



Univerza v Mariboru
University of Maribor

Medicinska fakulteta
Faculty of Medicine



OPIS PREDMETA / SUBJECT SPECIFICATION

Predmet:	Biomedicinska elektronika in fotonika
Subject Title:	Biomedical electronics and photonics

Študijski program Study programme	Študijska smer Study field	Letnik Year	Semester Semester
Biomedicinske tehnologije	Biomedical technology	2	3 ali 4

Univerzitetna koda predmeta / University subject code:

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Sem. vaje Tutorial	Lab. vaje Lab. work	Teren. vaje Field work	Samost. delo Individ. work	ECTS
15	20		10		105	5

Nosilec predmeta / Lecturer:

Prof. dr. Denis Donlagić

Jeziki /

Predavanja / Lecture: Slov / Angl (slov/engl.)

Languages:

Vaje / Tutorial: Slov / Angl (slov/engl.)

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

Prerequisites:

Kandidat mora doseči 300 ECTS na predhodnem študiju.

Graduate degree 300 ECTS

Vsebina:

Content (Syllabus outline):

A. Biomedicinska elektronika

A. Biomedical electronics

1. Uvod v elektroniko

1. Introduction to electronics

- kratek povzetek teorije električnih vezij
- elektronske komponente
- operacijski ojačevalniki in osnovna vezja
- šumi, pogreški in pasovna širina
- osnove analogni in digitalni filtrov
- analogno digitalna pretvorba

- theory of electric circuits (short overview)
- electronics components
- operational amplifiers and basic circuits
- noise, errors and bandwidth
- analog and digital filters
- analog to digital conversion

2. Merjenja bio-električnih signalov

2. Measurements of bio-electrical signals

- problemi pri zajemanju bio-električnih signalov
- osnovni modeli in predstavitve bio-električnih generatorjev
- instrumentacijski ojačevalnik
- EKG, EEG, itd.

- problems in acquisition of bio-electrical signals
- basic models of bioelectric generators
- instrumentational amplifier
- ECG, EEG, etc.

3. Biomedicinska senzorika

3. Biomedical sensor

- pizoelektrični pretvorniki, ultrazvočna diagnostika in terapija
- merjenja temperatur
- merjenja tlakov
- merjenja pretokov
- merilniki pH
- elektro prevodnostni bio senzorji
- drugi bio-medicinski senzorji

- piezo electric transducers and ultrasound diagnostics and therapy
- measurements of temperature
- measurements of pressures
- measurements of flow
- pH measurements
- electro-conductive sensors

B. Biomedicinska optika

1. Optika in fotonike

- elektromagnetni spekter in njegov pomen v medicini
- razširjanje elektromagnetnih valov. interakcija snovi in svetlobnega valovanja, lom, odboj, evanescentno polje
- uklon, polarizacija, koherenca, interferenca
- kratek pregled geometrijske optike
- radiometrija
- delovanje laserjev (optični resonator, aktivni medij in optično ojačanje, lasersko nihanje)
- vrste laserjev (plinski, trdni, optično črpanje, elektronsko črpanje)
- polprevodniški laser
- optična vlakna
- detektorji

2. Optični valovi in biološka tkiva

- splošen uvod (modeli širjenja optičnih valov skozi biološka tkiva, absorpcijski koeficienti bioloških tkiv)
- Optične lastnosti kože in uporaba teh lastnosti v fototerapiji in diagnostiki
- Optika človeške krvi (spektralne lastnosti eritrocitov, trombocitov in krvne plazme, razlike med oksigeniranim in neokxygeniranim hemoglobinom s stališča absorpcijskega spektra. Principi optične oksimetrije.
- Optika trdnih tkiv (struktura človeških kosti, nohtov, zobovja ter njihove spektralne lastnosti). Zobna fluorescenca in diagnoza kariesa.
- Optika človeškega očesa (Vplivi UV-A,B,C, vidne in IR-A,B,C svetlobe na človeški vid, Meje največje dopustne osvetlitve človeške retine, zaščitna sredstva za oči in filtri, stekla in leče za izdelavo oftamoloških pripomočkov. Poškodbe pri delu z laserji)

3. Optični senzorji za diagnostiko in monitoring

- Vrste biomedicinskih optičnih senzorjev
- Optični oksimetri
- Laserska Dopplerske meritve pretokov:
- Uporaba infrardeče svetlobe za določanje cerebralne oksigenacije.
- Spektrometrija človeških tkiv in njena uporaba.
- Optično zaznavanje fizikalnih parametrov. Design in principi delovanja biomedicinskih optičnih senzorjev za zaznavanje temperature, tlaka in premikov
- Optično zaznavanje biokemičnih analitov.

- other bio-medical sensors

B. Biomedical photonics

1. Optics and photonics

- electromagnetic spectrum and its applications in medicine
- propagation of electromagnetic waves, interaction of light and matter, reflection, refraction, evanescent fields
- diffraction, polarization, coherence and interference
- short overview of geometrical optics
- radiometry
- fundamentals of lasers (optical resonators, optical gain, laser oscillations)
- types of lasers
- semiconductor lasers
- optical fibers
- detectors

2. Optical waves and biological tissues

- general introduction
- optical properties of skin and their applications
- optics of human blood and its applications
- optics of hard tissues and their applications
- human eye optics

3. Optical sensors for diagnostics and monitoring

- classification of biomedical optical sensors
- optical oxymeters
- laser Doppler flow measurements
- IR light application for determination of cerebral oxygenation
- spectroscopy of human tissues and their applications
- optical sensing of physical parameters (optical measurements of temperature, pressure and displacements)
- optical detection of bio-chemical analysis
- optical fluorescence in oncology and dentistry

4. Interactions of tissues with laser radiation and application of laser in therapeutic procedures

- design of medical lasers and other illumination devices
- general mechanisms of interactions between the tissue and laser light
- safety of medical lasers
- low power medical lasers (phototherapy and biostimulation)
- medium power lasers (photodynamic therapy)
- high power lasers (principles of laser surgery, angioplasties and dental applications)

(Senzorji na osnovi evnscentnega polja, invazivni optični vlakenski merilniki pH, O₂, CO₂ ter drugih analitov) • Optična flurescenca: uporaba v onkologiji, kardiologiji in zobozdravstvu. 4. Interakcija tkiv z laserskim sevanjem in uporaba laserja v terapevtskih posegih • Design medicinskih laserjev in drugih osvetljevalnih naprav • Splošni mehanizmi interakcije med lasersko svetlobo in tkivi. • Varnost medicinskih laserjev. • Laserji nizkih moči (Laserska fototerapija in biostimulacija) • Laserji srednjih moči (Laserska fotodinamična terapija) • Laserji velikih moči (principi laserske kirurgije, angioplastike in dentalne aplikacije). C. Predpisi in regulativa s področja bio-medicinskih električnih in optičnih naprav • splošna varnostna vprašanja • pregled standardov • pregled direktiv	C. Legislation and regulations in the field of electronics and photonics bio-medical devices • general safety issues • overview of standards • overview of directives
---	--

Temeljni študijski viri / Textbooks:

1. Reinaldo Perez, Design of Medical Electronic Devices, Academic Press 2002
- John G. Webster, Medical Instrumentation : Application and Design, John Wiley & Sons
2. Aston, Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement, Prentice Hall, 1990
3. Joseph J. Carr, John M. Brown, Introduction to Biomedical Equipment Technology (4th Edition), Prentice Hall, 2000
4. K.-H Hoffmann, Coupling of Biological and Electronic Systems, Springer-Verlag, 2002
- L. A. Geddes, L. E. Baker, Principles of Applied Biomedical Instrumentation, Wiley-Interscience; 3 edition, 1989
5. V. Tuchin, Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis, SPIE-International Society for Optical Engine, 2000
6. Ashley J. Welch, Martin J.C. Van Gemert, Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue (Lasers, Photonics and Electro-Optics), Plenum Publishing Corporation, 1995
7. D.Đonlagić, M.Završnik, D. Đonlagić, Fotonika-uvodna poglavja, FERi MB, 1997

Cilji:

- osvojeitev znanj s področja elektronskih bio-medicinskih instrumentov
- osvojeitev in pregled obstoječih elektronskih bio-medicinskih senzorjev
- osvojeitev temeljev biomedicinske optike
- osvojeitev in pregled obstoječih fotonskih bio-medicinskih senzorjev in terapevtskih naprav
- priprava na raziskovalno delo na področju biomedicinske elektronike in fotonike

Objectives:

- gaining knowledge in the filed of bio-medical instrumentation
- overview and principles of electronics bio-medical sensors
- fundamentals of biomedical optics
- overview and principles of optical and therapeutics biomedical devices
- preparation for research in biomedical electronics and photonics

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje:

Osvojitev temeljnih in naprednih znanj s področja biomedicinske elektronike in fotonike. Priprava in uvajanje v raziskovalno delo na področju biomedicinske elektronike in fotonike.

Intended learning outcomes:

Knowledge and Understanding:

Gaining of fundamental and advanced knowledge in the field of biomedical optics and photonics. Introduction to research in the field of biomedical electronics and photonics

Prenesljive/ključne spretnosti in drugi atributi:
Splošno poznavanje in sodobnih biomedicinskih naprav.

Transferable/Key Skills and other attributes:
General knowledge about contemporary biomedical devices and instrumentation.

Metode poučevanja in učenja:

Learning and teaching methods:

- predavanja
- intenzivno laboratorijsko delo
- individualni mini raziskovalni projekti

- lectures
- intensive laboratory work
- individual miniature research project

Načini ocenjevanja:

Delež (v %) /
Weight (in %)

Assessment:

Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt)
pisni izpit
ustno izpraševanje
laboratorijsko delo
projekt

Type (examination, oral, coursework, project):
written exam
oral exam
lab work
project

Materialni pogoji za izvedbo predmeta :

Ustrezno opremljen laboratorij za elektroniko in fotoniko (razpoložljiv na FERi)

Material conditions for subject realization

Appropriately equipped laboratory for electronics and photonics (available at faculty of EE and Comp.Sci.)

Obveznosti študentov:

(pisni, ustni izpit, naloge, projekti)

izpit: pisni, ustni
poročilo in zagovor lab. vaj
zagovor projekta

Students' commitments:

(written, oral examination, coursework, projects):

exam: written, oral
completed report on lab work
project defense