

| Opis przedmiotu / <i>Course description</i>  |  |
|--|--|
| <b>DATA TRANSMISSION</b>   |  |
| Kod przedmiotu (USOS)<br><i>Course code</i>  | 1120-IN000-ISA-0232  |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim<br><i>Course title (Polish)</i>  | Transmisja danych  |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim<br><i>Course title (English)</i>  | Data Transmission  |
| <b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i></b> |  |
| Poziom kształcenia<br><i>Study programme</i>   | Studia pierwszego stopnia<br><i>BSc studies</i>  |
| Forma i tryb prowadzenia studiów<br><i>Mode of study</i>   | Stacjonarne<br><i>Full-time studies</i>  |
| Kierunek studiów<br><i>Field of study</i>  | Informatyka i Systemy Informacyjne<br><i>Computer Science and Information Systems</i>                        |
| Profil studiów<br><i>Study programme profile</i>   | Profil ogólnoakademicki<br><i>General academic profile</i>   |
| Specjalność<br><i>Specialisation</i>   | -  |
| Jednostka prowadząca<br><i>Unit administering the course</i>   | Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych<br><i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>            |
| Jednostka realizująca<br><i>Unit delivering the course</i>   | Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych<br><i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>            |
| Koordynator przedmiotu<br><i>Course coordinator</i>  | Mgr inż. Marcin Pilarski<br>Zakład SPI, Marcin.Pilarski@pw.edu.pl  |
| Osoby prowadzące zajęcia<br><i>Course teachers</i>   | Mgr inż. Marcin Pilarski, dr inż. Andrzej Bąk, dr inż. Piotr Gajowniczek, dr inż. Magdalena Jasionowska-Skop |
| <b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>                       |  |
| Blok przedmiotów<br><i>Block of the courses</i>  | Kierunkowe<br><i>Field-related</i>   |
| Poziom przedmiotu<br><i>Level of the courses</i>   | Podstawowy<br><i>Basic</i>   |
| Grupa przedmiotów<br><i>Group of the courses</i>   | Obowiązkowy<br><i>Obligatory</i>   |
| Status przedmiotu<br><i>Type of the course</i>   | Obowiązkowy<br><i>Obligatory</i>   |
| Język prowadzenia zajęć<br><i>Language of instruction</i>  | Polski<br><i>Polish</i>  |
| Semester nominalny<br><i>Proper semester of study</i>  | 3  |
| Minimalny numer semestru<br><i>Earliest semester of study</i>  | 3  |
| Usytuowanie realizacji w roku akademickim<br><i>Semester in academic year</i>                                    | Semestr zimowy<br><i>Winter semester</i>   |
| Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające   |  |

|  |  |    |
|--|--|----|
| <i>Prerequisites</i>   |  |    |
| Limit liczby studentów<br><i>Limit of the number of students</i>   | Liczba grup: bez ograniczeń<br>Ćwiczenia – liczba studentów w grupie jest zgodna z ograniczeniami obowiązującymi w Politechnice Warszawskiej<br>Laboratoria – liczba studentów w grupie jest zgodna z ograniczeniami obowiązującymi w Politechnice Warszawskiej<br><i>Number of groups: no limits</i><br><i>Tutorial – the number of students in a group matches the limits defined by the Warsaw University of Technology</i><br><i>Laboratory – the number of students in a group matches the limits defined by the Warsaw University of Technology</i>  |    |
| <b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b> |  |    |
| Cel przedmiotu<br><i>Course objective</i>  | Celem przedmiotu jest zaznajomienie słuchaczy z podstawami transmisji sygnałów cyfrowych w systemach telekomunikacyjnych oraz architekturą, działaniem i najważniejszymi technikami sieci Internet i operatorskich sieci IP.<br><i>The aim of the course is to familiarize students with the principles of transmission of digital signals in telecommunication systems, as well as with an architecture, operation and fundamental technologies of the Internet and carrier-grade IP networks.</i>  |    |
| Efekty uczenia się<br><i>Learning outcomes</i>   | Patrz TABELA 3.6.<br><i>Table 3.6.</i>   |    |
| Formy zajęć i ich wymiar (semestralny)<br><i>Type of classes and hours of instruction per week</i>         | Wykład / <i>Lecture</i>  | 30 |
|  | Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>  | 0  |
|  | Laboratorium / <i>Laboratory</i>   | 15 |
|  | Projekt / <i>Project classes</i>   | 0  |
| Treści kształcenia<br><i>Course content</i>  | Podstawy transmisji sygnałów cyfrowych w kanałach telekomunikacyjnych przewodowych i bezprzewodowych. Opis działania podstawowych technik stosowanych w systemach telekomunikacyjnych tj. stosowanych modulacji i metod wielodostępu, organizacja strumieni przesyłania danych binarnych w sieciach telekomunikacyjnych. Najważniejsze rozwiązania i techniki wykorzystywane w sieci Internet oraz w operatorskich sieciach IP (IPv4 i IPv6) do efektywnego transportu zagregowanych strumieni danych.<br>Sieć Internet jako przykład globalnego systemu teleinformatycznego. Model warstwowy dla Internetu (stos protokołów TCP/IP). Rodzaje aplikacji i ich wymagania związane ze świadczonymi usługami.<br>Usługa i protokół DNS jako przykład rozwiązania “użytkowego” dla innych aplikacji Internetu. Architektura systemu DNS: system nazw domenowych i hierarchia serwerów. Usługa www jako przykład podstawowej usługi internetowej. Protokół http i jego własności. Rozwiązania zwiększające efektywność dostarczania powtarzalnych treści.<br>Adresacja w protokole IPv4 i translacja adresów NAT. Adresacja w protokole IPv6/NDP. Warstwa transportowa sieci Internet. Protokoły UDP i TCP (komunikacja bezpołączeniowa i połączeniowa). Mechanizm socket. TCP jako przykład protokołu zapewniającego niezawodną transmisję danych: mechanizm okna, flow control, congestion control.<br>Routing w sieciach IP: Routing wewnątrzsieciovowy – zagadnienia zaawansowane. Mechanizm ECMP (Equal Cost Multi Path) i jego zastosowania. Routing hierarchiczny – działanie i konfiguracja protokołu OSPF (Open Shortest Path First) w sieci wieloobszarowej (multiple-area OSPF routing) – komunikacja między obszarami, typy obszarów i wiadomości. Protokół OSPF v3 (IPv6) – różnice w stosunku do OSPF v2. |    |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>Technika MPLS (Multi Protocol Label Switching) i jej zastosowania w sieciach ISP. Protokoły dystrybucji etykiet i tworzenie ścieżek LSP (Label Switching Path). Mechanizmy inżynierii ruchu w technice MPLS. Zabezpieczanie ścieżek LSP przed skutkami awarii. Ścieżki MPLS punkt-wielopunkt i ich zastosowania.</p> <p>Routing międzysieciowy. Organizacja sieci Internet i wymiana ruchu między operatorami ISP (Internet Service Provider). Protokół BGP (Border Gateway Protocol) – konfiguracja zaawansowana. Wiadomości, procedury i bazy danych protokołu BGP. Atrybuty ścieżek i ich zastosowania w tworzeniu reguł routingu. Zastosowania atrybutu Community, MED, Local Preference. Dobre praktyki w routingu międzyoperatorskim (agregacja adresów, filtrowanie prefiksów, RPKI). Skalowalność sesji Internal BGP – Route Reflector, konfederacja systemów autonomicznych, MPLS shortcuts (BGP free core).</p> <p><i>Fundamentals of digital signal transmission over wired and wireless media. Description of fundamental technologies used in telecommunication systems, i.e. modulation and multiple-access, organization of binary data transmission in telecommunication networks. Most important solutions and technologies used in the Internet and in carrier-grade IP networks (IPv4 and IPv6) for the efficient transport of aggregated data streams. The Internet as an example of a global ICT system. Layered model for the Internet (TCP / IP protocol stack). Types of applications and their requirements related to the services provided. DNS service and protocol as an example of a "utility" solution for other Internet applications. DNS architecture: domain name system and server hierarchy. A web service as an example of a fundamental internet service. Http protocol and its properties. Solutions that increase the efficiency of the delivery of repetitive content. IPv4 addressing and NAT address translation Addressing in the IPv6 / NDP protocol. Transport layer of the Internet. UDP and TCP (connectionless and connection-oriented communication). Socket mechanism. TCP as an example of a protocol ensuring reliable data transmission: window mechanism, flow control, congestion control. Routing in IP networks: Intra-domain routing - advanced issues. ECMP (Equal Cost Multi Path) mechanism and its applications. Hierarchical routing - operation and configuration of OSPF (Open Shortest Path First) in multiple-area OSPF routing - communication between areas, area types and messages. OSPF v3 (IPv6) protocol - differences from OSPF v2 MPLS (Multi Protocol Label Switching) and its applications in ISP networks. Label distribution protocols and LSP (Label Switching Path) creation. Mechanisms of traffic engineering in MPLS. Protection of LSP paths against the effects of failures. MPLS point-to-multipoint paths and their applications. Inter-domain routing. Organization of the Internet and exchange of traffic between ISPs (Internet Service Providers). BGP (Border Gateway Protocol) - advanced configuration. Messages, procedures and databases of BGP protocol. Path attributes and their applications in creating routing policies. Uses of the Community, MED, Local Preference attributes. Good practices in inter-domain routing (address aggregation, prefix filtering, RPKI). Scalability of Internal BGP sessions - Route Reflector, confederation of autonomous systems, MPLS shortcuts (BGP free core).</i></p> |
| Metody dydaktyczne<br><i>Teaching methods</i> | <p>Wykład: wykłady informacyjne z omówieniem <i>case studies</i>, przy wykorzystaniu prezentacji i materiałów multimedialnych.</p> <p>Laboratorium: ćwiczenia praktyczne rozwiązywane samodzielnie oraz pod nadzorem prowadzącego przy wykorzystaniu pakietów obliczeniowych oraz</p>  |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>wirtualnych środowisk emulujących i symulujących działanie sieci telekomunikacyjnych.</p> <p><i>Lecture: informative lectures including case studies, using presentations and multimedia materials.</i></p> <p><i>Laboratory: practical exercises solved independently and/or under supervision using computational packages and virtual environments emulating and simulating the operation of telecommunications networks.</i></p>  |
| <p>Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia</p> <p><i>Assessment methods and regulations</i></p>  | <p>Laboratorium: ocena zadań wykonywanych w laboratorium; z laboratoriów można uzyskać do 60 punktów. Wykład: kolokwium zaliczeniowe; z kolokwium można uzyskać do 40 punktów. Oceny: 0-49 ocena 2; 50-59 ocena 3; 60-69 ocena 3,5; 70-79 ocena 4; 80-89 ocena 4,5; 90-100 ocena 5.</p> <p>Możliwe jest niezaliczenie maksymalnie 1 laboratorium, przy czym za niezaliczone laboratorium definiuje się takie, w którym student uzyska mniej niż 20% punktów.</p> <p><i>Laboratory: max. 60 points in total from graded exercises. Lecture: Mid-term and Final-exam up to 40 total points. Ratings: 0-49 score 2; 50-59 score 3; 60-69 score 3.5; 70-79 score 4; 80-89 score 4.5; 90-100 score 5. It is allowed to fail a maximum of 1 lab. exercise, where a failed exercise is defined as the one in which a student obtains less than 20% of available points.</i></p> |
| <p>Metody sprawdzania efektów uczenia się</p> <p><i>Learning outcomes verification methods</i></p>  | <p>Patrz TABELA 3.6.</p> <p><i>Table 3.6.</i></p>  |
| <p>Egzamin</p> <p><i>Examination</i></p>  | <p>Nie</p> <p><i>No</i></p>  |
| <p>Literatura i oprogramowanie</p> <p><i>Bibliography and software</i></p>  | <p>1. L. Peterson, B. Davie "Computer Networks: A Systems Approach".</p> <p>2. „Computer Networking: A Top-Down Approach” Edition by James F. Kurose, Keith W. Ross.</p> <p>3. "Computer Networking : Principles, Protocols and Practice", 2nd Edition, Olivier Bonaventure.</p> <p>4. K. Kuczynski, R. Stegiński, "Routing w sieciach IP", Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie Instytut Informatyki, ISBN: 978-83-62773-08-4</p>  |
| <p>Witryna www przedmiotu</p> <p><i>Course homepage</i></p>   | <p>e.mini.pw.edu.pl</p>  |
| <p><b>D. Nakład pracy studenta / <i>Student workload</i></b></p>  |  |
| <p>Liczba punktów ECTS</p> <p><i>Number of ECTS credit points</i></p>   | <p><b>4</b></p>  |
| <p>Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się</p> <p><i>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes</i></p> | <p>1. godziny kontaktowe – 50 h; w tym</p> <p>a) obecność na wykładach – 30 h</p> <p>b) obecność na laboratoriach – 15 h</p> <p>c) konsultacje – 5 h</p> <p>2. dodatkowo student musi poświęcić 50 h na następujące formy pracy</p> <p>a) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i zaliczeń – 35 h</p> <p>b) zapoznanie się z literaturą – 15 h</p> <p>Razem 100 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS</p>   |
| <p>Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich</p> <p><i>Number of ECTS credits for</i></p>                                     | <p>1. obecność na wykładach – 30 h</p> <p>2. obecność na laboratorium – 15 h</p> <p>3. konsultacje – 5 h,</p> <p>Razem 50 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS</p>  |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <i>classes that require direct participation of teachers</i>   |   |  |   |
| Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym<br><i>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature</i>   | 1. obecność na laboratoriach – 15 h<br>2. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 35 h<br>Razem 50 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS   |  |   |
| <b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>  |   |  |   |
| Uwagi<br><i>Remarks</i>  | -   |  |   |
| <b>TABELA 3.6. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / TABLE 3.6. LEARNING OUTCOMES</b>  |   |  |   |
| 1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych |   |  |   |
| Efekty uczenia się dla modułu<br><i>Learning outcomes of the module</i>  | OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ<br>Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku<br><i>Informatyka i Systemy Informacyjne / Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i><br><b>LEARNING OUTCOMES</b><br><i>The graduate of first/second-cycle programme Computer Science and Information Systems / Mathematics / Data Science</i>   | Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków | Sposób weryfikacji<br><br><b>Verification method</b>  |
| <b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>  |   |  |   |
| W01  | Posiada wiedzę z podstaw transmisji sygnałów cyfrowych w kanałach telekomunikacyjnych przewodowych i bezprzewodowych<br><i>Has knowledge of the basics of digital signal transmission, both in wired and wireless telecommunication channels;</i>   | I1A_W03  | kolokwium zaliczeniowe<br><br><i>test</i>   |
| W02  | Posiada wiedzę z działania podstawowych technik stosowanych w systemach telekomunikacyjnych tj. stosowanych modulacji, metod wielodostępu, organizacja strumieni przesyłania danych binarnych w sieciach telekomunikacyjnych<br><i>Has knowledge of basic techniques used in telecommunication systems, i.e. modulation, multiple access methods, organization of binary data streams' transfer in telecommunications networks;</i> | I1A_W03  | kolokwium zaliczeniowe, ocena z zadań wykonywanych podczas laboratorium<br><br><i>test, graded lab. tasks</i> |
| W03  | Posiada wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych uwarunkowań systemów telekomunikacyjnych<br><i>Has the knowledge necessary to understand the social, economic and legal aspects of telecommunications systems;</i>  | I1A_W11  | kolokwium zaliczeniowe<br><br><i>test</i>   |

|  |   |         |   |
|--|---|---------|---|
| W04  | Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie sieci komputerowych i technologii sieciowych<br><i>Has ordered, theoretically founded general knowledge in the field of computer networks and network technologies</i>  | I1A_W04 | kolokwium zaliczeniowe, ocena z zadań wykonywanych podczas laboratorium<br><br><i>test, graded lab. tasks</i> |
| <b>UMIEJĘTNOŚCI / SKILLS</b>                     |   |         |   |
| U01  | Potrafi opisać architekturę co najmniej dwóch systemów dostępowych w sieciach teleinformatycznych<br><i>Can describe the architecture of at least two access systems in ICT networks</i>  | I1A_U07 | kolokwium zaliczeniowe<br><br><i>test</i>   |
| U02  | Potrafi opisać architekturę co najmniej jednego systemu sieci rdzeniowych w sieciach teleinformatycznych<br><i>Can describe the architecture of at least one core network system in ICT networks</i>  | I1A_U07 | kolokwium zaliczeniowe<br><br><i>test</i>   |
| U03  | Ma umiejętność pisania prostych skryptów oraz posługiwania się systemem do obliczeń matematycznych na poziomie API<br><i>Can write simple scripts and use a chosen mathematical computing environment (including API)</i>   | I1A_U05 | ocena zadań wykonywanych podczas laboratorium<br><br><i>graded lab. tasks</i>                                 |
| U04  | Potrafi sformułować specyfikację prostych systemów informatycznych w odniesieniu do sprzętu, oprogramowania systemowego i cech funkcjonalnych aplikacji, potrafi zabezpieczyć przesyłane dane przed nieuprawnionym odczytem<br><i>Is able to formulate a specification of simple information systems in relation to hardware, system software and functional features of applications, is able to protect transmitted data against unauthorized reading</i> | I1A_U07 | ocena zadań wykonywanych podczas laboratorium<br><br><i>graded lab. tasks</i>                                 |
| U05  | Potrafi samodzielnie wykonać mały projekt informatyczny związany z programowaniem na poziomie API pakietu matematycznego<br><i>Can do (without assistance) a small IT project involving programming in a chosen mathematical computing environment</i>  | I1A_U07 | ocena zadań wykonywanych podczas laboratorium<br><br><i>graded lab. tasks</i>                                 |
| <b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b> |   |         |   |
| K01  | Rozumie cykl życia urządzeń i systemów telekomunikacyjnych, a w tym ich efekt jaki wywierają na współczesne społeczeństwo<br><i>Understands the life cycle of telecommunications systems and devices, including the effect they have on modern society</i>  | I1A_K01 | kolokwium zaliczeniowe<br><br><i>test</i>   |
| K02  | Rozumie społeczne i ekonomiczne uwarunkowania budowy i eksploatacji systemów telekomunikacyjnych<br><i>Understands the social and economic aspects of</i>   | I1A_K03 | kolokwium zaliczeniowe  |

|  |   |  |             |
|--|---|--|-------------|
|  | <i>construction and operation of telecommunications systems</i> |  | <i>test</i> |
|--|---|--|-------------|