

Dr hab. inż. Kazimierz Duzinkiewicz

Dyscyplina: automatyka i robotyka

Specjalności: sterowanie wielkimi złożonymi systemami; modelowanie i estymacja w warunkach niepewności; optymalizujące metody wspomaganie decyzji w warunkach wielokryterialności, niepewności, ryzyka; metody inteligencji obliczeniowej we wspomaganie decyzji i sterowaniu.

Aktualne ukierunkowanie aplikacyjne: modelowanie, monitorowanie, sterowanie i wspomaganie decyzji systemów krytycznych bezpieczeństwa z zastosowaniem do energetyki jądrowej działającej w warunkach rynku energii.

Katedra Inżynierii Systemów Sterowania

Wydział Elektrotechniki i Automatyki

Politechnika Gdańska

Budynek główny WEiA, pok. 6, tel. 58 347 22 39

E-mail: kazimierz.duzinkiewicz@pg.gda.pl

Tematyka oferowanych prac doktorskich

Wszystkie proponowane tematyki prac doktorskich dotyczą opracowania nowych modeli i metod sterowania złożonych obiektów zaliczanych do kategorii systemów krytycznych bezpieczeństwa będących (ewentualnie) elementami systemów infrastruktury krytycznej. Takimi obiektami są elektrownie jądrowe i jej układy (system krytyczny bezpieczeństwa) włączone do systemu elektroenergetycznego (system infrastruktury krytycznej)

Biorąc pod uwagę, że „rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora albo pod opieką promotora i promotora pomocniczego, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej” proponuję poniższą tematykę prac doktorskich.

1. Systemy zintegrowanego sterowania automatycznego i wspomaganie decyzji obiektów krytycznych bezpieczeństwa na przykładzie elektrowni jądrowej pracującej w zmiennym otoczeniu

Charakterystyka tematu: Elektrownie jądrowe są kluczowym obiektem krytycznym bezpieczeństwa w systemie infrastruktury krytycznej, jakim jest system elektroenergetyczny. W ostatnich dwóch dekadach z dwóch powodów następuje zmiana spojrzenia na elektrownie jądrowe jako obiekty sterowania i na możliwości sterowania nimi. Pierwsza zmiana dotyczy podejścia do określenia warunków pracy elektrowni jądrowej w systemie elektroenergetycznym. Wymagania deregulacji rynku energii mogą wymusić rezygnację z paradygmatu udziału elektrowni jądrowej w pokrywaniu jedynie bazowego ustalonego zapotrzebowania na moc elektryczną i przyjęcie paradygmatu udziału tych elektrowni w pokrywaniu zmiennego w czasie zapotrzebowania wynikającego ze zmienności poboru mocy przez odbiorców i zdarzeń awaryjnych w systemie elektroenergetycznym. Druga zmiana związana jest z dynamicznym rozwojem środków i metod nowoczesnego sterowania możliwych do zastosowania w elektroenergetyce, a w szczególności w elektrowniach jądrowych. Rozwój środków i metod sterowania, w tym wzrost możliwości obliczeniowych komputerów przemysłowych, stwarza możliwość rozwinięcia nowych propozycji struktur i algorytmów sterowania elektrownią jądrową współpracującą z systemem elektroenergetycznym. Sprostanie wymagania nadążania za zmiennym obciążeniem, określonego stopnia odporności na zdarzenia zakłócające i awaryjne, w większym niż dotychczas stopniu, stawia problem skoordynowanego sterowania elektrownią jądrową jako całością obejmującą jej główne obiekty: reaktor jądrowy, wytwornicę pary, stabilizator ciśnienia, turbinę i generator synchroniczny.

Celem prac doktorskich w tej tematyce jest rozwój metod zintegrowanego sterowania automatycznego i wspomaganie decyzji blokiem z reaktorem jądrowym spełniających wymagania bezpieczeństwa i efektywności ekonomicznej oraz zapewniających stabilne warunki pracy bloku przy jego współpracy z systemem elektroenergetycznym działającym według zasad deregulacji rynku energii i w którym występują zakłócenia i awarie, charakteryzujących się następującymi cechami:

- a. zapewniające spełnienie wymagań bezpieczeństwa określonych prawem jądrowym oraz optymalizowaną efektywność wytwarzania energii elektrycznej,
- b. zdolnością tolerowania uszkodzeń i zakłóceń,

- c. generujące sterowania dopuszczalne ze względu na ograniczenia stanu i wyjść,
- d. zapewniające „bezuderzeniowe” przejścia pomiędzy wszystkimi stanami operacyjnymi nie wyzwalającymi działania awaryjnych układów bezpieczeństwa,
- e. zapewniające „miękką” akceptację działań wynikających z realizacji decyzji zespołu operatorskiego,
- f. zapewniające „miękką” akceptację zadań wynikających ze współpracy z systemem elektroenergetycznym działającym według zasad deregulacji rynku energii.
- g. uwzględniające niepewność wynikającą z niedokładności wiedzy, modeli i pomiarów (obserwacji).

Prace dotyczyć mogą całego bloku jak też poszczególnych jego instalacji.

Słowa kluczowe: obiekty krytyczne bezpieczeństwa, elektrownie jądrowe, systemy infrastruktury krytycznej, systemy elektroenergetyczne, inteligentne hybrydowe systemy wieloagentowe, mechanizmy komunikacji i koordynacji agentów, krzepka estymacja i predykcja, krzepko dopuszczalne sterowanie predykcyjne, sterowanie tolerujące uszkodzenia, inteligentne monitorowanie i diagnozowanie, aktywne wspomaganie decyzji operatorskich, wielokryterialne algorytmy optymalizacji, struktury i środki technicznej realizacji monitorowania i sterowania

Wymagania: znajomość podstawowych metod klasycznej i nowoczesnej teorii sterowania, dobre opanowanie narzędzi komputerowych analizy i syntezy systemów sterowania, ukończony kierunek Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub Energetyka.

2. Metody estymacji zmiennych oraz diagnozowania stanu bloku z reaktorem jądrowym dla celów podejmowania decyzji operatorskich i sterowania automatycznego.

Charakterystyka tematu: Efektywne rozwiązywanie zadań sterowania i wspomaganie decyzji gwarantujące spełnienie warunków bezpieczeństwa jądrowego i równowagi ekologicznej, wymaga dysponowania systemem monitorowania zapewniającym pozyskiwanie informacji o stanie operacyjnym bloku jądrowego. W przypadku braku możliwości pozyskiwania takiej informacji z twardych sensorów (hard sensors) lub kiedy zachodzi obawa, że pomiary te mogą być mało wiarygodne, należy rozważyć możliwość zastosowania wybranej technologii miękkich sensorów (soft sensors). Analiza aktualnych możliwości pomiarowych dla układów technologicznych bloku powinna stanowić podstawę dla propozycji estymatorów potrzebnych wielkości niemierzonych lub których pomiary mogą być niewiarygodne. Odpowiednio szybka detekcja, a następnie lokalizacja zaburzeń, zakłóceń i awarii może być jednym ze środków wspomagających podejmowanie decyzji operatorskich, a także służyć restrukturyzacji sterowania blokiem jądrowym mającego utrzymać go w obszarze pracy bezpiecznej bez utraty powiązania z SEE.

Celem prac doktorskich w tej tematyce jest rozwój metod umożliwiających wiarygodne monitorowanie oraz diagnostykę pracy bloku z reaktorem jądrowym i wspomagających personel operatorski w podejmowaniu decyzji, charakteryzujących się następującymi cechami:

- a. możliwościami wczesnego wykrywania powolnych i szybkich zmian stanu operacyjnego bloku i jego układów składowych z tolerancją przypadków uszkodzenia sensorów,
- b. wykorzystywaniem technologii miękkich sensorów (soft-sensors) uwzględniających niepewności pomiarów i modeli,
- c. zdolnością estymacji niestacjonarności obiektów monitorowania i diagnostyki,
- d. zdolnością ekstrakcji wiedzy z danych bieżących i przeszłych użytecznej we wspomaganie decyzji i sterowaniu,
- e. zdolnością estymacji ryzyka przejścia stanu operacyjnego bloku w obszary zagrożenia i awaryjne.

Prace dotyczyć mogą całego bloku jak też poszczególnych jego instalacji.

Słowa kluczowe: obiekty krytyczne bezpieczeństwa, elektrownie jądrowe, systemy infrastruktury krytycznej, systemy elektroenergetyczne, inteligentne hybrydowe systemy wieloagentowe, mechanizmy komunikacji i koordynacji agentów, krzepka estymacja i predykcja, krzepko dopuszczalne sterowanie predykcyjne, sterowanie tolerujące uszkodzenia, inteligentne monitorowanie i diagnozowanie, aktywne wspomaganie decyzji operatorskich, wielokryterialne algorytmy optymalizacji, struktury i środki technicznej realizacji monitorowania i sterowania

Wymagania: znajomość podstawowych metod klasycznej i nowoczesnej teorii sterowania, dobre opanowanie narzędzi komputerowych analizy i syntezy systemów sterowania, ukończony kierunek Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub Energetyka.

3. Modele matematyczne bloku energetycznego z reaktorem jądrowym dla potrzeb sterowania i monitorowania

Charakterystyka tematu: Analiza pracy EJ w warunkach laboratoriów akademickich może być prowadzona jedynie poprzez korzystanie z symulacyjnego odwzorowania procesów elektrowni jądrowej. Dla takich celów w Katedrze ISS została zakupiona profesjonalna platforma symulacyjno - analityczna „APROS NUCLEAR 3D + Containment” (ang. Advanced PROcess Simulation), która pozwala konfigurować procesy EJ wybranego typu (BWR i PWR) zarówno pod względem struktury jak i parametrów. Skonfigurowana na platformie symulacyjnej EJ (typu BWR i PWR) może służyć jako wirtualny obiekt referencyjny.

Wykorzystanie referencyjnych modeli symulacyjnych dla celów estymacji czy sterowania, ze względu na ich złożoność nie zawsze jest możliwe, stąd istotne jest zadanie budowy takich modeli. Rozważyć należy modele podstawowych procesów EJ w postaci punktowej, przestrzennej, oraz ułamkowego rzędu.

Celem prac doktorskich w tej tematyce jest opracowanie kompleksu modeli matematycznych układów bloku energetycznego z reaktorem jądrowym istotnych dla potrzeb sterowania takim blokiem, charakteryzującego się następującymi cechami:

- a. wykorzystanie zarówno podejścia skupionego jak i rozłożonego w budowanych modelach,
- b. ujęcie procesów o różnych skalach czasowych dynamiki,
- c. ujęcie hybrydowego charakteru działania układów,
- d. ujęcie niepewności modelowanych układów,
- e. wykorzystanie podejścia fenomenologicznego (analitycznego) i behawioralnego (empirycznego) w budowanych modelach.

Słowa kluczowe: obiekty krytyczne bezpieczeństwa, elektrownie jądrowe, systemy infrastruktury krytycznej, systemy elektroenergetyczne, inteligentne hybrydowe systemy wieloagentowe, mechanizmy komunikacji i koordynacji agentów, krzepka estymacja i predykcja, krzepko dopuszczalne sterowanie predykcyjne, sterowanie tolerujące uszkodzenia, inteligentne monitorowanie i diagnozowanie, aktywne wspomaganie decyzji operatorskich, wielokryterialne algorytmy optymalizacji, struktury i środki technicznej realizacji monitorowania i sterowania

Wymagania: znajomość podstawowych metod klasycznej i nowoczesnej teorii sterowania, dobre opanowanie narzędzi komputerowych analizy i syntezy systemów sterowania, ukończony kierunek Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub Energetyka.

Osiągnięcia naukowe

1. Kulkowski K., Kobylarz A., Grochowski M., **Duzinkiewicz K.**: Dynamic model of nuclear power plant turbine. Archives of Control Sciences. -Vol. 25., iss. 1 (2015), s.5-26.
2. Nowak T.K., **Duzinkiewicz K.**, Piotrowski R. (2014). Numerical solution of fractional neutron point kinetics in nuclear reactor. Archives of Control Sciences, Volume 24 (LX), 2014 No. 2, pages 129–154
3. **Duzinkiewicz K.**, Cimiński A., Michalczyk Ł. (2013). *Symulator szybkich procesów dynamiki reaktora jądrowego wodnego ciśnieniowego*. Pomiary Automatyka Robotyka 9/2013, 97-101
4. Nowicki A., Grochowski M., Duzinkiewicz K. (2012). *Data-driven models for fault detection using kernel PCA - water distribution system case study*. International Journal of Applied Mathematics and Computer Science 2012. 2012, Vol 22, No. 4, 939-949
5. Cimiński A., **Duzinkiewicz K.** (2010). Optimized robust model predictive control - application to drinking water distribution systems hydraulics. Proc. of the 12th IFAC/IFORS/IMACS/IFIP Symposium on Large Scale Systems: Theory and Applications, Villeneuve d'Ascq, July 11-14, 2010, France

Informacje dodatkowe

- Opiekunami pomocniczymi w realizacji prac doktorskich z wymienionej wyżej tematyki będą: dr inż. Michał Grochowski, dr inż. Robert Piotrowski, dr inż. Tomasz Rutkowski, dr inż. Jarosław Tarnawski
- Doprecyzowanie tematów badawczych doktoranta podczas pierwszej rozmowy z opiekunem naukowym
- Promotor dwóch przewodów doktorskich