UNIWERSYTET ŚLĄSKI
W KATOWICACH

**Dr hab. inż. Maciej Serda, prof. UŚ**

**Instytut Chemii**

**Uniwersytet Śląski w Katowicach**

**Katowice, 1/11/2026**

# RECENZJA

**Rozprawy doktorskiej Pana mgr Viacheslava Muratova, pod tytułem: „*Predykcyjne podejście łączące właściwości materiałów z danymi omicznymi w ocenie zagrożeń związanych z nanomateriałami na bazie metali i węgla”,* przedłożonej Radzie Naukowej Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego celem uzyskania stopnia naukowego doktora nauk chemicznych**

Obecny intensywny rozwój technik otrzymywania nanomateriałów, spowodował zmiany w metodach ich analizy, a zwłaszcza w badaniach teoretycznych jak i eksperymentalnych nad ich oddziaływaniami na organizmy ludzkie. W powyższym kontekście szczególne znaczenie ma zastosowanie nanomateriałów w medycynie, obejmujące opracowywanie nośników substancji terapeutycznych, narzędzi diagnostycznych oraz układów integrujących funkcje obrazowania i leczenia. Wykorzystanie potencjału tych rozwiązań wymaga jednak zrozumienia zależności między budową nanomateriałów a ich aktywnością biologiczną, trwałością i bezpieczeństwem w złożonych układach biologicznych. Istotnym wsparciem badań eksperymentalnych z zakresu nanomedycyny są techniki komputerowe, w tym modelowanie molekularne, symulacje dynamiki molekularnej oraz metody uczenia maszynowego, które umożliwiają analizę oddziaływań nanomateriałów i przewidywanie ich wybranych właściwości biologicznych. Połączenie podejścia eksperymentalnego i obliczeniowego powinno stanowić ważny kierunek rozwoju badań nad nowoczesnymi nanomateriałami, pomagając w ich racjonalnym

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
tel. 32 359 15 49, e-mail: ich.wnst@us.edu.pl



Dokument zanonimizowany za pomocą UG DLP Anonimizator, 2026-11-18 08:09:49

projektowaniu pod kątem zastosowań biomedycznych. Wyniki badań, przedstawione w rozprawie doktorskiej przez Pana mgr **Viacheslava Muratova** i wykonane w zespole badawczym pod kierownictwem prof. dr. hab. Tomasza Puzyna, doskonale wpisują się w ten nurt, będąc przykładem nowatorskiego podejścia w obszarze rozwoju nowych metod obliczeniowych w toksykologii nanomateriałów.

**Ocena formalna**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska ma formę anglojęzycznego przewodnika po cyklu trzech powiązanych tematycznie publikacji, wraz z opracowaniem wprowadzającym i podsumowującym. Przekazana praca doktorska obejmuje 126 stron, w tym dwie strony tytułowe oraz część numerowaną od 1 do 124. Zawiera streszczenia w języku angielskim i polskim, wykaz skrótów, wprowadzenie teoretyczne, hipotezy i cele badawcze, omówienie wyników, wnioski, bibliografię obejmującą 211 pozycji, oświadczenia współautorów publikacji oraz pełne teksty publikacji. Podstawę rozprawy stanowią następujące artykuły:

1. *V. Muratov, K. Jagiełło, T. Puzyn, „TRIumph in Nanotoxicology: Simplifying Transcriptomics into a Single Predictive Variable", Nanoscale Horizons, 2025, 10, 3116-3126, DOI: 10.1039/D5NH00330J.*

2. *V. Muratov, K. Jagiełło, T. Puzyn, „An Integrative Omics-Machine Learning Framework for Predicting Pulmonary Responses to Titanium Dioxide Nanoparticles", Nanoscale, 2026, 18, 7021-7033, DOI: 10.1039/D5NR04657B*.

3. *V. Muratov i współautorzy, „The Role of Machine Learning in Predicting Titanium Dioxide Nanoparticles Induced Pulmonary Pathology Using Transcriptomic Biomarkers", Journal of Hazardous Materials, 2025, 493, 138240, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2025.138240.*

Doktorant jest pierwszym autorem wszystkich trzech artykułów. Oświadczenia zamieszczone na stronach 81–87 oraz informacje o wkładzie autorskim w publikacjach wskazują na jego istotny udział w przygotowaniu danych, analizie formalnej, opracowaniu

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
tel. 32 359 15 49, e-mail: ich.wnst@us.edu.pl

i walidacji modeli oraz redagowaniu tekstu. Dokumentacja ta stanowi podstawę do uznania, że oceniany cykl zawiera wyodrębniony i znaczący wkład własny doktoranta.

**Ocena merytoryczna**

Podjęty przez Pana mgr **Muratova** problem badawczy jest istotnym zagadnieniem z punktu widzenia nauk chemicznych i łączy badania z zakresu chemoinformatyki oraz nanotoksykologii. Właściwości biologiczne zaawansowanych nanomateriałów zależą od ich budowy strukturalnej, fizykochemii powierzchni oraz warunków syntezy, a także od ich interakcji z płynami ustrojowymi, które często tworzą wokół nanomateriału otoczkę białkową. Opracowanie metod, które pozwalają wykorzystać dane eksperymentalne do przewidywania odpowiedzi układu biologicznego na przyszłe kontakty z nanomateriałami, ma uzasadnienie zarówno poznawcze, jak i praktyczne. Dobór dwóch odmiennych klas materiałów jest przekonujący, biorąc pod uwagę szerokie zastosowania biologiczne nanomateriałów węglowych, a także tlenku tytanu w skali nanometrycznej. Wielościenne nanorurki węglowe (MWCNTs) to struktury o dużym stosunku długości do średnicy, natomiast nanocząstki tlenku tytanu ($TiO_2$) są przykładem nanomateriału tlenkowego o dużym zastosowaniu praktycznym. Takie zestawienie umożliwia sprawdzenie, czy wspólny schemat postępowania obliczeniowego można zastosować do materiałów różniących się morfologią i charakterem oddziaływań biologicznych.

Fragment wprowadzenia w przedstawionej do oceny rozprawie doktorskiej opisuje charakterystykę nanomateriałów, scenariusze ekspozycji, mechanizmy uszkodzenia płuc, rolę biomarkerów oraz podstawy metod obliczeniowych. Autor prawidłowo umieszcza swoje badania w kontekście nowych metod oceny bezpieczeństwa (NAMs), oraz zintegrowanych podejść do badań i oceny (IATA). Za szczególnie wartościowe uważam omówienie zależności między retencją i usuwaniem nanomateriałów, a zmianami zapalnymi w płucach. Część teoretyczna wskazuje na znajomość literatury potrzebnej do prowadzenia badań na styku chemii materiałów i toksykologii. Hipotezy i cele badawcze opisane w rozprawie doktorskiej (strony 32-35) są jasno powiązane z trzema etapami badań. Za zasadne uważam rozdzielenie modelowania zbiorczej odpowiedzi transkryptomicznej od przewidywania odpowiedzi wybranych genów. Bardziej ostrożnego sformułowania wymaga

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
tel. 32 359 15 49, e-mail: ich.wnst@us.edu.pl

natomiast hipoteza o kompresji danych bez utraty zasadniczej struktury przestrzeni ekspresji. Co ciekawe, otrzymane wyniki teoretyczne potwierdzają możliwość skonstruowania przewidywalnego wskaźnika zbiorczego, lecz nie dowodzą jednak całkowitego odtworzenia pełnych profili ekspresji.

Lektura przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej skłoniła mnie do sformułowania poniższych pytań, które stanowią punkt wyjścia do dyskusji z Doktorantem:

1. Jakie przesłanki kierowały Doktorantem podczas selekcji nanomateriału węglowego? Czy brano pod uwagę wybór jednościennych nanorurek węglowych, ze względu na ich doskonałe właściwości fotoluminescencyjne, co zwiększa ich atrakcyjność w badaniach biomedycznych.
2. Współczynnik TRI może być użyteczną miarą zbiorczej odpowiedzi biologicznej, ale jego wyższa wartość nie musi automatycznie oznaczać silniejszej toksyczności. Na stronie 42 autor trafnie wskazuje, że wzrost parametru TRI odpowiada zmianom genów o dodatnich i ujemnych współczynnikach. Powyższa interpretacja jest ostrożniejsza niż utożsamianie wzrostu TRI z nasileniem odchylenia od stanu wyjściowego. Czy do ustalenia rankingu toksyczności potrzebne jest powiązanie wskaźnika z niezależnym, biologicznie uzasadnionym punktem odniesienia?
3. Autor zauważa (strony 108–109, publikacja *Nanoscale*), że nie wykazano bezpośredniej zależności parametru TRI od równocześnie ocenianych zmian histopatologicznych, napływu komórek zapalnych czy procesów zwłóknienia. Jak zatem konsekwentnie opisywać TRI jako wskaźnik odpowiedzi transkrypcyjnej?
4. Jakie dane lub kryteria biologiczne pozwalają interpretować wzrost TRI jako wzrost szkodliwości, z uwzględnieniem orientacji osi PCA i możliwego znoszenia się zmian składowych?
5. Dane eksperymentalne pochodzą głównie z pojedynczego podania nanomateriału młodym samicom myszy C57BL/6. Taki model zapewnia kontrolę nad podaną dawką, ale wymaga ostrożności przy przenoszeniu wyników na przewlekłe narażenie inhalacyjne człowieka. Czy rozważano użycie innego zestawu danych

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
tel. 32 359 15 49, e-mail: ich.wnst@us.edu.pl

eksperymentalnych (*transkryptom*), na przykład pochodzących z ludzkich organoidów lub innych modeli przedklinicznych?

6. W opisie klasyfikatorów RF na stronie 55 podano sześć obserwacji testowych, natomiast w publikacji w czasopiśmie *Journal of Hazardous Materials* (strona 115) wskazano osiem. Czy dokorat opisuje zmodyfikowaną analizę?
7. Czy podczas modelowania właściwości biologicznych $TiO_2$, wzięto pod uwagę jego fototoksyczność? Czy w modelach badających toksyczność inhalacyjną, powyższy parametr jest do pominięcia?

**Ocena końcowa**

Rozprawa doktorska mgr **Viacheslava Muratova** potwierdza jego umiejętności prowadzenia badań obliczeniowych, opracowania danych toksykologicznych i interpretacji wyników w kontekście właściwości biologicznych badanych nanomateriałów. Część teoretyczna oraz dyskusja zawarta w pracy doktorskiej wskazują na odpowiednie przygotowanie naukowe Doktoranta. Za oryginalne osiągnięcie uważam opracowanie i przetestowanie spójnej procedury przewidywania zbiorczej odpowiedzi transkryptomicznej na wielościenne nanorurki węglowe oraz tlenek tytanu w formie nanometrycznej. Sformułowany w rozprawie doktorskiej problem badawczy, zastosowana metodyka oraz umiejętność analizy uzyskanych danych przez Doktoranta, świadczą o wysokim poziomie naukowym i oryginalności pracy. Stwierdzam, że przedłożona przez Pana mgr **Viacheslava Muratova** rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w art. 192 ust. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (tekst jednolity: Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.). W związku z powyższym, wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie mgr. **Viacheslava Muratova** do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora. Jednocześnie, ze względu na wysoką wartość naukową przedstawionych wyników badawczych, a także doskonały dorobek naukowy w postaci licznych wystąpień konferencyjnych i publikacji w prestiżowych czasopismach, o wysokim współczynniku oddziaływania

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
tel. 32 359 15 49, e-mail: ich.wnst@us.edu.pl

(*Nanoscale Horizons*, *Nanoscale*, *Journal of Hazardous Materials*), **wnioskuję o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr Viacheslava Muratova.**

**Dr hab. inż. Maciej Serda, prof. UŚ**



Digitally signed by
Maciej Serda
Date: 2026.11.01
20:41:51 CET

Podpis elektroniczny/certyfikat został usunięty podczas anonimizacji dokumentu.

Uniwersytet Śląski w Katowicach
Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
tel. 32 359 15 49, e-mail: ich.wnst@us.edu.pl