**Nazwa przedmiotu:**

Systemy Informatyczne w medycynie

**Koordynator przedmiotu:**

prof. ucz. dr hab. inż. Waldemar Smolik

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Biomedyczna

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty zaawansowane kierunku - obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

SIM

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
obecność na spotkaniach projektowych 15 godz.,
obecność na sprawdzianach 2 godz.
2. praca własna studenta – 53 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 8 godz.,
przygotowanie projektu 25 godz.,
przygotowanie do sprawdzianów 20 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 115 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,16 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2,19 pkt. ECTS w tym 15 godz. zajęć laboratoryjnych plus 8 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagana jest znajomość podstawowych poleceń systemu Unix, umiejętność programowania w stopniu umożliwiającym implementację prostych algorytmów oraz umiejętność korzystania z bibliotek programistycznych w tym obiektowych.

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z komputerowymi systemami i standardami informatycznymi wykorzystywanymi w medycynie i systemie ochrony zdrowia.

**Treści kształcenia:**

Wykład:

1. Wprowadzenie w problematykę informatyki medycznej. Definicje podstawowych
pojęć informatyki medycznej. Definicja informatyki biomedycznej. Informatyzacja ochrony zdrowia. Medycyna i ochrona zdrowia jako specyficzne pole zastosowań informatyki. Aspekty prawne przetwarzania danych w ochronie zdrowia. Klasyfikacja systemów informatycznych stosowanych w systemie ochrony zdrowia: podział według skali, typu, struktury i poziomu informacji. System informatyczny jako wyrób medyczny. Dedykowane standardy informatyki medycznej. Organizacje i instytucje rozwijające informatykę medyczną.
2. Systemy informatyczne w ochronie zdrowia w Polsce. Status prawny systemów informacji medycznej. Standardy: DICOM, XML i HL7. Systemy informatyczne w Narodowym Funduszu Zdrowia. System zarządzania obiegiem informacji SZOI. Informatyzacja ochrony zdrowia realizowana przez Ministerstwo Zdrowia (CSIOZ). Elektroniczna platforma gromadzenia, analizy i udostępniania zasobów cyfrowych o zdarzeniach medycznych. Elektroniczna dokumentacja medyczna. Planowany rozwój systemów informatycznych w ochronie zdrowia w Polsce. Rejestr podmiotów. Dziedzinowe systemy teleinformatyczne w ochronie zdrowia.
3. Standard kodowania i transmisji cyfrowych obrazów medycznych DICOM. Rozwój standardu. Obiektowa definicja usług. Para usługa – obiekt informacyjny. Operacje sieciowe i dotyczące nośników wymiennych. Obiektowy model świata rzeczywistego. Obiekty informacyjne, jednostki, moduły i atrybuty. Znacznikowy format danych. Zbiór danych. Struktura elementu danych. Składnia transmisji. Domyślne składnie transmisji dla danych nieskompresowanych i skompresowanych. Kodowanie pikseli obrazu. Kodowanie sekwencji obrazów.
4. Warstwowy model komunikacji sieciowej w standardzie DICOM. Protokół warstwy wyższej DICOM dla usług asocjacji. Struktura komunikatów asocjacji. Protokół warstwy aplikacji. Struktura komunikatów usług sieciowych DIMSE. Protokół warstwy wyższej (DUL) i struktura komunikatów. Przykładowe klasy usług i komunikaty sieciowe. Model organizacji plików na nośnikach wymiennych - plik DICOMDIR. Format pliku w standardzie DICOM. Biblioteki do obsługi standardu DICOM.
5. Język XML. Koncepcja znacznikowego metajęzyka. Elementy i atrybuty. Drzewiasta struktura danych. Struktura pliku XM i prologu. Przestrzenie nazw. Instrukcje przetwarzania. Opis i weryfikacja dokumentów XML za pomocą schematów. Struktura schematów XSD. Projektowanie w języku XML: XSLT, XPath, XQuery. Transformacja dokumentów XML. Struktura wzorców XSL. Obiektowy model danych DOM. Drzewiasta struktura klasy kontenera. Własności i metody interfejsu programistycznego.
6. Zastosowanie XML w standardach informatycznych dotyczących medycyny i ochrony zdrowia. Inicjatywy Europejskiego komitetu normalizacji. Modele informacji. Terminologia i reprezentacja wiedzy. Interoperacyjność i bezpieczeństwo systemów informatycznych. Przykłady zastosowań języka XML w medycznych systemach informatycznych. Wymiana informacji pomiędzy świadczeniodawcami a NFZ. Komunikaty XML. Kolejka oczekujących pacjentów. Implementacja e-Recepty w krajach Unii Europejskiej (Belgia, Polska). Struktura komunikatu przekazywania elektronicznego rekordy pacjenta (EHR). Weryfikacja zgodności e-Recepty za pomocą schematów XSD. Generacja wydruku za pomocą transformacji XSL.
7. Standardy HL7. Standard komunikacji informatycznych systemów medycznych HL7 v2 i HL7 v3. Terminologia standardu HL7 v2. Rodzaje komunikatów i typy danych. Struktura komunikatów: segmenty, pola i komponenty. Koncepcja komunikacji w standardzie HL7 w wersji 3. Terminologia i typy danych w obiektowym referencyjnym modelu informacji (HL7 RIM). Struktury wspomagające: scenariusze, zdarzenia, modele interakcji, role aplikacji. Kodowanie komunikatów w języku XML. Referencyjny model informacyjny (RIM). Definicja klas informacji, dziedziczenia i relacji w języku UML.
8. Standard HL7 CDA i CCD. Koncepcja elektronicznej karty pacjenta. Pojęcie dokumentu klinicznego. Struktura komunikatu: nagłówek i zawartość komunikatu. Przykładowe komunikaty. Struktura komunikatu z kartą pacjenta. Standard HL7 MIF. Format kodowania modelu informacyjnego RIM. Standard HL7 Arden Syntax. Reprezentacja wiedzy medycznej i wspomaganie decyzji w medycynie. . Standard HL7 Development Framework. Formalna metodologia rozwoju standardu. Model obiektowy. Zastosowanie języka UML w opisie danych i interakcji. Standard HL7 CCOW.
9. Pojęcie bazy danych. Funkcje i zalety systemów zarządzania bazą danych. Schemat bazy danych. Modele danych. Model związków encji. Relacyjny model danych z algebrą relacji. Relacyjne bazy danych. Język zapytań SQL. Język definicji danych. Język manipulacji danymi. Definiowanie schematu bazy danych. Typy danych i ich dziedziny. Tabele. Relacje. Klucze główne, kandydujące i obce. Dodawanie i kasowanie krotek. Zapytania i warunki zapytań. Sortowanie i funkcje wbudowane. Złączenia. Indeksy tabel. Obsługa transakcji. Widoki.
10. Dostęp do bazy danych z poziomu języka programowania. Rozwiązania specyficzne producentów i rozwiązania niezależne. Wbudowany SQL, moduły SQL kompilowane w bazie danych, interfejsy na poziomie wywołań poleceń SQL (CLI). Biblioteka Open Database Connectivity – ODBC. Biblioteka JDBC.
11. Systemy archiwizacji diagnostycznych obrazów medycznych. Koncepcja obrazowej bazy danych. Zalety wykorzystania SZBD. Reprezentacja obrazów i metadanych w relacyjnym modelu bazy danych. Metadane w formatach obrazów cyfrowych (EXIF, IPTC). Funkcje systemów bazodanowych do przetwarzania obrazów. Hierarchiczny model świata rzeczywistego w standardzie DICOM. Metadane standardu DICOM. Metody zapisu obrazów medycznych na poziomie fizycznym. Binarne obiekty o dużych rozmiarach (BLOBs) a obrazy medyczne. Indeksowanie obrazów za pomocą ikon (thumbnails). Import i eksport danych z poziomu języka programowania. Wsparcie formatu DICOM w bazach danych. Biblioteka Oracle Multimedia DICOM. Przykładowe obrazowe bazy danych.
12. Cyfrowe diagnostyczne obrazy medyczne. Obrazy światła widzialnego i obrazy pseudokolorowane. Charakterystyka obrazów z różnych technik diagnostycznych. Próbkowanie przestrzenne i kwantyzacja. Metadane obrazów w standardzie DICOM. Próbkowanie w funkcji czasu – obrazy wieloklatkowe. Transformacja wartości fizycznych na kolor – pseudokolorowanie. Paleta monochromatyczne odcieni szarości i palety kolorowe. Reprezentacja koloru w przestrzeniach barw (RGB). Mapy bitowe. Opis pseudokolorowania w standardzie DICOM.
13. Język UML. Modelowanie oprogramowania. Wykorzystanie języka UML w projektowaniu systemów informatycznych. Składnia języka. Elementy systemu w języku UML. Diagramy strukturalne, behawioralne, interakcji i organizacji modelu. Perspektywy: przypadków użycia, projektowa, procesowa, implementacyjna i wdrożeniowa. Diagramy UML na przykładzie problemu producent-konsument programowania równoległego. Diagramy: pakietów, przypadków użycia, klas, stanów, czynności, synchronizacji wątków.
Ćwiczenia: brak

Laboratorium:
Laboratorium pozwala osiągnąć umiejętności praktyczne i stanowi przygotowanie do projektu. W ramach laboratorium studenci konfigurują otwartoźródłowy system zarządzania bazą danych. Zapoznają się z obsługą bazy danych z poziomu konsoli z linią poleceń oraz poleceniami języka SQL. Definiują schemat obrazowej bazy danych oparty na hierarchicznym modelu danych standardu DICOM lub referencyjnego modelu informacyjnego standardu HL7. Konfigurują bibliotekę ODBC. Przeprowadzają testy definiowania danych i manipulacji danymi z poziomu języka C. Dokonują importu obrazowych badań medycznych z wykorzystaniem bibliotek obsługujących standard DICOM.
Projekt:

Celem projektu jest wykorzystanie wiedzy zdobytej na wykładzie i w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych do realizacji fragmentu systemu archiwizacji obrazów medycznych. Projekt jest realizowany w zespołach pięcioosobowych. Zadania projektowe dotyczą importu obrazów DICOM do bazy danych, weryfikacji metadanych obrazów za pomocą schematów XSD, realizacji zarządzani plikami obrazowymi w systemie plików, generacji komunikatów HL7 wyzwalanych zdarzeniami w bazie danych, indeksowania tabeli obrazów za pomocą ikon, itp. W ramach realizacji zadania projektowego przewidziane są spotkania ewaluacyjne mające na celu ocenę postępu prac. Odbiór projektu polega na: prezentacji multimedialnej projektu, omówieniu kodu źródłowego, i przeprowadzeniu eksperymentu demonstrującego działanie opracowanego rozwiązania. Wymagane jest dostarczenie kodu źródłowego z dokumentacją.

**Metody oceny:**

sprawdzian pisemny
zadania laboratoryjne,
sprawozdanie i prezentacja projektu,
ocena aktywności podczas zajęć

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. R. Rudowski (redakcja), Informatyka medyczna, PWN, 2004.
2. R. Tadeusiewicz, Informatyka Medyczna, UMCS, Lublin, 2014
3. R. Zajdel i inni, "Kompendium informatyki medycznej", Alfa-medica press 2003.
4. E. Piętka, Zintegrowany system informacyjny w pracy szpitala, PWN, 2004.
5. E. Kącki, J.L. Kulikowski i inni, "Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000", Systemy komputerowe i teleinformatyczne w służbie zdrowia, Exit 2003
6. E.H. Shortliffe, L.E. Perreault, Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine, Springer Science & Business Media, 11.11.2013 – 856
7. E.H. Shortliffe, J.J. Cimino (Eds.), Biomedical Informatics, Computer Applications in Health Care and Biomedicine, Springer, 25.05.2006 - 1037
8. Jerôme Beranger, Medical Information Systems Ethics, 2015, Wiley-ISTE, ISBN: 978-1-84821-859-8
9. K.H. Goldberg, XML. Szybki start. Wydanie II, Helion, 2014
10. R. Harold, XML. Księga eksperta, Helion, 2001, ISBN837197275X
11. T. Benson, G. Grieve, Principles of Health Interoperability, SNOMED, CT, HL7 and FHIR, Springer Verlag, 2016
12. Howard Edidin, Vikas Bhardwaj, HL7 for BizTalk, Apress, 2014
13. M. Pusz, Instrukcja stosowania Polskiej Implementacji Krajowej HL7 CDA, CSIOZ, E-Zdrowie P1, https://www.csioz.gov.pl
14. David Clunie, DICOM 3.0 (standard draft), Medical Image Format Site, www.dclunie.com
15. Oleg S. Pianykh, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical introduction and Survival Guide, Springer
16. H.K. Huang, PACS and imaging informatics, Wiley-Liss, 2004.
17. S.T.C. Wong, Medical Image Databases, Springer Science & Business Media, 2012
18. D.J. Barret, Linux. Leksykon kieszonkowy, O’Reilly, Helion, 2017
19. Stephen Prata, Język C++. Szkoła programowania. Wydanie VI
20. T. Connoly & C. Begg, Systemy baz danych, Oficyna Wydawnicza ReadMe, Warszawa 2004
21. R. Stephens, A.D. Jones, R. Plew, SQL w 24 godziny, SAMS, Helion, 2016
22. Paul Wilton, John Colby, SQL. Od podstaw, Helion 2005

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka POB\_W01:**

zna pojęcia i zagadnienia występujące w informatyce medycznej oraz informatyzacji ochrony zdrowia

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W\_03, W\_02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG, I.P7S\_WK, III.P7S\_WK

**Charakterystyka POB\_W02:**

zna i rozumie główne tendencje rozwojowe systemów informatycznych w ochronie zdrowia

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, I.P7S\_WK

**Charakterystyka POB\_W03:**

zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej zwią¬za¬nej z wy-twarzaniem i eksploatacją systemów in¬for¬matycznych w ochronie zdrowia

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W\_02, W\_05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, I.P7S\_WK, III.P7S\_WG, III.P7S\_WK

**Charakterystyka POB\_W04:**

w pogłębionym stopniu zna wybrane standardy informatyczne stosowane w medycynie i ochronie zdrowia

Weryfikacja:

sprawdzian,
zadania laboratoryjne, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W\_03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka POB\_W05:**

ma wiedzę ogólną z zakresu projektowania, budowy i integracji systemów informatycznych przechowujących dane medyczne

Weryfikacja:

sprawdzian,
zadania laboratoryjne, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W\_05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WK, III.P7S\_WK

**Charakterystyka POB\_W06:**

zna zasady budowy systemów archiwizacji diagnostycznych obrazów medycznych

Weryfikacja:

sprawdzian,
zadania laboratoryjne, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W\_03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka POB\_U01:**

potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – bazodanowy system informatyczny przechowujący dane medyczne, a w szczególności dane obrazowe

Weryfikacja:

zadania laboratoryjne, sprawozdanie i prezentacja projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U\_03, U\_04, U\_07, U\_02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UK, I.P7S\_UO, I.P7S\_UU, I.P7S\_UW.o

**Charakterystyka POB\_U02:**

potrafi zrealizować oprogramowanie do przetwarzania danych w systemach archiwizacji danych obrazowych

Weryfikacja:

zadania laboratoryjne, sprawozdanie i prezentacja projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U\_02, U\_03, U\_07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UO, I.P7S\_UU

**Charakterystyka POB\_U03:**

potrafi wykonać dokumentację projektu informatycznego i zaprezentować projekt różnym odbiorcom

Weryfikacja:

sprawozdanie i prezentacja projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U\_02, U\_03, U\_04, U\_07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UO, I.P7S\_UU

**Charakterystyka POB\_U04:**

rozumie potrzebę śledzenia rozwoju nowych standardów i technologii, a co za tym idzie konieczności ciągłego samokształcenia

Weryfikacja:

zadania laboratoryjne, sprawozdanie i prezentacja projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U\_06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UU

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka POB\_K01:**

potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, w tym reprezentantami sektora ochrony zdrowia

Weryfikacja:

obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK, I.P7S\_KO

**Charakterystyka POB\_K02:**

jest gotów do realizacji projektu w zespole i po¬noszenia współodpowiedzialności

Weryfikacja:

obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KO, I.P7S\_KR

**Charakterystyka POB\_K03:**

jest świadomy uwarunkowań prawnych i społecznych zastosowań informatyki w ochronie zdrowia i związanej z tym odpowiedzialności zawodowej; jest gotów do przestrzegania zasad etyki obowiązujących w medycynie.

Weryfikacja:

obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KO, I.P7S\_KR