

Warszawa, dnia 20.10.2016 r.

prof. dr hab. inż. Ryszard Romaniuk
Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Instytut Systemów Elektronicznych

***KWESTIONARIUSZ – RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA RADY WYDZIAŁU MECHATRONIKI POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ***

Tytuł rozprawy: Cyfrowy detektor radiograficzny wysokiej rozdzielczości z zastosowaniem płytek wielootworkowych

Autor rozprawy: mgr inż. Wojciech Dziewiecki

Podstawą recenzji jest uchwała Rady Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej, oraz pismo Pani Dziekan w tej sprawie, nr. WMt-480-22\16 z dnia 29.09.2016 r.

Autor rozprawy, Pan mgr inż. Wojciech Dziewiecki posiada kilkanaście osobistych zapisów bibliograficznych w globalnej sieci Internet związanych z zespołowymi pracami technologicznymi i konstrukcyjnymi dotyczącymi radiografii. Kolejne rozwiązania systematycznie rozwijanego we współpracy z innowacyjnymi firmami przemysłowymi (Techtra) detektora radiograficznego były nagradzane w kilku miejscach w tym na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków i Innowacji w Warszawie w roku 2010. Doktorant był jednym z głównych projektantów i konstruktorów tego urządzenia, obok dr hab.S.Wronki – Jego promotora. W detektorze obrazującym o wysokiej rozdzielczości, jako jedno z pierwszych rozwiązań, zastosowano modyfikowaną folię GEM. Specjalnością naukowo-techniczną Doktoranta są radiograficzne badania nieniszczące. W tym bardzo aktualnym obszarze badawczym sytuuje się Jego rozprawa doktorska.

Doktorant jest głównym konstruktorem, z zespołem, rodziny urządzeń radiograficznych. Nowy detektor radiograficzny bezpośredniego obrazowania o nazwie technicznej SMOC jest oferowany przez NCBJ jako zaawansowany produkt techniczny [www.smoc.com.pl]. Detektor działa w zakresie energii promieniowania 40-400 keV, rozdzielczością obrazu 10 milionów pikseli, dynamiką obrazu 14 bitów, czas pojedynczej akwizycji 10 ms – 30 s, niewielkie wymiary i mała waga. Detektor SMOC był testowany do wykrywania materiałów wybuchowych (konferencja Instytutu Przemysłu Organicznego IPOEX 2015).

W otwartej sieci Internet, pod adresami związanymi z NCBJ, w portalu – serwisie internetowym poświęconym badaniom nieniszczącym [

nioeniszczące.info], w portalach konferencyjnych dotyczących monitoringu strukturalnemu konstrukcji (NDT - non-destructive testing, SHM – structural health monitoring), konferencjach CERN i innych można prześledzić rozwój w ciągu ostatnich kilku lat głównych konstrukcji urządzeń radiograficznych Autora i zespołu. Ten rozwój jest konsekwentny, innowacyjny i ukierunkowany rynkowo.

Wartościowe, ściśle zawodowe, publicznie dostępne źródła zewnętrzne wobec rozprawy doktorskiej mają tutaj specjalne znaczenie ponieważ praca ma charakter technologiczno – konstrukcyjny, i celem tych prac nie jest powielanie dorobku publikacyjnego, a opracowanie zaawansowanego innowacyjnego produktu na rynek cyfrowych nowoczesnych urządzeń radiograficznych. Autor dostrzega konkretne braki na tym rynku radiograficznych produktów zaawansowanych i podejmuje się nowej konstrukcji która zapełniałaby w pewnym zakresie taką lukę. I udaje mu się. Wypełnia pewien fragment tej luki, znacznie ponad proporcjonalnie do dysponowanych dość skromnych środków finansowych i technicznych.

Autor i zespół posiada większe ambicje niż nawet zaawansowana ale zorientowana rynkowo praca technologiczno-konstrukcyjna. Z budowanych urządzeń próbuje uzyskać jak najwięcej danych, na pograniczu ich możliwości, a nawet próbuje przekraczać te bariery wprowadzając autorskie modyfikacje rozwiązań konstrukcyjnych oraz zaawansowane techniki obliczeniowe. Taki charakter ma np. praca zgłoszona na niedawną konferencję EWSHM 2016, 5-8 lipca, Bilbao Hiszpania [www.ndt.net] pt. 3D reconstructions from bulky objects using sparse-angle data. Kilka dni wcześniej, w dniach 30 czerwca – 1 lipca autor bierze udział w CERN w konferencji pod znamienym tytułem Trends, Wishes and Dreams in Detection and Imaging Technologies, gdzie prezentuje urządzenie będące przedmiotem pracy doktorskiej. Konferencja jest poświęcona trendom rozwojowym technologii obrazowania do roku 2025, a organizatorem jest pan-europejskie otwarte konsorcjum ATTRACT. Celem tego aktywnego i wpływowego konsorcjum jest przyspieszenie rozwoju i komercjalizacji zaawansowanych detektorów i technologii obrazowania.

Podsumowując, Autor i dokumentacja Jego działań technologicznych i konstrukcyjnych w obszarze nowoczesnej radiografii cyfrowej są obszernie i wyczerpująco odzwierciedlone w zawodowej, publicznej sieci globalnej. Dyskusja i recenzje tych działań są bardzo pozytywne. Pozytywna zawodowa obecność w sieci Internet jest obecnie jedną z coraz ważniejszych miar akceptacji i oceny działalności naukowo – technicznej osoby. W przypadku Doktoranta ta ocena jest bardzo wysoka. Wyłania się obraz dynamicznie rozwijającego się, i już dojrzałego specjalisty w dziedzinie radiografii cyfrowej.

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Obszarem badawczym pracy doktorskiej jest rentgenowska radiografia cyfrowa wysokiej rozdzielczości. Sprzętowe metody cyfrowe nieuchronnie wyprą w tym obszarze metody analogowe. Cyfrowy detektor radiograficzny jest, z natury pikselizacji obrazu, kompatybilny z technikami komputerowymi przetwarzania obrazu. Technologia cyfrowa

posiada szereg zalet jak szybkość działania, niskie koszty, wysoka jakość obrazu, ruchliwość danych, itp. Posiada także pewne wady wynikłe z określonego etapu rozwoju źródeł i detektorów promieniowania. Np. wysokie koszty i trudna technologia niektórych rozwiązań. Praca doktorska dotyczy rozwoju technologii i konstrukcji jednego z najważniejszych elementów składowych systemu obrazowania – detektora radiograficznego wysokiej rozdzielczości. Po analizie rynku i krytycznym przeglądzie dostępnych rozwiązań – a w szczególności ich parametrów technicznych, Autor ambitnie zakłada własne rozwiązanie takiego detektora.

Interesujący jest styl w jakim Autor przedstawia postępy prac technologicznych i konstrukcyjnych. Nie unika opisu pełnej drogi poszukiwań rozwiązania jak najbliższego optimum. Tak droga jest oczywiście wyboista, popełnia się błędy, zmienia się dynamicznie koncepcje technologiczne. Znajduje się także ścieżki realizacyjne nie prowadzące do wyznaczonego celu, lub przynajmniej nie do najlepszego dostępnego rozwiązania.

Zagadnieniem naukowym rozpatrywanym w pracy jest opracowanie koncepcji, projekt i następnie budowa i testy zaawansowanego detektora radiograficznego wysokiej rozdzielczości, o konkurencyjnych parametrach technicznych wobec dostępnych na rynku rozwiązań tej samej klasy, czyli urządzeń fluoroskopowych wysokiej rozdzielczości i obrazowania bezpośredniego. Teza pracy jest sformułowana przez Autora precyzyjnie. Praca ma charakter doświadczalny. Oprócz tego, jak to zaznaczono na początku recenzji, ze względu na miejsce realizacji pracy w NCBJ i w zespole badawczym o dużym doświadczeniu wdrożeniowym, praca ma charakter pełnego opracowania w kierunku rozwiązania urządzenia prototypowego o znacznym stopniu gotowości wdrożeniowej. Jest to jej bardzo wartościowy aspekt.

Podsumowując, zagadnieniem naukowym rozpatrzonym w pracy jest autorskie opracowanie, budowa i testy nowego rozwiązania optymalnego kosztowo, i możliwego do realizacji w dostępnych warunkach technicznych detektora radiograficznego. Zadanie jest wykonywane w zespole badawczym o znacznym doświadczeniu budowy takich urządzeń. Zakładane niskie koszty budowy detektora, wysoka rozdzielczość, konkurencyjne parametry techniczne nadają temu zagadnieniu znaczną rangę naukowo – techniczną, a szczególnie techniczną i zwiększają skalę trudności realizacji.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle /świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Źródła literaturowe którymi posługuje się Autor w rozprawie można podzielić na następujące grupy tematyczne: techniki testowania nieniszczącego, detektory radiograficzne, ekrany scyntylacyjne i fluorescencyjne dla detektorów rentgenowskich, zasady budowy systemów obrazowania rentgenowskiego, odporność radiacyjna półprzewodników i detektorów CCD, płaskie konwertery energii promieniowania rentgenowskiego na promieniowanie optyczne, radiologia przemysłowa.

We wstępnej części pracy Autor umiejscawia badania radiograficzne w szerszym obszarze technik i badań nieniszczących, powołując się na kluczową literaturę w tym zakresie. Na podstawie analizy literatury, ale także znajomości rynku obrazowania radiograficznego, wspomagając się firmowymi źródłami internetowymi, Autor dokonuje wyboru własnej drogi technologiczno – konstrukcyjnej. Wybór ten jest determinowany dwoma głównymi czynnikami: zaobserwowaną luką rynkową w klasie tanich rozwiązań wysokorozdzielczych urządzeń radiograficznych, oraz relatywnie ograniczonymi własnymi możliwościami technologicznymi i ekonomicznymi. To że Autor znalazł rozwiązanie przy tak silnych ograniczeniach i dużej sile rynku, należy uznać za Jego sukces i współpracującego zespołu.

Podsumowując, wybór źródeł które stanowią tło realizowanej pracy doktorskiej jest właściwy. Literatura jest dobrze ograniczona do ścisłej tematyki pracy. Wiedza Autora dotycząca szerszego obszaru realizowanej tematyki jest bardzo dobra, o czym świadczy nie tylko właściwy dobór literatury przedmiotu, ale także aktywna obecność Autora w zawodowej przestrzeni Internetu poświęconej tej tematyce. Wnioski z przeprowadzonej analizy źródeł ułatwiły Autorowi wybór własnej ścieżki realizacji pracy i budowy urządzenia według własnego pomysłu.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Kolejne etapy realizacji pracy polegały na krytycznej analizie istniejących rozwiązań detektorów radiograficznych, porównaniach rozwiązań scyntylatorów planarnych i wyborze rozwiązania własnego, ocenie szans na spełnienie standardów radiograficznych, np. określonych przez normę PN-EN ISO 17636-2 (oraz ISO 19232-5), przez wybrane rozwiązanie własne, podjęcie decyzji co do głównego kryterium oceny słuszności wybranej koncepcji technologicznej realizacji scyntylatora planarnego (tym kryterium jest wyraźna poprawa rozdzielczości w stosunku do rozwiązań dostępnych rynkowo), testy dostępnych płytek wielokanałowych MCP, opracowanie technologii i konstrukcji własnych płytek wielokanałowych, oraz konstrukcja i testy całego funkcjonalnego układu detektora. Najważniejszym fragmentem tego cyklu projektowania i budowy detektora było rozwiązanie problemu płytki MCP o dostatecznie dużej rozdzielczości i odpowiedniej sprawności konwersji energii. I to właśnie zagadnienie zostało przez autora rozwiązane według własnego pomysłu.

Uważam, że autor przyjął prawidłowe założenia do realizacji pracy, rozwiązał postawione zagadnienie stosując właściwe dla przedmiotu badań metody.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Oryginalność rozprawy polega na samodzielnym opracowaniu koncepcji technologii i konstrukcji cyfrowego detektora radiograficznego o wysokiej rozdzielczości, konkurencyjnej wobec istniejących zaawansowanych rozwiązań dostępnych na rynku. Samodzielnym i oryginalnym dorobkiem autora jest zastosowanie płytki wielootworkowej w kilku przetestowanych rozwiązaniach – modyfikowanej folii GEM, oraz własnej konstrukcji płytki MCP impregnowanej częściowo przezroczystym

scyntylatorem proszkowym, immobilizowanym metodą laminacji. Oryginalność rozprawy potwierdza uzyskanie znacznej poprawy rozdzielczości w porównaniu z dostępnymi na rynku scyntylatorami planarnymi. Autor pokazuje dalsze możliwości rozwoju zaproponowanej przez siebie technologii płytek wielootworkowych, w szczególności zmniejszających przesłuchy międzykanałowe, z potencjalnym zastosowaniem technologii, stosowanej np. w obrazowodach światłowodowych, typu interstitial matrix.

Pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową i dostępne rynkowe i badawcze rozwiązania techniczne urządzeń radiograficznych jest aktualna. Urządzenie radiograficzne z wykorzystaniem opracowanego przez autora detektora jest oferowane przez NCBJ jako wartościowy, zaawansowany produkt techniczny.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonywującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/?

Rozprawa jest napisana poprawnie i przekonywująco, raczej powściągliwie, niż rozwlekle. Przypomina nieco raport techniczny. Autor ogranicza się bardzo dokładnie do przedmiotu badań, nie dodając szerszych rozważań dotyczących szerszego tła pracy. Jasność przekazu nie doznaje uszczerbku w wyniku powściągliwości tekstu. Recenzent uważa taki styl za zaletę, ponieważ praca doktorska nie musi tłumaczyć wszystkiego ab ovo. Recenzent sugeruje autorowi także napisanie pracy w wersji angielskiej aby stworzyć możliwość szerszego dostępu do wyników prac technologicznych.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Praca nie posiada istotnych słabych stron, które wymagałyby pogłębionej dyskusji. Jest napisana, jak wspomniano powyżej, w stylu technicznym, powściągliwym, raczej raportu laboratoryjnego, czy dokumentacji technicznej niż monografii. Recenzent zna taki właśnie styl publikacji zespołu badawczego w którym działa autor rozprawy doktorskiej. Widać tutaj wyraźny wpływ tego stylu. Nie jest to wada, ale przy czytaniu i ocenie takiej pracy warto o tym wiedzieć, gdyż pomaga to to we właściwym oszacowaniu wartości tej pracy.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Przydatność rozprawy dla nauk technicznych jest więcej niż znaczna, jest wybitna. W pracy doktorskiej rzadko Autor doprowadza do takiego stanu urządzenia, że można przeprowadzić jego pełne testy techniczne. Tutaj mamy taki przypadek. Fragmenty pracy są przedmiotem patentu. W załączniku do pracy zawarto dodatkowe materiały techniczne i ekspertyzy dotyczące wartości wykonanego projektu. To także rzadkość w pracach doktorskich. W pracy doktorskiej przedstawiono pierwsze rozwiązanie zaprojektowanego detektora pikselowego, wybierając spośród kilku rozwiązań konkretny rodzaj przetwornika. Rozwiązanie to nie jest jeszcze optymalne, wymaga zwiększenia efektywności przetwarzania promieniowania X na pikselowy obraz optyczny. Autor podaje jednak we wnioskach pracy kierunki dalszego rozwoju opracowanej konstrukcji

detektora. To stwarza nadzieję że zaproponowana konstrukcja spełni wymagania podstawowych norm dla obrazowania radiograficznego w medycynie, spawalnictwie, inżynierii materiałowej, itp. Gdyby tak się stało to w pełni funkcjonalne urządzenie radiograficzne mogłoby odnieść potencjalnie sukces rynkowy.

Istotnym elementem prac naukowo – technicznych zmierzających do otrzymania urządzenia rynkowego są nie tyle publikacje co patenty. Rozwiązanie detektora radiograficznego przedstawionego w pracy doktorskiej jest przedmiotem zgłoszenia patentowego. Według oceny recenzenta jest to bardzo silny argument za uznaniem rozprawy doktorskiej za bardzo dobrą i wypełniającą prawne i zwyczajowe wymagania z nadmiarem.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

a/ nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy

b/ wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania

c/ spełniająca wymagania

d/ spełniająca wymagania z nadmiarem

e/ wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

Wnioskuje o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów procesu doktoryzowania.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name, possibly 'R. K. A.', written in a cursive script.