



WYDZIAŁ ELEKTRONIKI WOJSKOWEJ AKADEMII TECHNICZNEJ

UL. GEN. SYLWESTRA KALISKIEGO 2, 00-908 WARSZAWA 49, TEL.: +48 22 683 9050, FAX: +48 22 683 9444

Prezentacja specjalności

SYSTEMY
CYFROWE

dr inż. Paweł Kwiatkowski

Kierownik Zakładu Techniki Cyfrowej

❖ Zakład Techniki Cyfrowej specjalizuje się w:

- ❑ projektowaniu i zastosowaniach szeroko pojętych systemów cyfrowych z użyciem najnowszych technologii mikroelektronicznych (FPGA, mikroprocesory)
- ❑ opracowywaniu metod i urządzeń do precyzyjnej metrologii czasu oraz do zastosowań biomedycznych

❖ Zasoby:

- ❑ 1 laboratorium badawcze
- ❑ 6 laboratoriów dydaktycznych
(układów cyfrowych, internetu rzeczy, układów programowalnych, procesorów DSP, systemów mikroprocesorowych)
- ❑ 15 pracowników
połowa zespołu w wieku < 40 lat



SYSTEMY CYFROWE – zasoby sprzętowe

❖ Laboratorium badawcze

- ❑ wysokiej klasy stacje robocze, drukarka 3D, zegary atomowe, komora klimatyczna, oscyloskopy, urządzenia pomiarowe, zasilacze, generatory sygnałowe
- ❑ **dostępne do realizacji indywidualnych projektów badawczych studentów!**



❖ Szeroki wybór płyt ewaluacyjnych i modułów

- ❑ z mikroprocesorami (ARM Cortex, AVR, PIC)
- ❑ typu *Single Board Computer* (*Raspberry Pi*, *Arduino*)
- ❑ z układami FPGA (w tym najnowsze układy różnych producentów: *AMD/Xilinx*, *Intel/Altera*, *Microsemi*, *Lattice*)
- ❑ układy peryferyjne (np. wyświetlacze LCD, moduły GPS, GSM, WiFi, Bluetooth, czujniki, przetworniki)

SYSTEMY CYFROWE – szkol się u najlepszych!

- ❖ Badania naukowe na światowym poziomie, publikacje w renomowanych czasopismach naukowych (5 publikacji za **200 pkt.** wg. listy MNiSW w latach 2021-2025)
- ❖ Potencjał wdrożeniowy i współpraca z przemysłem:
 - ❖ komercjalizacja zestawu urządzeń pomiarowych (2020), patenty (m.in. 2013, 2017, 2018, 2020)
 - ❖ współpraca z firmami *Pendulum Instruments*, *KenBit*, *PikTime*, inne...
- ❖ **I (2020), III (2021) i V (2022) miejsce** w międzynarodowym hackathonie FPGA, organizowanym przez firmę *Nokia*.



SYSTEMY CYFROWE – informacje ogólne (I)

❖ Specjalizacja kształci:

- ❑ **projektantów systemów cyfrowych** opartych na nowoczesnych technologiach - programowalnych układach cyfrowych, mikrokontrolerach, wbudowanych mikroprocesorach, układach specjalizowanych
- ❑ **projektantów mikrosystemów** dla potrzeb automatyki przemysłowej, techniki pomiarowej, mobilnych i wbudowanych urządzeń teleinformatycznych
- ❑ **programistów systemów cyfrowych** (C / C++ / Java / PHP / VHDL)

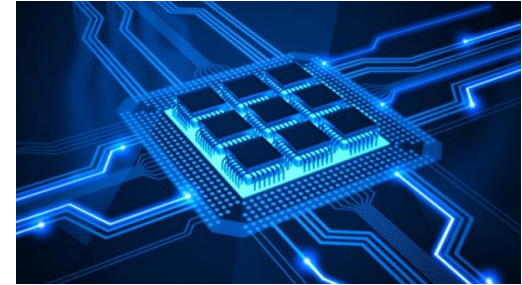


SYSTEMY CYFROWE – informacje ogólne (II)

❖ Specjalizacja oferuje rozszerzone studia w zakresie

□ **techniki cyfrowej i mikroprocesorowej**

- systemy wbudowane
- rozproszone systemy pomiarowe
- układy programowalne i specjalizowane
- procesory DSP
- systemy operacyjne czasu rzeczywistego (RTOS)



□ **programowania i technologii informatycznych**

- programowanie aplikacji internetowych
- programowanie urządzeń mobilnych
- programowanie urządzeń kontrolno-pomiarowych
- programowanie komputerowych aplikacji użytkownika
- głębokie sieci neuronowe w urządzeniach krańcowych
- internet rzeczy



SYSTEMY CYFROWE Przedmioty wybieralne (I)

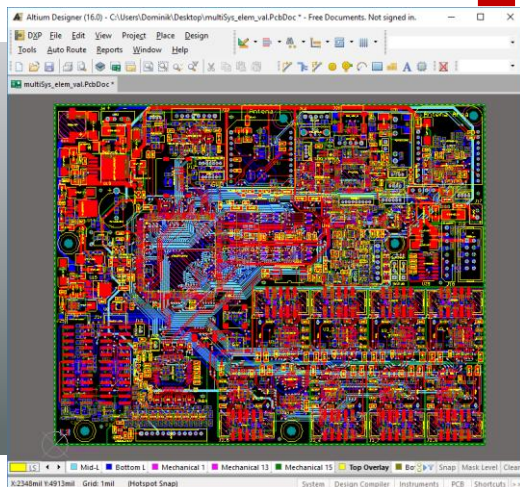
❖ Projektowanie systemów cyfrowych

- ❑ projekt system cyfrowego – od koncepcji do gotowego urządzenia (schemat elektryczny, projekt PCB, montaż, uruchamianie, programowanie)

❖ Systemy wbudowane

- ❑ projektowanie i programowanie systemów cyfrowych z wbudowanymi procesorami/mikrokontrolerami dla platform Linux i Windows
- ❑ programowanie aplikacji dla procesorów jedno- i wielordzeniowych

Zbuduj własną płytkę drukowaną!



❖ Internet rzeczy (IoT)

- ❑ koncepcja IoT, struktura komunikacyjna i funkcjonalna, przykłady zastosowań
- ❑ wybrane techniki komunikacyjne i transmisyjne w IoT
- ❑ podstawy przetwarzania w chmurze, przykładowa chmura obliczeniowa (np. Microsoft Azure, Google Cloud, Blynk)
- ❑ obszary zastosowań IoT

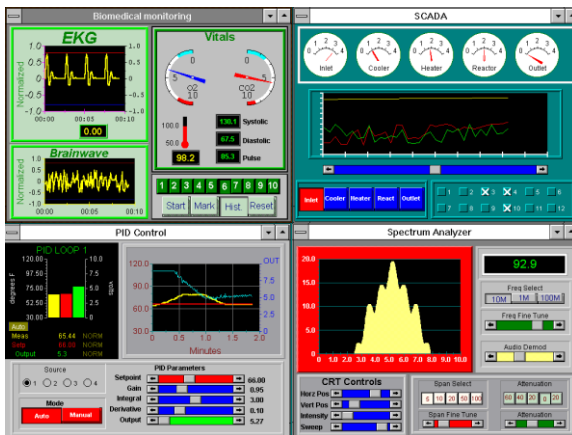
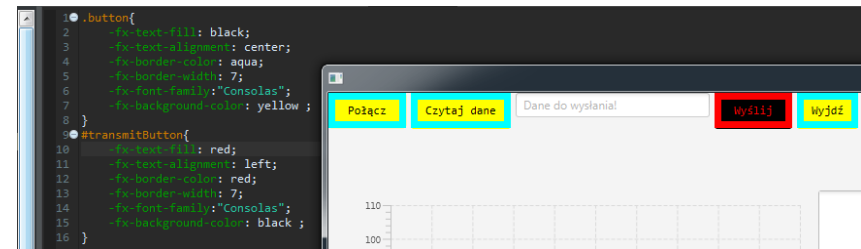


❖ Rozproszone systemy pomiarowe

- ❑ projektowanie systemów rozproszonych do zdalnej kontroli i sterowania z użyciem standardów Bluetooth, ZigBee oraz WiFi
- ❑ aplikacje oparte na infrastrukturze Ethernet, TCP/IP, IoT

❖ Programowanie komputerowych aplikacji użytkownika (GUI)

- ❑ języki programowania i narzędzia komputerowe do projektowania GUI (C#, Java, JavaScript oraz MATLAB)
- ❑ obsługa interfejsów cyfrowych (USB, UART, Ethernet)
- ❑ techniki zobrazowania danych



❖ Programowanie urządzeń kontrolno-pomiarowych

- ❑ projektowanie automatycznych stanowisk pomiarowych przy użyciu graficznych języków programowania (np. LabVIEW, Keysight Vee)
- ❑ wirtualne przyrządy pomiarowe

❖ Programowanie aplikacji internetowych

- ❑ projektowanie aplikacji internetowych z wykorzystaniem najpopularniejszych technologii, takich jak PHP, SQL, XML, JEE, .NET
- ❑ języki skryptowe (PHP), języki znaczników (HTML, XML), Java, JavaScript, protokoły (HTTP, HTTPS, WAP)



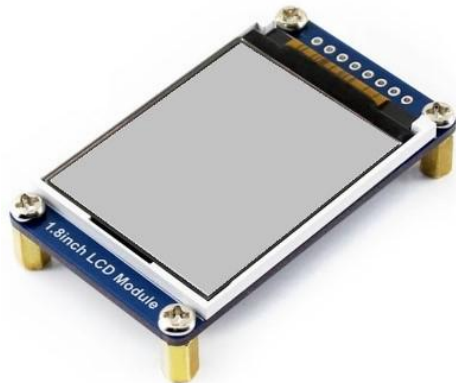
❖ Programowanie urządzeń mobilnych

- ❑ systemy operacyjne dla urządzeń mobilnych (Android, iOS, Windows Phone)
- ❑ środowiska projektowe (Android SDK, Eclipse)



❖ Sensory w technice cyfrowej

- ❑ czujniki temperatury, ciśnienia, natężenia światła, tensometryczne, ultradźwiękowy pomiar odległości, licznikowe metody pomiaru wielkości fizycznych
- ❑ cyfrowe systemy pomiarowe: FPGA VHDL C/C++

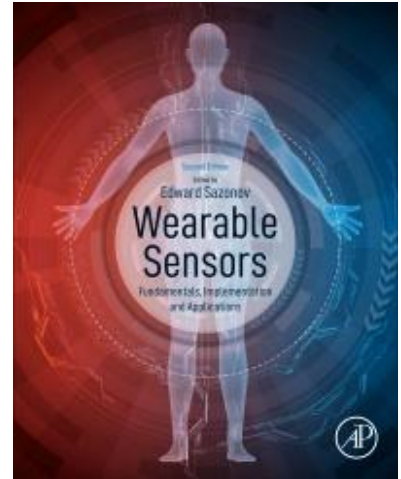


❖ Aplikacje układów FPGA

- ❑ akwizycja i transmisja danych, bezpośrednia synteza cyfrowa, układy sterowania, wizualizacja danych

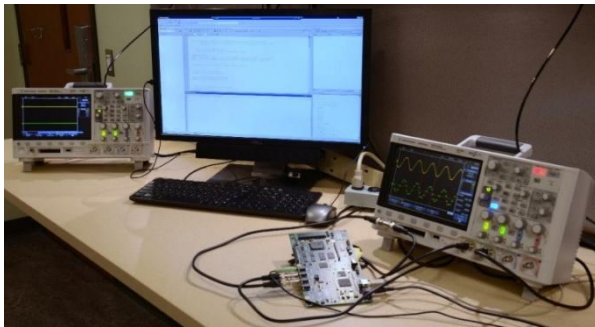
❖ Systemy elektroniki noszonej

- ❑ elementy sprzętowe i programowe elektroniki noszonej, rodzaje sensorów i połączeń z mikrokontrolerem, integracja elektroniki z ubraniami, sposoby zasilania i oszczędzania energii, współpraca z aplikacjami mobilnymi



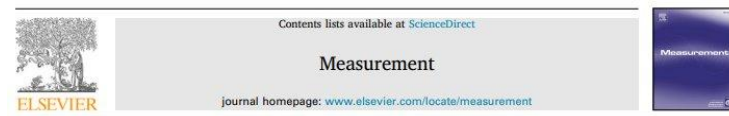
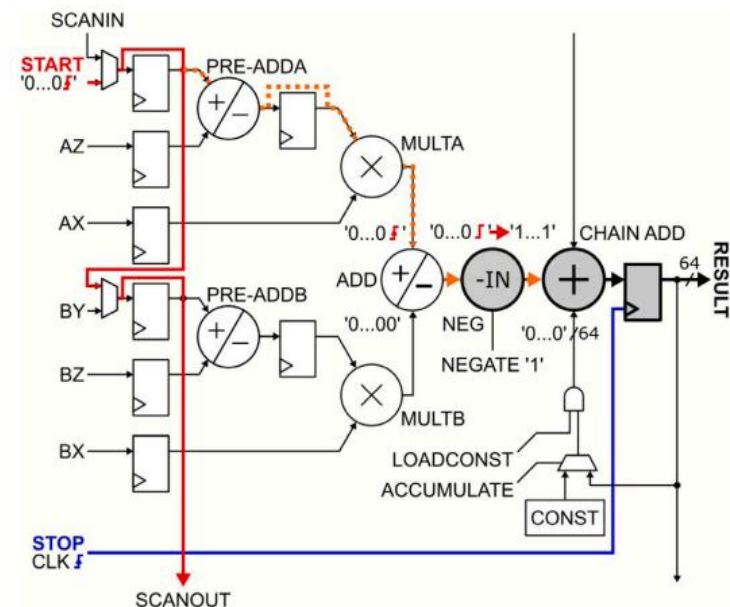
❖ Procesory DSP

- ❑ projektowanie i programowanie systemów DSP z nowoczesnymi procesorami sygnałowymi (*Texas Instruments*)
- ❑ projektowanie aplikacji (filtry cyfrowe, algorytmy przetwarzania obrazu i dźwięku)



❖ Implementacja przetwornika czas-cyfra w układzie programowalnym firmy Intel

- Publikacja w czasopiśmie naukowym *Measurement* (200 pkt. wg. listy MNiSW)
- Pierwsza nagroda w Konkursach Rektora WAT i Dziekana WEL
- Stypendium Ministra Obrony Narodowej za znaczące osiągnięcia
- Praca zgłoszona do konkursów ABB i Trumpf Heuttinger
- V-miejsce na międzynarodowym hackathonie FPGA



Hybrid ALM-DSP TDC in Intel Arria 10 FPGA

Mariusz Mścichowski^{*}, Paweł Kwiatkowski

Military University of Technology, gm. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warsaw, Poland

ARTICLE INFO

Keywords:
Digital signal processing (DSP)
Field-programmable gate arrays (FPGA)
Time interval measurements, tapped delay line (TDL)
Time-to-digital converter (TDC)

ABSTRACT

The article presents the first implementation of a time-to-digital converter (TDC) using a digital signal processing (DSP) block from an Intel field-programmable gate array (FPGA) device. The design and configuration capabilities of the DSP blocks of the leading FPGA manufacturers, AMD and Intel, are compared in the context of time/digital conversion. Next, three variants of TDCs are presented. The problem of ultra-wide bins observed in both the classic version of the converter based on the Adaptive Logic Modules (ALM) and the version built using only DSP blocks has been mitigated in a hybrid variant, combining both solutions. The proposed variant of the hybrid ALM-DSP TDC implemented in Arria 10 FPGA from Intel (20 nm process node) achieved a resolution of 2.1 ps, a single-shot-precision better than 6.36 ps and reduced the maximum differential nonlinearity (DNL) error from 74.5 ps to 12.7 ps.

SYSTEMY CYFROWE

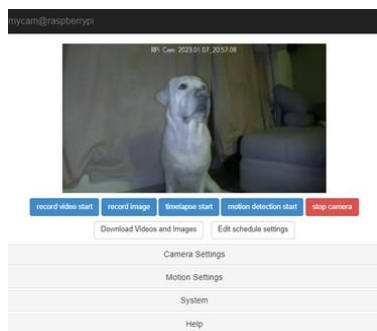
Prace dyplomowe (II)

- ❖ *Projekt i implementacja mobilnego robota teleoperowanego przy użyciu smartwatcha z możliwością przesyłania obrazu w czasie rzeczywistym*
- ❖ *Miniaturowy system do monitorowania parametrów życiowych człowieka*



- [#młodyinnoWATor](#)
- IV-miejsce w ogólnopolskim konkursie *Electronics 4 Science*
- I-miejsce w konkursie Dziekana WEL

❖ Mikroprocesorowy system nadzoru zwierząt

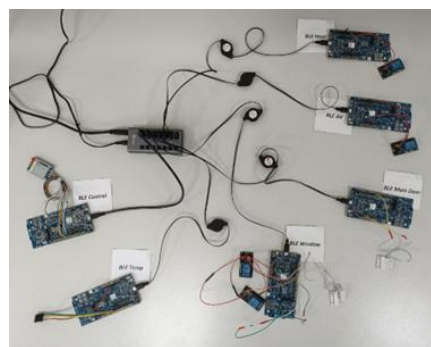


**Zarządzenie w przeglądarce
www oraz w aplikacji mobilnej**

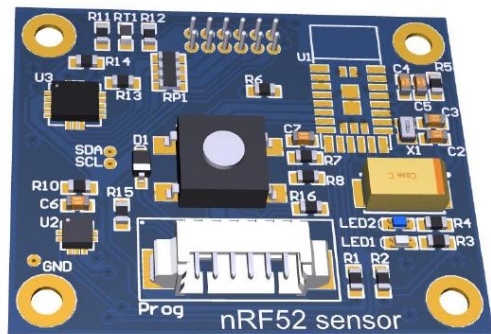


Realizacja praktyczna

❖ Energooszczędny system zarządzania urządzeniami IoT inteligentnego domu

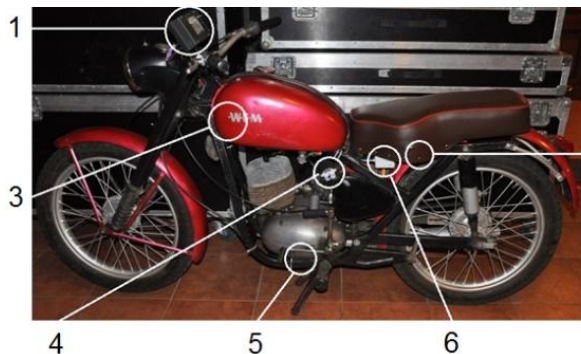


Konfiguracja systemu Praktyczne zastosowanie



- ❖ **Model bezprzewodowego sensora z energooszczędnym mikrokontrolerem Cortex-M4F**

- ❖ **System monitorowania trasy pojazdu**



- ❖ **Zdalny mobilny system monitoringu – monitorowanie parametrów pojazdów**

- ❖ **Zastosowanie Ethernetu w sterowaniu automatyką inteligentnego domu**



SYSTEMY CYFROWE Nagrody absolwentów

❖ Stypendium Ministra Obrony Narodowej

- ❑ 2025

❖ Konkurs Szefa SKW

- ❑ wyróżnienie 2025

❖ Konkurs MON na bezzałogowy statek powietrzny

- ❑ III-miejsce 2024

❖ Konkurs Rektora WAT na najlepszą pracę dyplomową:

- ❑ I-miejsce 2024/2025, 2023/2024, 2022/2023, 2×2021/2022
- ❑ II-miejsce 2021/2022
- ❑ III-miejsce 2024/2025

❖ Konkurs Dziekana WEL na najlepszą pracę dyplomową:

- ❑ I-miejsce 4x2024/2025, 2023/2024, 2×2022/2023, 2×2021/2022
- ❑ II-miejsce 2x2024/2025, 2022/2023, 2021/2022
- ❑ III-miejsce 2023/2024, 2×2022/2023
- ❑ wyróżnienia 2×2021/2022

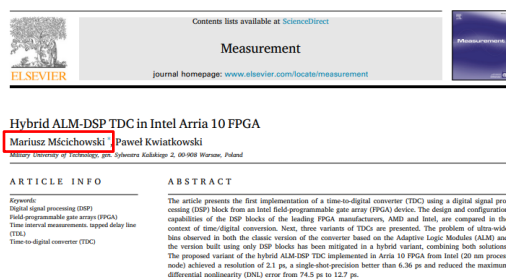
❖ Ogólnopolski konkurs prac dyplomowych Electronics 4 Science

- ❑ IV-miejsce 2024

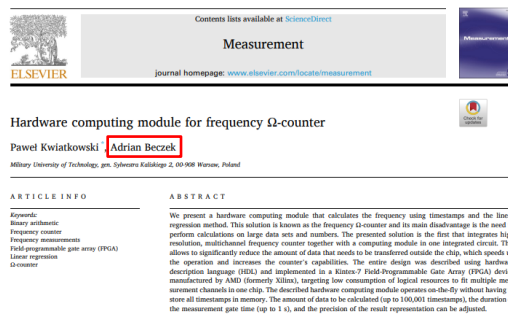
SYSTEMY CYFROWE Publikacje absolwentów

❖ Publikacje w czasopismach naukowych:

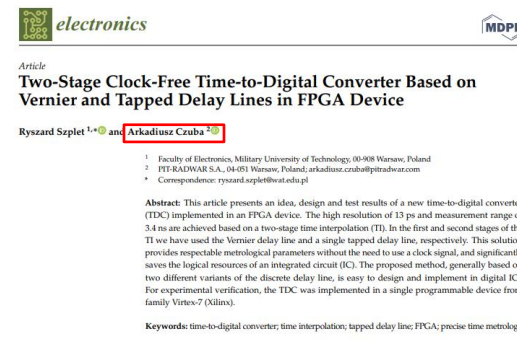
- ❑ **J. Pendowski**, K. Sieczkowski, „Badanie wydajności rdzenia RISC-V w mikrokontrolerze Raspberry Pi Pico 2”, Przegląd Telekomunikacyjny – Wiadomości Telekomunikacyjne, 2025 (przyjęty do publikacji)
- ❑ **A. Harasimczuk**, K. Sieczkowski, „Wykorzystanie urządzeń mobilnych do akwizycji i przetwarzania sygnałów biomedycznych w czasie rzeczywistym”, Przegląd Telekomunikacyjny – Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 1, tom 2025
- ❑ **J. Pendowski**, K. Sieczkowski, „Wykorzystanie komputerów SBC do akwizycji i przetwarzania sygnałów biomedycznych”, Przegląd Telekomunikacyjny – Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 1, tom 2025
- ❑ **M. Mścichowski**, P. Kwiatkowski, „Hybrid ALM-DSP TDC in Intel Arria 10 FPGA”, Measurement, art. no. 115523, vol. 240, 2025
- ❑ **K. Zbróg**, A. Poniecki, „Rozpoznawanie komend głosowych w j. polskim z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych”, Elektronika – Konstrukcje Technologie Zastosowania, nr 8, tom 2024
- ❑ **M. Ostryz**, T. Sondej, „Zastosowanie mikrokontrolera STM32 do przetwarzania sygnałów biomedycznych w czasie rzeczywistym”, Elektronika – Konstrukcje Technologie Zastosowania, nr 8, tom 2024
- ❑ P. Kwiatkowski, **A. Beczek**, „Hardware computing module for frequency Ω -counter”, Measurement, art. No. 114404, vol. 229, 2024



Measurement 2025
(200 pkt. MNiSW)



Measurement 2024
(200 pkt. MNiSW)



Electronics 2021
(100 pkt. MNiSW)

SYSTEMY CYFROWE Miejsca pracy

❖ Przykładowe miejsca pracy absolwentów:

❑ programiści C/C++/Java

- *Samsung*
- *Hewlett Packard*

SAMSUNG

T Mobile



❑ projektanci systemów cyfrowych

- *TRUMPH Huettinger*
- *Embedis*

TRUMPF



HÜTTINGER



❑ projektanci mikrosystemów

- *PIT Radwar*
- *Sidly Care*
- *MediSensonic*



SYSTEMY CYFROWE Podsumowanie

- ❖ Dodatkowe informacje na temat specjalności **Systemy Cyfrowe** można uzyskać u Kierownika Zakładu lub nauczycieli akademickich pracujących w zakładzie.
- ❖ **Zapytaj także o opinie koleżanek/kolegów, którzy już u nas studiują lub kiedyś studiowali (systemy cyfrowe, mikroelektronika)!**
- ❖ Jeśli masz średnią powyżej 4,0 to zapraszamy na **studia indywidualne!**

Kierownik Zakładu

dr inż. Paweł Kwiatkowski

pokój 201 / 45

tel. 261 837 334

pawel.kwiatkowski@wat.edu.pl



<https://wel.wat.edu.pl/isl/ztc/>