

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	Biomedicinska elektronika in fotonika
Course title:	Biomedical Electronics and Photonics

Študijski program in stopnja Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Biomedicinska tehnologija/Biomedical Technology 3. stopnja/3rd Degree		2	3 ali 4

Vrsta predmeta / Course type

Izbirni/Elective

Univerzitetna koda predmeta / University course code:

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Klinične vaje work	Druge oblike študija	Samost. Delo Individ. Work	ECTS
15	20	10			105	5

Nosilec predmeta / Lecturer:

Prof. dr. Denis Donlagić

Jeziki /

Predavanja / Lectures:

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 1. Uvod v elektroniko • 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 2. Merjenja bio-električnih signalov • problemi pri zajemanju bio-električnih signalov • osnovni modeli in predstavitev bio-električnih generatorjev • instrumentacijski ojačevalnik • EKG, EEG, itd. 3. Biomedicinska senzorika • pizoelektrični pretvorniki, ultrazvočna diagnostika in terapija • merjenja temperatur • merjenja tlakov • merjenja pretokov • merilniki pH • elektro prevodnostni bio senzorji • drugi bio-medicinski senzorji	
--	--

A. Biomedical electronics 1. Introduction to electronics • 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. Measurements of bio-electrical signals • problems in acquisition of bio-electrical signals • basic models of bioelectric generators • instrumentational amplifier • ECG, EEG, etc. 3. Biomedical sensor • piezo electric transducers and ultrasound diagnostics and therapy • measurements of temperature • measurements of pressures • measurements of flow • pH measurements • electro-conductive sensors • other bio-medical 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.

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 evnescentnega polja, invazivni optični vlakenski merilniki pH, O₂, CO₂ ter drugih analitov) • Optična fluorescenca: 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 literatura in viri / Readings:

• Reinaldo Perez, Design of Medical Electronic Devices, Academic Press 2002 • John G. Webster, Medical Instrumentation : Application and Design, John Wiley & Sons • Aston, Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement, Prentice Hall, 1990 • Joseph J. Carr, John M. Brown, Introduction to Biomedical Equipment Technology (4th Edition), Prentice Hall, 2000 • 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 • V. Tuchin, Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis, SPIE-International Society for Optical Engine, 2000 • Ashley J. Welch, Martin J.C. Van Gemert, Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue (Lasers, Photonics and Electro-Optics), Plenum Publishing Corporation, 1995 • D.Đonlagić, M.Završnik, D. Đonlagić, Fotonika-uvodna poglavja, FERi MB, 1997
--

Cilji in kompetence:

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

Objectives and competences:

- gaining knowledge in the field 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

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding:

Gaining of fundamental and advanced knowledge in the

biomedicinske elektronike in fotonike. Priprava in uvajanje v raziskovalno delo na področju biomedicinske elektronike in fotonike.

Prenesljive/ključne spretnosti in drugi atributi:

Splošno poznavanje in sodobnih biomedicinskih naprav.

field of biomedical optics and photonics. Introduction to research in the field of biomedical electronics and photonics

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

Delež (v %) /

Weight (in %)

Načini ocenjevanja:

Assessment:

pisni izpit		written exam
ustno izprševanje		oral exam
laboratrijsko delo		lab work
projekt		project