

Recenzja

osiągnięcia naukowego dr Jekatieriny Sklyar w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk inżynierijsko-technicznych**, w dyscyplinie **automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych**

1 Podstawy formalne recenzji

Poniższa recenzja została wykonana na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyki, Elektroniki, Elektrotechniki i Technologii Kosmicznych dra hab. inż. Pawła Dworaka, prof. ZUT, z dnia 15 grudnia 2023 roku dotyczącego powołania mojej osoby na recenzenta przez Radę Doskonałości Naukowej i wyznaczenia komisji habilitacyjnej przez Radę Dyscypliny Automatyki, Elektroniki, Elektrotechniki i Technologii Kosmicznych Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, uchwałą nr 34 z dnia 14 grudnia 2023 roku.

Recenzja została opracowana na podstawie dostarczonej dokumentacji, w skład której wchodzi, między innymi:

- wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego,
- poświadczona kopia dyplomu doktora nauk matematycznych,
- wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- omówienie osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- autoreferat przedstawiający opis dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego,
- jednotematyczny cykl stanowiący główne osiągnięcie Habilitantki,

- oświadczenia współautorów publikacji.

W recenzji uwzględniono ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego oraz organizacyjnego Habilitantki zgodnie z wytycznymi zawartymi w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami).

2 Skrócony przebieg kariery zawodowej kandydatki

W 1990 roku Habilitantka ukończyła studia wyższe na Uniwersytecie Charkowskim im V. N. Karazina, gdzie uzyskała stopień magistra o specjalności *Matematyka stosowana*. Stopień naukowy kandydata nauk fizyczno-matematycznych o specjalności *Równania różniczkowe* został nadany Habilitantce na Uniwersytecie Odeskim w roku 2003. W tym samym roku nastąpiła nostryfikacja wykonana przez Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu Rzeczypospolitej Polskiej, która jest równoważna ze stopniem doktora nauk matematycznych nadawanym w Polsce.

W latach 1990-2000 dr Sklyar pracowała na stanowisku pracownika naukowego w Instytucie Niskich Temperatur Akademii Nauk Ukrainy im. B. Verkina. Następnie, od roku 1999 podejmuje pracę na stanowisku asystenta w Instytucie Matematyki na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Uniwersytetu Szczecińskiego, gdzie w roku 2003 zmienia stanowisko na adiunkta.

Od roku 2022 do obecnej chwili, dr Sklyar pracuje na stanowisku adiunkta na Wydziale Elektrycznym w Katedrze Automatyki i Robotyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

3 Ocena osiągnięcia naukowego

Dr Jekatierina Sklyar przedstawiła, jako osiągnięcie naukowe cykl powiązanych tematycznie 8 publikacji, który został zatytułowany:

„Rozwinięcie teorii linearyzacji nieliniowych układów sterowalnych w przypadku układów z minimalnie możliwą gładkością oraz układów niestacjonarnych”.

Wszystkie prace wchodzące w skład cyklu dotyczą badania linearyzacji nieliniowych układów dynamicznych.

W skład przedstawionego cyklu wchodzi poniższe prace opublikowane w latach 2014-2023:

- [1] K.V. Sklyar, S. Yu. Ignatovich, V.O. Skoryk, Conditions of Linearizability for Multi-Control Systems of the Class C^1 , Communications in Mathematical Analysis, vol. 17, no 2, pp. 359-365, 2014.

- [2] K. Sklyar, S.Yu. Ignatovich, Linearizability of systems of the class C^1 with multi-dimensional control, *Systems Control Letters*, vol. 94, pp. 92-96, 2016.
- [3] V. I. Korobov, K. V. Sklyar, Skoryk V. O., Stepwise synthesis of constrained controls for single input nonlinear systems of special form, *NoDEA Nonlinear Differential Equations and Applications*, vol. 23, no 3, Art.31, 26 pp., 2016.
- [4] Katerina V. Sklyar, S. Yu. Ignatovich, G. Sklyar, Verification of Feedback Linearizability Conditions for Controls Sytems of the Class C^1 , *Proceeding of Mediterranean 25th Conference of Control and Automation*, pp. 163-168, 2017;
- [5] K. Sklyar, G. M. Sklyar, S. Yu. Ignatovich, Linearizability of multi-control systems of the class C^1 by additive change of controls, *Operator Theory: Advances adn Applications*, vol. 267, pp. 359-370, Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018.
- [6] K. Sklyar, On mappability of control systems with analytic matrices, *System Control Letters*, vol. 134, 6 pp., 2019.
- [7] K. Sklyar, S.Yu. Ignatovich, On linearizability conditions for non-autonomous systems, *Advanced contemporary control*, pp. 625-637, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, AISC 1196, Springer, Cham, 2020.
- [8] K. Sklyar, S.Yu. Ignatovich, Invariants of linear control systems with analytic matrices the linearizability problem, *Jornal Dynamical Control Systems*, vol. 29, no 1, pp. 111-128, 2023.

Przedstawiony do recenzji cykl publikacji zawiera 5 artykułów w czasopismach, 2 artykuły konferencyjne oraz 1 rozdział w monografii. Wszystkie publikacje są indeksowane w bazie *Scopus*, natomiast w bazie *Web of Science* są indeksowane 4 artykuły z czasopism i 1 artykuł konferencyjny.

W pracach [1, 2, 4, 5] Habilitantka rozważała nieliniowy układ dynamiczny dany poniższym równaniem

$$\dot{x} = f(x, u), \quad (1)$$

gdzie wektor stanu $x \in Q \subset \mathbf{R}^n$ należy do pewnego obszaru, wektor sterowania $u \in \mathbf{R}^r$ jest wymiaru r , a nieliniowa funkcja $f(x, u) \in C^1(Q \times \mathbf{R}^r)$ jest różniczkowalna w sposób ciągły.

Dla układu (1) w pracy [1] zostały przedstawione warunki lokalnej linearyzowalności w postaci twierdzenia 2.1 oraz dyskusja otrzymanych wyników. W pracy zawarty jest również przykład weryfikujący teoretyczne wyniki.

Praca [2] jest kontynuacją rozważań z pracy [1]. W artykule [2] Habilitantka rozszerzyła badania nad linearyzacją nieliniowego układu (1) wykorzystując sprzężenie zwrotne oraz zmianę zmiennych stanu klasy C^2 oraz zmiennych wektora sterowania klasy C^1 . Najważniejsze wyniki tej pracy ujęto w twierdzeniu 1, twierdzeniu 2 oraz uwadze 5. Powyższą zmianę zmiennych wykorzystano również w pracy [4] dla lokalnej linearyzacji układu (1) poprzez sprzężenie zwrotne. Dodatkowo przedstawiono kompletny algorytm linearyzacji układu nieliniowego bazujący na wynikach z pracy [4]. Habilitantka otrzymaną metodę w powyższych pracach nazwała **F-linearyzowalnością**.

Kontynuując badania nad nieliniowymi układami dynamicznymi opisanymi równaniem (1) dr Sklyar w pracy [5] przedstawiła warunki lokalnej linearyzowalności z wykorzystaniem zmiany zmiennych stanu klasy C^2 oraz addytywną zmianę zmiennych wektora sterowania klasy C^1 . Opisana metoda jest nazywana **A-linearyzowalnością**. Główny wynik tej pracy został zawarty w twierdzeniu 2.1.

Prace [6-8] dotyczą badań nad linearyzacją nieliniowych niestacjonarnych układów dynamicznych danych równaniem

$$\dot{x} = f(t, x, u), \quad t \in [\alpha, \beta], \quad (2)$$

gdzie wektor stanu $x \in Q \subset \mathbf{R}^n$ należy do pewnego obszaru, wektor sterowania $u \in \mathbf{R}^r$ jest wymiaru r , $[\alpha, \beta]$ jest danym przedziałem czasowym.

Dla układu (2) w pracach [6] i [7] przedstawiono pewne warunki odwzorowalności tego typu układu na określona klasę liniowych układów niestacjonarnych danych równaniem

$$\dot{z} = A(t)x + B(t)u \quad (3)$$

z macierzami analitycznymi. W pracach tych wprowadzono postać układu dynamicznego nazwaną „driftless” oraz pojęcie lokalnej analitycznej linearyzowalności.

Główne wyniki pracy [6] zostały ujęte w twierdzeniach 2 i 3, a pracy [7] w twierdzeniu 2. Dodatkowo w pracy [7] przedstawiono wyniki polegające na ograniczeniu wymagań sformułowanych w pracy [6].

W pracy [8] opisano istnienie niezmienników układów z macierzami analitycznymi, co jest rozwinięciem zagadnień badanych w pracach [6] i [7]. Istnienie takich niezmienników wynika z faktu, że warunki sformułowane w [6] i [7] odwzorowalności układu nieliniowego na zadany układ liniowy z macierzami analitycznymi, oznaczają, że wyjściowy układ powinien posiadać zbiór niezmienników układu, na który się on odwzorowuje.

Ostatnim artykułem w cyklu prac przedstawionym jako główne osiągnięcie naukowe jest praca [3], w której rozważano układ dynamiczny dany równaniem

$$\dot{x} = a(x) + b(x)u, \quad (4)$$

gdzie $a(x)$ i $b(x)$ są pewnymi funkcjami wektorowymi.

W tej pracy rozważano i dyskutowano modyfikację problemu linearyzacji układu nieliniowego z wyborem sygnału sterującego „krok po kroku”.

Wszystkie prace składające się na cykl powiązanych tematycznie publikacji stanowią jednolity zbiór wyników dotyczących zagadnienia linearyzacji nieliniowych układów dynamicznych. Habilitantka w prezentowanych pracach wykorzystuje sukcesywnie otrzymane rezultaty do dalszego rozszerzania badań nad tą trudną tematyką z zakresu teorii sterowania. Warto nadmienić, że Załącznik 4 wchodzący w skład dokumentacji załączonej do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego dokładnie uzasadnia wysoką wartość osiągnięcia naukowego i rozszerza problemy zawarte w artykułach [1-8].

Podsumowując, uważam, że przedstawione przez dr Jekatierine Sklyar osiągnięcie naukowe w postaci cyklu jednotematycznych prac wnosi znaczący wkład do dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne i w pełni spełnia wymogi stawiane przez obowiązujące przepisy.

4 Ocena istotnej aktywności naukowej

W tym punkcie ocenie podlegają osiągnięcia, które nie wchodzą w główne osiągnięcie Habilitantki.

4.1 Ocena pozostałego dorobku naukowo-badawczego

Dr Jekatierina Sklyar opublikowała 17 prac (nie wliczając prac z cyklu będącego podstawą wniosku habilitacyjnego) o zasięgu międzynarodowym w czasopiśmie naukowych, jak również w materiałach konferencyjnych. Niektóre z tych prac są indeksowane w bazach Scopus i Web of Science. Z przedstawionej dokumentacji wynika, że Habilitantka brała udział w znaczących konferencjach, takich jak: IEEE Conference on Decision and Control oraz Mediterranean Conference of Control and Automation.

Z analizy dorobku naukowego wynika, że dr Sklyar posiada 14 publikacji w bazie Scopus z 56 cytowaniami oraz indeksem Hirscha równym 4, a w bazie Web of Science 9 publikacji z 27 cytowaniami i indeksem Hirscha równym 3. Nie są to imponujące dane, ale w mojej opinii wystarczające dla osoby występującej z wnioskiem o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

W załączonej dokumentacji nie zamieszczono żadnej informacji dotyczącej wykonanych recenzji artykułów naukowych, wniosków projektowych oraz uczestnictwa w projek-

tach Narodowego Centrum Nauki lub Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. W związku z tym ocena aktywności Habilitantki w tym obszarze została pominięta.

4.2 Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Z załączonej do wniosku habilitacyjnego dokumentacji wynika, że dr Jekaterina Sklyar wykazuje dużą aktywność w zakresie dydaktycznym. Była promotorem 6 prac licencjackich oraz 15 prac magisterskich.

Habilitantka przygotowała i prowadziła zajęcia z *Wstęp do teorii optymalizacji* oraz *Modele optymalizacyjne w ekonomii*. Prowadziła liczne przedmioty na Uniwersytecie Szczecińskim oraz Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym.

Dr Sklyar brała również czynny udział w krzewieniu nauki poprzez zaangażowanie w takie przedsięwzięcia jak: *As kompetencji* czy *Studiowanie matematyki może być atrakcyjne*.

Podsumowując, dorobek w tym obszarze należy uznać za wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

4.3 Ocena współpracy międzynarodowej

Pani dr Sklyar uczestniczyła w kilku konferencjach międzynarodowych nawiązując przy tym współpracę z zagranicznymi ośrodkami badawczo-naukowymi. Habilitantka współpracowała z uniwersytetami w Meksyku, Charkowie oraz z instytutem badawczym we Francji. W latach 2016-2019 pełniła funkcję członka komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji *Differential Equations and Control Theory*. W 2018 roku wygłosiła wykład w ramach Workshop on Control and Optimization Problems na zaproszenie Vietnam Institute of Advanced Study in Mathematics w Hanoi w Wietnamie.

Ponadto Habilitantka brała czynny udział w organizowaniu współpracy międzynarodowej w ramach programu ERASMUS.

Podsumowując ten fragment działalności - ocena (umiarkowanie) pozytywna. Współpraca i kontakty międzynarodowe są najsłabszą stroną Habilitantki.

5 Uwagi

Oceniany wniosek dr Jekateriny Sklyar został przygotowany dość starannie. Habilitantka w umiejętny sposób łączyła duże zaangażowanie w realizację procesu dydaktycznego oraz pracę organizacyjną na rzecz uczelni z pracą o charakterze naukowo-badawczym, w trudnej tematyce dotyczącej nieliniowych układów sterowania.

Po analizie załączonej do wniosku dokumentacji, stwierdzam, że obszary działalności dr Sklyar dotyczące współpracy międzynarodowej, a co za tym idzie, rozpoznawalności w środowisku naukowym, wymagają poprawy. Habilitantka wykazuje również minimalną działalność w zakresie udziału w projektach krajowych oraz zagranicznych (lub nie wykazała takich informacji w dokumentacji).

Współpraca międzynarodowa Habilitantki na poziomie dostatecznym ma również odzwierciedlenie we wskaźnikach bibliometrycznych, które są dość niskie.

6 Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę oceny cząstkowe przedstawione w powyższych punktach recenzji uważam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe, a także pozostały dorobek naukowo-dydaktyczny dr Jekatieriny Sklyar spełniają wymagania stawiane w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami).

W związku z tym stwierdzam, że przedstawiony wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest uzasadniony i jestem za nadaniem dr Jekatierinie Sklyar stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Artur Babin