

**RYZIKO NOWYCH
TECHNOLOGII INFORMACYJNYCH
W OPIECE ZDROWOTNEJ**

JERZY PODLEWSKI

**RYZYO NOWYCH
TECHNOLOGII INFORMACYJNYCH
W OPIECE ZDROWOTNEJ**

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
Gdańsk 2025

Recenzent
Dr hab. Katarzyna Kolasa, prof. ALK

Redaktor Wydawnictwa
Michał Staniszewski

Projekt okładki i stron tytułowych
Filip Sendal

Skład i łamanie
Mariusz Szewczyk

Publikacja sfinansowana ze środków
Prorektora ds. Badań Naukowych Uniwersytetu Gdańskiego
w ramach Programu Humanistyki Gdańskiej
oraz Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Gdańskiego

© Copyright by Uniwersytet Gdański
Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego

ISBN 978-83-8206-784-2

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel. +48 58 523 11 37, tel. kom. +48 725 991 206
e-mail: wydawnictwo@ug.edu.pl
wydawnictwo.ug.edu.pl

Księgarnia internetowa: <https://wydawnictwo.ug.edu.pl/ksiegarnia-online/>

Druk i oprawa
Zakład Poligrafii Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel. +48 58 523 14 49

Spis treści

Wstęp	7
Rozdział 1. Ryzyko w opiece zdrowotnej	13
1.1. Zakres pojęcia ryzyka	13
1.2. Ryzyko w medycynie. Zdarzenia i błędy medyczne	14
1.3. Ryzyko biznesowe w opiece zdrowotnej. Holistyczna koncepcja ryzyka	17
Rozdział 2. Podstawowe zagadnienia nowych technologii informacyjnych	21
2.1. Zakres zagadnienia technologii informacyjnych	21
2.2. Algorytmy. Uczenie maszynowe. Sztuczna inteligencja	23
2.3. Zakres wdrażania nowych technologii informacyjnych	26
2.3.1. Big data. Chmura obliczeniowa	26
2.3.2. Internet Rzeczy (IoT)	28
2.3.3. Widzenie komputerowe (CV)	28
2.3.4. Przetwarzanie języka naturalnego (NLP)	29
2.3.5. Robotyka	31
2.3.6. Media społecznościowe	33
2.3.7. Chatboty	34
2.3.8. Przemysł 4.0	35
Rozdział 3. Zastosowanie nowych technologii informacyjnych w opiece zdrowotnej	37
3.1. Algorytmy i uczenie maszynowe w opiece zdrowotnej	38
3.2. Biga data i chmura obliczeniowa w opiece zdrowotnej	39
3.3. Internet Rzeczy w opiece zdrowotnej	42
3.4. Widzenie komputerowe w opiece zdrowotnej	45

3.5. Przetwarzanie języka naturalnego w opiece zdrowotnej	47
3.6. Robotyka	49
3.7. Media społecznościowe	51
3.8. Telemedycyna i chatboty	53
3.9. Zdrowie 4.0	55
Rozdział 4. Ocena ryzyka nowych technologii w opiece zdrowotnej	57
4.1. Metodologia badawcza	57
4.1.1. Terminologia oceny ryzyka	57
4.1.2. Proces oceny ryzyka	58
4.1.3. Identyfikacja ryzyka. Lista ryzyk	59
4.1.4. Analiza ryzyka	60
4.1.5. Ewaluacja ryzyka	61
4.2. Ograniczenia przyjętej metodologii badawczej.	
Symulacja Monte Carlo	64
4.2.1. Założenia metodologiczne symulacji Monte Carlo	67
4.3. Ocena ryzyka	70
4.3.1. Cyberryzyko technologii ICT	70
4.3.2. Ryzyko wykorzystania algorytmów w opiece zdrowotnej	82
4.3.3. Ryzyko big data i chmury obliczeniowej	89
4.3.4. Ryzyko związane z medycznym Internetem Rzeczy	95
4.3.5. Ryzyko związane z widzeniem komputerowym (CV) w opiece zdrowotnej	101
4.3.6. Ryzyko związane z przetwarzaniem języka naturalnego	105
4.3.7. Ryzyko związane z robotami w opiece zdrowotnej	111
4.3.8. Ryzyko mediów społecznościowych	116
4.3.9. Ryzyko związane z telemedycyną i chatbotami w opiece zdrowotnej	121
4.3.10. Ryzyko Zdrowia 4.0.	124
4.4. Podsumowanie i wnioski z dokonanej oceny ryzyka	126
Zakończenie	131
Załączniki	133
Załącznik 1. Lista zbiorcza ryzyk nowych technologii informacyjnych ocenionych w pracy	134
Załącznik 2. Symulacja Monte Carlo	153
Bibliografia	169
Spis rysunków	197
Spis tabel	199

Wstęp

Technologie informacyjne wykorzystujące najnowsze zdobycze badań nad zaawansowanymi algorytmami komputerowymi wkraczają nieuchronnie do wszystkich obszarów życia społeczno-gospodarczego. W szczególności dotyczy to algorytmów samouczących się, wykorzystujących koncepcję „głębokiego uczenia” (ang. *deep learning*) maszynowego programów komputerowych. Nabywają one szybko nowe umiejętności działania przywodzące na myśl zdolności ludzkiego umysłu i stąd zarówno w popularnej, jak i naukowej dyskusji są już powszechnie określane jako „sztuczna inteligencja” (ang. Artificial Intelligence, AI).

Nie jest przedmiotem tej publikacji dociekanie, na ile algorytmy komputerowe na obecnym poziomie rozwoju można, w naukowym rozumieniu tego słowa, ująć jako „inteligentne”, przy czym określenie to jest z innych przyczyn, np. marketingowych, niewątpliwie nadużywane. Faktem pozostaje, że są to systemy komputerowe na tyle zaawansowane, że np. pojawiają się problemy ze zrozumieniem ich działania i tzw. wyjaśnialnością generowanych przez nie danych, co skądinąd jest jednym z przedmiotów badania ryzyka w tej pracy.

Trzeba zauważyć, że w ostatnich 2–3 latach odnotowuje się tak szybki postęp w dziedzinie AI, że nawet najbardziej uznane autorytety naukowe, takie jak Yoshua Bengio, noblista Geoffrey Hinton czy liderzy biznesu (jak Eric Schmidt i Elon Musk), wskazują, że oprócz nadziei związanych z samouczącymi się algorytmami możemy mieć wkrótce do czynienia z wykreowaniem samodzielnie myślących „agentów AI” określanymi także jako ogólna sztuczna inteligencja (ang. Artificial General Intelligence, AGI).

Aby jednak zachować naukowy rygor terminologiczny, zarówno w tytule książki, jak i w podjętych rozważaniach użyto określenia „nowe technologie informacyjne” właśnie do łącznego nazwania innowacyjnych technologii informacyjnych, które wykorzystują algorytmy komputerowe, lecz przypisywanie im każdorazowo „inteligencji” byłoby nieuzasadnione. Jednocześnie trudno jest uciec od odwoływania się do pojęcia „sztucznej inteligencji” – tak bardzo rozpowszechniło się ono w naukowym, biznesowym, publicznym dyskursie.

Z wdrażaniem najnowszych technologii informacyjnych, a w szczególności AI, związane są – i wiele na to wskazuje, że słusznie – wielkie nadzieje. Jak się wydaje, najczęściej wymienianym obszarem korzyści jest właśnie opieka zdrowotna. Algorytmy sztucznej inteligencji i sterowane przez nie systemy cyber-fizyczne, wykorzystujące różnorodne technologie (IoT, widzenia komputerowego, przetwarzania języka naturalnego itd.), zastosowane w szpitalu, przychodni, domu opieki, sanatorium, mogą przynieść ludzkości trudne do przecenienia korzyści. Medycyna, szeroko rozumiana opieka zdrowotna mogą dokonać epokowego skoku jakościowego.

Już teraz istnieją przesłanki, że algorytmy mogą lepiej niż człowiek diagnozować nowotwory, roboty medyczne oferują niezwykłą precyzję działania, modele predykcyjne wykorzystujące big data będą stawiać najtrafniejsze diagnozy i wskazywać najlepsze sposoby leczenia pacjentów.

To są pozytywy, przykłady szans. Jednak jak z każdą technologią – także z algorytmami i AI w szczególności – łączą się zagrożenia, ryzyka. Dopiero poznanie i zbadanie zarówno korzyści, jak i potencjalnych zagrożeń, strat umożliwi precyzyjną, obiektywną i naukową ocenę zasadności wprowadzania algorytmów w opiece zdrowotnej. Jednocześnie w związku z już trwającym tu wdrażaniem nowych technologii informacyjnych, w tym AI, taka analiza pozwoli określić najlepsze sposoby „postępowania” z ryzykiem, by użyć „standaryzującej” terminologii używanej w tej pracy. Należy podkreślić, że takie „postępowanie” nie ogranicza się do zmniejszania czy unikania ryzyka, co w przypadku innowacji jest wręcz niemożliwe, a bywa też szkodliwe. Ryzyko dobrze ocenione może być rozsądnie akceptowane i nawet podejmowane, zwiększane dla dobra pacjenta i całego systemu zdrowia publicznego.

Celem publikacji jest poznanie natury ryzyk związanych z zastosowaniem nowych technologii informacyjnych w opiece zdrowotnej. Na taki proces

poznawczy składają się logicznie, chronologicznie uporządkowane, wystandaryzowane kroki: identyfikacja, analiza, ewaluacja ryzyka. Metodologia badawcza, która służy osiągnięciu tego celu, została szczegółowo opisana w rozdziale 4.

Aby osiągnąć cel pracy, autor postawił następującą hipotezę badawczą:

Wdrażanie nowych technologii informacyjnych, które wykorzystują zaawansowane algorytmy w opiece zdrowotnej, niesie za sobą ryzyka o zróżnicowanej naturze, różnych przyczynach, skutkach i wymiarach ryzyka, mierzonych prawdopodobieństwem i skutkami ich oddziaływania.

Monografia składa się z czterech rozdziałów. W pierwszym rozdziale zostały zdefiniowane podstawowe pojęcia: ryzyka, ryzyka zdarzeń i błędów medycznych oraz ryzyka biznesowego (gospodarczego). Przedstawiono również koncepcję całościowego ryzyka podmiotów opieki zdrowotnej, co zgodne jest z koncepcją zintegrowanego zarządzania ryzykiem w opiece zdrowotnej HRM (ang. Healthcare Risk Management) i stanowi dobrą praktykę w tym zakresie o zasięgu globalnym.

W rozdziale drugim zdefiniowano i scharakteryzowano podstawowe zagadnienia technologii informacyjno-komunikacyjnych (ang. *information and telecommunication technologies*, ICT) w ogólności oraz nowych technologii informacyjnych w szczególności, a więc takich innowacji, które wykorzystują samouczące się, zaawansowane algorytmy, w tym sztuczną inteligencję. Następnie wskazano kierunki wprowadzania takich technologii informacyjnych, które będą przedmiotem oceny ryzyka dokonanej w tej pracy, a więc obszaru ICT w ogólności, algorytmów, big data, chmury obliczeniowej, Internetu Rzeczy, przetwarzania języka naturalnego, widzenia komputerowego, robotyki, mediów społecznościowych i telemedycyny, ze szczególnym uwzględnieniem chatbotów. Wspomniano też zagadnienia holistyczne, integrujące dla fali innowacji związanych z „inteligentnymi” algorytmami. Chodzi o tzw. Przemysł 4.0.

Katalog technologii wykorzystujących algorytmy, których część stanowi przedmiot oceny ryzyka podjętej w pracy, jest szeroki i nieustannie się powiększa, czego przykładem mogą być Wielkie Modele Językowe (ang. LLM), druk 3D, rzeczywistość rozszerzona itd. Autor wybrał te technologie, które jego zdaniem są obecnie najważniejsze w obszarze opieki zdrowotnej. Niewątpliwie także te niepoddane analizie ryzyka innowacje wymagają odpowiedniego zbadania.

W rozdziale trzecim przeanalizowano zakres wdrożenia w opiece zdrowotnej wspomnianych w rozdziale drugim nowych technologii informacyjnych, w przyjętej kolejności. Ta część jest w istocie poświęcona opisowi korzyści wynikających z wdrażania analizowanych technologii algorytmicznych.

W pierwszym rozdziale wskazano, że z punktu widzenia współczesnej teorii (i praktyki) ryzyka, szanse można traktować jako ryzyko pozytywne „dodatnie”, w przeciwieństwie do „ujemnego” ryzyka straty. Całościowy proces oceny ryzyka odniesiono jednak przede wszystkim do ryzyk negatywnych, tak jak to zwykle postrzegają kierujący organizacjami. Stąd i opis korzyści z wprowadzania wspomnianych technologii, które wykorzystują algorytmy komputerowe, choć niezbędny, ma tu ograniczony wymiar. Są to zresztą zagadnienia obszerne, każde z nich stanowi obiekt rozległych badań, a pole zastosowań praktycznych każdej z poruszonych innowacji okazuje się równie duże.

Rozdział czwarty ma charakter badawczy, empiryczny i w całości jest poświęcony ocenie ryzyka wdrażania poszczególnych technologii. Na początku rozdziału opisano metodologię badawczą oraz wskazano jej ograniczenia. Podkreślono, że wybierając metodę badawczą, autor pragnął, aby otrzymane wyniki były odporne na umiarkowane zmiany założeń, ale nie absolutne, niezmiennie. Jest to niezwykle istotne, zważywszy na samą subiektywno-obiektywną naturę zjawiska ryzyka, która stanowi przedmiot niesłabnącej dyskusji naukowej, w szczególności w aspekcie teorii podejmowania decyzji czy też ekonomii behawioralnej.

W rozdziale tym na ocenę ryzyka związanego z kolejnymi rozpatrywanymi technologiami składa się część opisowa, lista ryzyk i mapa ryzyk, jako narzędzie ewaluacji (zgodnie z przyjętymi kryteriami oceny ryzyka) zidentyfikowanych ryzyk.

Dodatkowo, w celu przezwyciężenia ograniczeń metodologii badawczej zastosowanej w pracy, autor zaproponował metodę triangulacji wyników badania ryzyka, która pozwoli pogłębiać i uaktualniać opisane zagadnienia. W celu zademonstrowania techniki takiej triangulacji w Załączniku nr 2 przeprowadzono analizę wrażliwości otrzymanych wyników oceny ryzyka z użyciem symulacji Monte Carlo.

Na zakończenie rozdziału czwartego podsumowano część badawczą, w toku której zidentyfikowano 62 różnego rodzaju ryzyka nowych technologii

informacyjnych w opiece zdrowotnej. Pozytywnie zweryfikowano również hipotezę badawczą przyjętą na wstępie.

W publikacji określenie „ryzyko” pojawia się zarówno w liczbie pojedynczej, jak i mnogiej, co wynika z praktyki gospodarczej i piśmiennictwa naukowego i co potwierdzają językoznawcy.

Autor zamiennie używa także określeń „podmioty lecznicze”, „podmioty opieki zdrowotnej”, „placówki medyczne”, zdając sobie sprawę, że choćby w polskich regulacjach takie określenia nie zawsze się pokrywają. W książce dla uproszczenia potraktowano je jako synonimy, szczególnie że dla podjętej oceny ryzyka forma organizacyjna ma ograniczone znaczenie. Choć oczywiście i tu można by rozwinąć nową dyskusję na temat przedmiotowych ryzyk, które mogłyby powstać w związku z formą organizacyjną podmiotu leczniczego; praca musi mieć jednak ograniczony przyjętymi założeniami zakres. Tematyka ryzyka, na które napotykają podmioty opieki zdrowotnej, jest bowiem niezwykle szeroka. Autor żywi nadzieję, że publikacja ta przyczyni się pogłębienia wiedzy naukowej w badanym zakresie z pożytkiem dla praktycznej jej aplikacji.