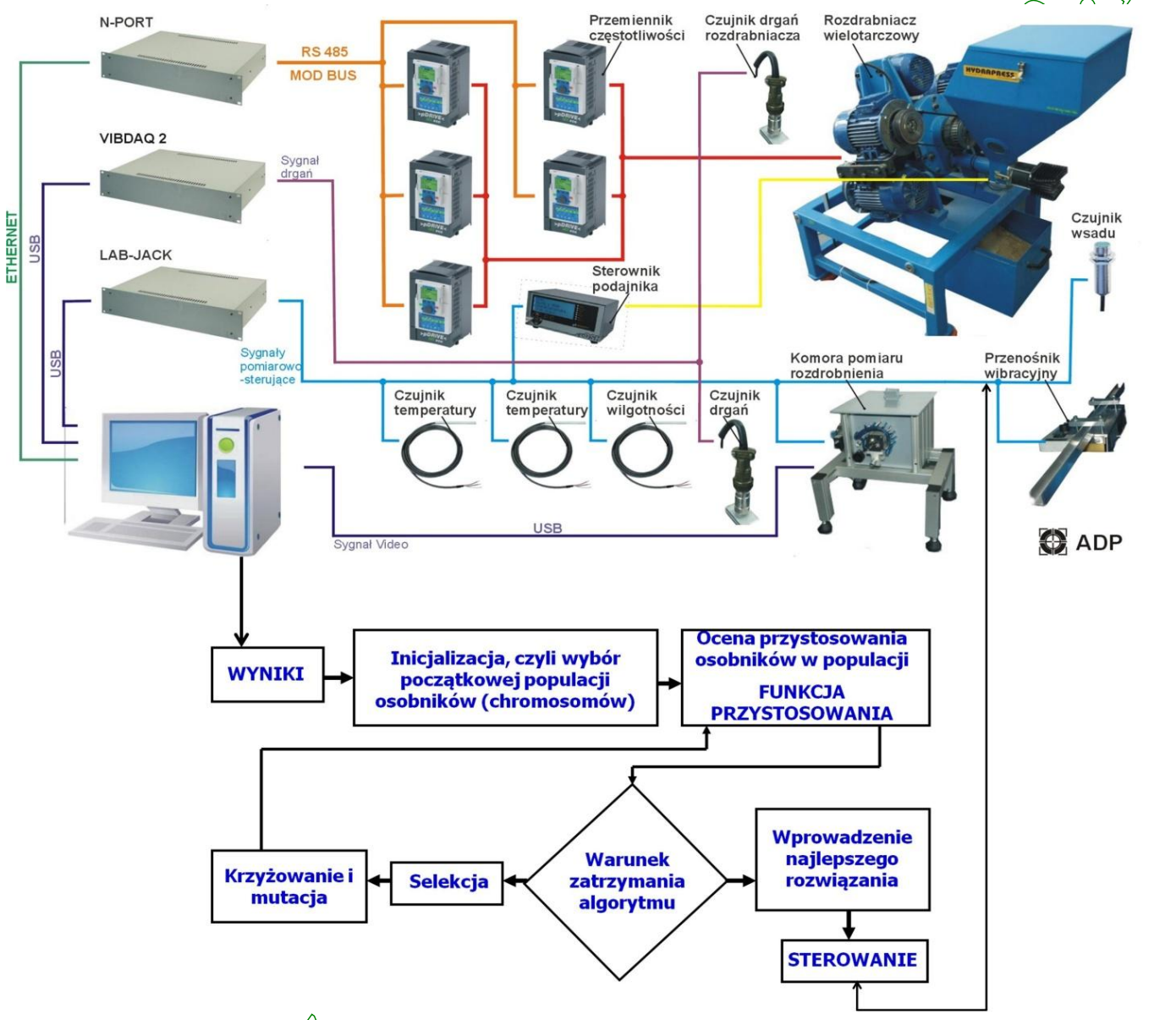
Wykonanie/możliwości rozwoju

Teoretycznie, realizacje i możliwości rozwoju są ogromne, ale ich zastosowanie w systemach kognitywnych jest więcej niż ograniczone. Na rysunku 3 pokazano przykład praktycznej implementacji auto-monitora, w warunkach przetwórstwa ziaren zbóż na cele żywnościowe i energetyczne (Tomporowski 2011; Flizikowski, Bieliński 2013).

Auto-monitor procesu rozdrabniania porównuje zmienne wejściowe stanu początkowego warunków technicznych (Wt_0) zasilania, prędkości, jakości produktu, efektywności i nieszkodliwości procesu (SP_0) z wartościami stanu następnego (Wt_1, SP_1), uzyskując funkcję jakości ($Q_{0\text{-}1}$), uchyb i na tej podstawie (poznania) wytwarza sygnał sterujący, zapewniający odpowiednie przesterowanie lub stabilizację procesu przetwarzania. Generowanie funkcji jakości, uchybu odbywa się dla wybranego rodzaju sztucznej inteligencji, najczęściej typu AI-AG algorytmy genetyczne, z bardzo dużą częstotliwością, ze stałymi współczynnikami wzmocnienia. Ze względu na zmieniające się warunki rozdrabniania (zmiana masy wsadu, zjawiska związane ze zmianą wilgotności np. ziarna niestabilizowane), konieczne jest stosowanie układu adaptacyjnego, formułującego optymalne stany i przemiany aktuatorów, nastaw prędkości dozowania, prędkości kątowej każdej tarczy (najczęściej będące funkcją wilgotności, postaci i wymiarów ziaren) dla bieżących stanów zmiennych przetwarzania. W skład auto-monitora wchodzą czujniki monitorowania: prędkości, przyspieszeń, siły i momentów obrotowych, postaci i wymiarów produktu; sterowniki, dzięki którym można dokonywać przełączenia charakterystyk użytkowych; układy foto-optyczne, elektroniczne zliczające modulacje i demodulacje, wzmocnienia, przełączanie sygnałów, porównywanie i operacje logiczne

Pobrano z www.ips.wm.tu.koszalin.pl

sterowania, regulacji, kompensacji. W przypadku założenia o zasadniczej dyscyplinie naukowej poznania, *high-tech'u*, kultury, gospodarki żywności i żywienia człowieka, np. "*budowa i eksploatacja maszyn*", przestrzeni poznania, w której nastąpi wprowadzanie monitorowania czynnego, ujawniają się dość trudne do wdrożenia w auto-monitorach, specyficzne przyczyny istnienia i możliwości rozwoju.



Rys.3. Przykład praktycznej implementacji auto-monitora, w warunkach przetwórstwa ziaren zbóż na cele żywnościowe i energetyczne (Tomporowski 2011; Flizikowski, Bieliński 2013)

Fig. 3. Example of the practical auto-monitoring of the conditions and aims processing of grains for food and energy implementation (Tomporowski 2011; Flizikowski, Bieliński 2013)

Przyczyny praktycznego poznania istnienia systemu i możliwości metodyczne twórczego rozwoju, np. maszyn, urządzeń, sposobów przetwarzania żywności, są następujące:
· zaistnienia materialnego;
· utworzenia warunków technicznych;
· potrzeba wartości;
· możliwości rozwoju.

I–przyczyna: zaistnienie systemu

Wg Arystotelesa, aby powstał układ maszynowy, wg systemu, musi być: surowiec, tworzywo, z których zostanie utworzony materiał; któremu trzeba nadać formę, np. geometryczną i powstanie element maszyny; trzeba z licznych elementów utworzyć zespoły i napędzać całą maszynę, aby działała; to działanie musi wypełniać cele człowieka: dobre życie, zdrowie, harmonijny rozwój, nieustanne dążenie i osiąganie wartości. Przyczyn zaistnienia systemu jest kilka:
· Materialna (cecha surowca, tworzywa, materiału konstrukcyjnego, elementu, maszyny przetwórczej), którą poznaje człowiek, używa auto-monitor podczas kognitywnego wytwarzania;
· Formalna (cecha geometryczna: postać, wymiar, tolerancja elementu maszyny) – poznaje człowiek, nadaje (może nadać w wytwarzaniu) auto-monitor, np. *rapid manufacturing*;

Pobrano z

· Sprawcza (cecha dynamiczna, napęd: silnik, przekładnia falownik, oprogramowanie) – poznaje i zasila auto-monitor, np. kompensacyjne, elektryczne napędy przemiennikowe;
· Celowa (cecha życia, rozwoju, postępu, zdrowia, idei powołania, istota rozwiązania technologii żywności i żywienia człowieka) – poznaje człowiek, realizuje człowiek wspomagany przez auto-monitor.

II–przyczyna: twórczość
Jako zasadnicze powołanie człowieka, może być częściowo zastąpione przez sztuczne układy poznająco-wykonawcze, polega na tworzeniu idei, konstrukcji, działania, nowych warunków technicznych $Wt(Ck(E, R, s, t))$, które w zdecydowanym udziale są "sztuczne":
· Idee, pomysły: środka, sposobu, czynności, np. rozdrabniania (zgniatanie, kruszenie, cięcie, skręcanie, złożone stany obciążeń i odkształceń), te najczęściej pochodzą od człowieka;
· Cechy konstrukcyjne środków: maszyn, urządzeń, instalacji procesu, sterowania, informacji i logistyki rozdrabniania - postać geometryczną, tworzywową i dynamiczną elementów determinuje człowiek, ale wymiarami i tolerancjami, np. geometrycznymi tych elementów maszyn może sterować, np. wg algorytmu genetycznego, auto-monitor;
· Czynności, parametry procesu, ruchu elementu, surowca, produktu i relacje układu procesowego (rozdrabniania) są podatne na modelowanie matematyczne, robotyzację, mechatronizację, a więc i na auto-monitorowanie.

III–przyczyna: wartość pragnienia i potrzeby
Są to cele, stany postulowane środowiska, systemu przetwarzania, a przede wszystkim żywności i żywienia człowieka SP(Q):
· Jakość materii (nośnika, surowca, pokarmu, tworzywa, elementu, produktu, odpadu, konstrukcji, mocy, energii), jest łatwo przetwarzana na wartość liczbową, więc może być zarządzana przez auto-monitor;
· Efektywność energetyczna, ekologiczna i ekonomiczna działania maszyn, urządzeń, instalacji, linii technologicznej - modele korzyści i kosztów działania – domena auto-monitorowania;
· Nieszkodliwość oddziaływania produktu, procesu, układu procesowego (rozdrabniania) na otoczenie, środowisko i w wewnętrznych relacjach – główna rola w osiąganiu tych stanów postulowanych, np. redukcja ekwiwalentu emisji CO_2 – należy do auto-monitorów, chociaż zasady i algorytmy dochodzenia do wartości określa człowiek.

IV–przyczyna: możliwości rozwoju techniki:
Sformalizowane procedury doskonalenia środków konstrukcji (systemu technicznego) maszyn, urządzeń, instalacji, sposobów, czynności, procesów przetwarzania:
· Optymalizacja, matematyczne poszukiwanie najlepszego środka, sposobu, czynności technicznej. Model matematyczny jest warunkiem optymalizacji. Model matematyczny i funkcja obiektu badań są "naturalnym" środowiskiem kognitywnego działania auto-monitorów;
· Modernizacja, intuicyjno-matematyczne unowocześnienie zespołu, operacji, ruchu technicznego – część intuicyjna jest realizowana przez człowieka, matematyczna – przez auto-monitory;
· Innowacja, wymyślenie idei nowego środka, sposobu, czynności technicznej i dokonanie wdrożenia nowości, również zoptymalizowanej, zmodernizowanej – w części pomysłu – zdecydowanie rozwija człowiek, w zakresie badań przemysłowych może wspomagać auto-monitor.

Innowacja

Przyjęło się, że kognitywne działanie auto-monitorów ma znamiona innowacji (nowość i jej wdrożenia). Przy okazji, można dopowiedzieć na pytanie: co nazywamy twórczą innowacją aktywnego monitorowania w naukach stosowanych, praktycznych, inżynierskich? Twórcza innowacja inżynierska, to: globalne zastosowanie, dyfuzja nowości, które wywołuje dalsze nowe rozwiązania, a w konsekwencji wdrożenia, urynkowienia: nowej technologii (T), nowego zastosowania, aplikacji produktu, usługi lub procesu (A), ujawnienia nowego rynku zbytu (pracy) lub jego fragmentu (market M), nowej formuły organizacyjnej dla produktu, usługi lub procesu (O). Natomiast podstawowe innowacje wywołują dalsze innowacyjne następstwa wewnętrzne, np. nowa technologia (T) wywołuje nowości w eksploatacji (TE), czyli nowe użytkowanie (TEu), obsługiwanie i naprawy (TEo) oraz nowe zasilanie w energo-media, surowce, relacje (TEz), jak również nowe odpady, złomowanie i recykling ($TEre$) itp. oraz zewnętrzne, np. rynkowe (MT). Właśnie tych dalszych innowacji, najczęściej dotyczy zastosowanie innowacyjnej techniki (T) auto-monitora.

Przyszłość auto-monitorów

Można powiedzieć, z dużym prawdopodobieństwem, że przyszłe auto-monitory, systemy aktywnego poznawczo monitorowania, będą silnie integrowały ze sobą procesy wnioskowania, planowania, uczenia się, tworząc w ten sposób wiedzę, która pozwoli znacznie poszerzyć zakres ich stosowania. Aktywne poznawczo monitorowanie może być jednym z głównych bodźców dla nowych technologii w wielu różnych obszarach.

Przykładem jest robotyka, gdzie systemy sterowania, np. nowej generacji bezzałogowych pojazdów mogą pozwolić na osiągnięcie wyższego stopnia autonomii tych ostatnich, dzięki czemu możliwe będzie realizowanie zadań, których obecnie nie można wykonać bez udziału człowieka.

Szczególnie istotne jest to w przypadku środowiska, w którym odbywa się praca, jest niebezpieczne lub wręcz niedostępne dla człowieka – np. skażone, napromieniowane lub zagrożone wybuchem. Pożądane jest również zastosowanie systemów auto-kognitywnych (samo poznawczych) do sterowania procesów w spożywczych zakładach produkcyjnych (również: chemicznych, energetycznych), czy kontroli ruchu żywności, logistyki transportu surowców, składników i produktów gotowych oraz odpadów.

Auto-monitory, z założenia odgrywają rolę partnerów dla operatorów kontrolujących procesy oraz inżynierów odpowiedzialnych za utrzymanie ruchu. Większa autonomia aktywnego poznawczo monitorowania, oznacza mniejszą konieczność interwencji człowieka, co przełoży się na podniesienie bezpieczeństwa (obecnie cały czas człowiek jest najbardziej niepewnym czynnikiem) i wydajności procesu przetwarzania żywności.

Pobrano z www.ipsa.up.lukasiewicz.pl

Technologie wspomagające życie osób starszych czy niepełnosprawnych są kolejnym obszarem, gdzie systemy aktywnego poznawczo monitorowania mogą odgrywać znaczącą rolę, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych i w Polsce, które cechuje stosunkowo duży odsetek osób w podeszłym wieku.

Oczekuje się, że aktywne poznawczo monitorowanie będzie bardziej „inteligentne" od obecnych rozwiązań, a inteligencja ta będzie objawiać się rozległością kojarzeń (istota mutacji pozytywnej), również zdolnościami do postrzegania, podejmowania decyzji, uogólnienia rzeczywistości i w efekcie uczenia się.

Wzrośnie użyteczność systemów aktywnego poznawczo monitorowania, również dla sytuacji nieplanowanych, awaryjnych, co przełoży się na efektywność procesów i bezpieczeństwo pracy instalacji. Poznawcze aspekty automonitorów będą odgrywać główną rolę w przyszłych systemach aktywnej inżynierii przetwórstwa spożywczego.

Jednakże aspekty te nie mogą występować niezależnie (jak to ma miejsce obecnie) – muszą powstać mechanizmy komunikacji oraz koordynacji modułów (agentów) realizujących poszczególne funkcje. Sposób wymiany informacji, struktura oraz język będą z pewnością wyróżnikiem nowych systemów aktywnego poznawczo monitorowania, jak też głównym problemem do rozwiązania przez projektantów je tworzących.

Podsumowanie

Inżynieria auto-monitora, aktywnego poznawczo monitorowania przetwarzania żywności jest zagadnieniem rozległym i powstającym w oparciu o fragmentaryczne doświadczenia nauk technicznych oraz osiągnięcia kognitywistyki. Projektując przyszłe monitory, inteligentne systemy oparte na kognitywistyce, nie można zapomnieć o wykorzystaniu klasycznej teorii sterowania, która jest niezastąpiona w zagadnieniach związanych ze stabilnością i odpornością - czyli bezpieczeństwem przetwarzania żywności.

Rozwinięty aparat matematyczny, metody analizy i syntezy struktur regulacji pracujących w pętli sprzężenia zwrotnego, algorytmy modelownia i identyfikacji, teoria stabilności, teoria optymalności. Wszystkie te zagadnienia stanowią dorobek dziedziny, jaką jest teoria sterowania.

Nie jest możliwe rozwinięcie koncepcji auto-monitora, aktywnego poznawczo monitorowania, w oderwaniu od klasycznej teorii sterowania. Klasyczna teoria sterowania człowiekiem powinna odegrać wiodącą rolę w rozwoju przyszłych nowoczesnych systemów, gdyż tylko w ten sposób może zostać spełniony warunek bezpieczeństwa, który jest dla systemów sterowania, regulacji i kompensacji celów i warunków przetwarzania żywności podstawowym.

Bibliografia:

1. Bieliński K. S., Flizikowski J. B. 2008. *System aktywnego monitorowania obiektów technicznych*. XXII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna EKOMILITARIS. Warszawa, BEL Studio Sp. z o.o., 24-35.
2. Burnewicz J. 2009. *Innovative perspective of transport and logistics*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, ISBN 978-83-7326-676-6.
3. Flizikowski J. 2013. *Automonitor*. Ekologia i technika XXI (5), 185-190.
4. Flizikowski J., Bieliński K. 2013. *Technology and Energy Sources Monitoring: Control, Efficiency, and Optimization*. IGI GLOBAL USA; ISBN13: 9781466626645, ISBN10: 146662664X, EISBN13: 9781466626959.
5. Flizikowski J. B. 2011. *Inteligentny system rozdrabniania*. Inżynieria i Aparatura Chemiczna 3, 22-23.
6. Kłos Z. 2011. *Pro-innowacyjne i pro-jakościowe podejście do rozwoju produktu.* Inżynieria i Aparatura Chemiczna 3, 37-38.
7. Macko M., Boniecka M., Drop A. 2011. *Ocena cyklu życia quasi-ścinających rozdrabniaczy z zastosowaniem nakładki SolidWorks: Zrównoważony rozwój.* Inżynieria i Aparatura Chemiczna 3, 49-50.
8. Niederliński S. 1987. *System i sterowanie*. Warszawa, PWN.
9. Norma PN-EN 61724. *Monitorowanie właściwości systemu fotowoltaicznego. Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy*.
10. Palmowski S. 2012. *Sterowanie poznawcze*. Automatyka B2B. Wikipedia.pl, dostęp 2014-03-13.
11. Paska J. 2010. *Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej i ciepła*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN: 978-83-7207-863-6.
12. Popczyk J. 2010. *W przededniu cywilizacyjnej przebudowy Rynku energii elektrycznej*. Rynek Energii 1(V) Lublin, Wydawnictwo KAPRINT.
13. Tomporowski A. 2011. Rozwój konstrukcji rozdrabniaczy materiałów biologicznych. Część I i II. Inżynieria i Aparatura Chemiczna 3, 75-78.

Prof. dr hab. inż. Józef Flizikowski
prof. zw. UTP w Bydgoszczy,
Zakład Systemów Technicznych i Ochrony Środowiska
Instytut Technik Wytwarzania
Wydział Inżynierii Mechanicznej UTP w Bydgoszczy
e-mail: fliz@utp.edu.pl

pobrano z www.ips.wm.tu.koszalin.pl