



rektor

---

Košice 1. 3. 2012

Vážený pán minister,

obraciam sa na Vás so žiadosťou o schválenie zmeny v opise študijného odboru 5.2.47 Biomedicínske inžinierstvo. Zmeny v opise sa týkajú predovšetkým časti vymedzenia príbuzných študijných odborov, kde sú už zapracované zmeny, ktoré si vyžaduje súčasný posun v študijnom odbore o vedy o neživej i živej prírode, konkrétne o študijný odbor 4.2.11 Bionika a biomechanika a 4.1.12 Biofyzika, ktoré predstavujú užšiu orientovanú oblasť biomedicínskeho inžinierstva. Biomedicínske inžinierstvo v zozname skupín odborov patrí ku skupine 5 Konštruovanie, technológie, výroba a komunikácie. Preto podstatná časť príbuzných študijných odborov je z jeho skupiny.

Návrh na zmenu opisu obsahuje všetky súčasti v zmysle § 50, odst. 5 Zákona 131/2002 Z.z.

Vážený pán minister, očakávam, že uvedená zmena umožní ďalšie skvalitnenie vzdelávacieho procesu v danom študijnom odbore.

S úctou

Vážený pán  
Ing. Eugen Jurzyca  
Minister školstva, vedy, výskumu a športu SR  
Stromová 1  
813 30 Bratislava



## ŠTUDIJNÝ ODBOR - OPIS

### 5.2.47 BIOMEDICÍNSKE INŽINIERSTVO

**Biomedicínske inžinierstvo** je študijný odbor zo sústavy študijných odborov, spravovaných Ministerstvom školstva SR (MŠ VVaŠ-SR), ako oblasť poznania (§ 50 ods. 1 zákona č. 131/2002, v ktorej absolvent študijného programu (§ 51 ods. 1 zákona č. 131/2002) nadobudne profesionálnu spôsobilosť, resp. kompetenciu vykonávať svoje pôvodné povolanie alebo sa pripraví na pokračovanie v nadväzujúcom vysokoškolskom štúdiu.

IDENTIFIKÁCIA ŠTUDIJNÉHO ODBORU V ŠTRUKTÚRE PODĽA § 50 ods. 5

**(a) Názov:**

BIOMEDICÍNSKE INŽINIERSTVO (anglický názov BIOMEDICAL ENGINEERING)

**(b) Stupne vysokoškolského štúdia**, v ktorých sa odbor študuje a štandardná dĺžka študijných programov pre tieto stupne vysokoškolského štúdia:

Študijný odbor BIOMEDICÍNSKE INŽINIERSTVO (v skratke BMI) sa môže podľa Sústavy študijných odborov vydanej rozhodnutím Ministerstva školstva SR (MŠ VVaŠ-SR) č. 2090/2002-sekr. zo dňa 16.12.02 študovať v:

- prvom stupni vysokoškolského štúdia so štandardnou dĺžkou 3 roky (Bc.), (v externej forme 4 roky)
- druhom stupni vysokoškolského štúdia (Ing.) so štandardnou dĺžkou 2 roky, (v externej forme 3 roky)
- v zmysle paragrafu 53 ods.3 zákona o vysokých školách v spojenom štúdiu prvého a druhého stupňa vysokoškolského štúdia (Ing.) so štandardnou dĺžkou 5, čiže v súvislom 5 ročnom inžinierskom štúdiu, (v externej forme 6 rokov)
- treťom stupni vysokoškolského štúdia (PhD.) so štandardnou dĺžkou študijných programov v dennej forme 4 roky (v externej forme 5 rokov).

Vzhľadom na interdisciplinárny charakter študijného odboru, v ktorom je podstatné prepojenie technickej a technologickej časti na jednej strane a časti z teoretických humanitných a medicínskych predmetov na strane druhej – tak ako to vyplýva z prieskumu potrieb praxe na medzinárodnej úrovni, jadro vedomostí študentov v rámci študijného odboru Biomedicínske inžinierstvo sa vytvára až po získaní dostatočného teoretického základu z technických, prírodovedných a medicínskych disciplín na úrovni druhého a tretieho stupňa vysokoškolského štúdia.

Požiadavky praxe na vysokokvalifikovaného odborníka v modernej oblasti bimedicínskeho inžinierstva s patričným komplexným vnímaním postavenia techniky v užívateľskom prostredí, nemožno splniť iba na základe absolvovania prvého stupňa vysokoškolského štúdia. Samostatné štúdium prvého stupňa v študijnom odbore BMI má však svoje opodstatnenie pri samoprofilácii absolventov výberom fakulty, na ktorej absolvuje druhý stupeň. Súčasne sa ponúka, ako alternatíva absolventom bakalárskeho štúdia možnosť absolvovať vhodnú prax v odbore a potom pokračovať štúdiom na druhom stupni v odbore BMI, čo je bežný postup na mnohých zahraničných univerzitách v tomto odbore.

Opodstatnenosť spojeného 5 ročného štúdia spočíva v postupnej príprave absolventov v prírodovedných, technických, biofyzikálnych, biologických a medicínskych disciplínach. Študent môže plynulo prejsť do obsahu druhého stupňa náročného interdisciplinárneho štúdia. Logickým usporiadaním teoretickej a praktickej prípravy možno vyškoliť vysokokvalifikovaného absolventa 2. stupňa po 5 rokoch štúdia.

Špecifické študijné programy druhého stupňa možno zostavovať tak, aby nadväzovali na štúdium prvého stupňa v príbuznom študijnom odbore. Vzhľadom na možné širšie zamerania študijného odboru na mechaniku (bioniku, biomechaniku a pod.), elektroniku (elektronické diagnostické a terapeutické prístroje, spracovanie signálov a pod.) a informatiku (zdravotnícke informačné systémy, expertné systémy, telemedicína a pod.) to môžu byť študijné programy prvého stupňa vysokoškolského štúdia v študijných odboroch *aplikovaná mechanika, mechatronika, strojárstvo, materiály, meranie, meracia technika, elektronika, informačné systémy, aplikovaná informatika*, a pod.

### **(c) Obsah študijného odboru BMI**

Absolventi študijného odboru BIOMEDICÍNSKE INŽINIERSTVO sú spôsobilí vykonávať podľa dosiahnutého stupňa profesiu:

- Biomedicínsky technik ( Bachelor of BME)- 1.stupeň, BMI Bc.
- Biomedicínsky inžinier (BME Master) – 2.stupeň, BMI Ing.
- Philosophiae doctor v biomedicínskom inžinierstve (BME Scientist) – 3.stupeň, BMI PhD.

#### **Obsah pre prvý stupeň BMI (Bc)**

##### **Vymedzenie odborného profilu absolventa bakalárskeho štúdia BMI:**

##### ***Všeobecná charakteristika odborného profilu absolventa (Bc.)***

Absolvent bakalárskeho študijného odboru BMI má základné vedomosti o moderných technických prostriedkoch biomedicínskeho inžinierstva, ovláda princípy ich činnosti, podmienky ich prevádzky a bezpečné použitie. Má vedomosti z teoretických disciplín ako je biofyzika, aplikovaná matematika, atď. a vybraných klinických lekárskejších disciplín pre pochopenie cieľa aplikácie technických prostriedkov. Je schopný posúdiť funkčnosť technických, technologických i počítačovo podporovaných zariadení v daných podmienkach zdravotníckych zariadení, výrobo-technických prevádzkach, laboratóriách a súčasne je schopný kvalifikovane komunikovať so zdravotníckym personálom, ako aj s technickým personálom v oblasti aplikácie materiálov, konštrukcií, technológií a pod. Uplatní sa najmä pri prevádzkovaní biomedicínskej techniky, v rámci obsluhy a navrhovania diagnostických systémov, pri výrobe technických pomôcok, implantátov pre oblasť traumatologických a maxilofaxiálnych potrieb. Na základe získaných vedomostí o informačných systémoch je spôsobilý ich kvalifikovane využívať.

*Absolventi 1. stupňa vysokoškolského štúdia* v študijnom odbore BMI sú spôsobilí vykonávať profesie:

- odborný pracovník s uplatnením v klinickej praxi a v nadväzných obchodných a servisných organizáciách (ortopédia, protetika, rehabilitácia, servis zdravotníckej techniky, ako aj vo výrobných sférach);

- odborný pracovník najmä v lekárskech, biologických, biofyzikálnych a biomechanických laboratóriách.
- odborný pracovník pre výrobu zdravotných pomôcok, rehabilitačných zariadení, technológie tvorby náhrad a kompenzačných pomôcok, implantátov a pod.

### ***Teoretické vedomosti Bc.***

Absolvent BMI :

- získa vedomosti a pochopí základné pojmy, zákonitosti a súvislosti z predmetov teoretického základu ako sú matematika, fyzika, chémia, informatika, biofyzika,
- podľa zamerania študijného programu vedomosti o zákonitostiach a súvislostiach z vybraných predmetov teoretického základu, ako sú základy elektrotechniky, strojárstva,
- súčasne nadobudne vedomosti o zákonitostiach a súvislostiach teoretického základu lekárskech disciplín, s dôrazom na stavbu a funkcie biologických objektov; biochemických, biofyzikálnych, fyziologických a patofyziologických procesov,
- získa vedomosti o lekárskej technike a jej aplikáciách, o fyzikálnej a chemickej podstate snímačov biologických signálov a je schopný samostatne riešiť problém medicínskej laboratórnej techniky.

### ***Praktické schopnosti a zručnosti Bc.***

Absolvent získa schopnosť:

- analyzovať a porozumieť princípom a aplikáciám biomedicínskej techniky a informatiky;
- ako technik kvalifikovane komunikovať s medicínskym prostredím a pracovať v interdisciplinárnych tímoch so zdravotníckym personálom;
- navrhovať a realizovať hardvérové i softvérové riešenia pri analýze a spracovaní biologických i lekárskech údajov pod vedením špecialistov;
- mať dostatočné technické zručnosti v práci s vybranou lekárskou technikou, prípadne konštruktérske zručnosti;
- byť odborným pracovníkom zdravotníckych služieb a technického zabezpečenia v lekárstve.
- navrhovať metodiky pre výrobu implantátov, kompenzačných pomôcok a pod.

### ***Doplňujúce vedomosti, schopnosti a zručnosti Bc.***

Absolvent bakalárskeho odboru BMI dokáže:

- pracovať ako člen interdisciplinárneho kolektívu v prostredí biomedicínskeho inžinierstva;
- riešiť technické úlohy v aplikácii na biologické a biofyzikálne systémy;
- správať sa profesionálne vo všetkých oblastiach svojej činnosti s dôrazom na etické normy v oblasti okruhu svojich pracovných kontaktov v rámci výrobných a zdravotníckych zariadení.

## **VYMEDZENIE JADRA ZNALOSTÍ Bc.**

### ***Nosné témy jadra znalostí študijného odboru:***

Nosné témy jadra vedomostí v prvom stupni sú orientované na teoretický základ techniky a medicíny:

- matematika, fyzika, chémia, biofyzika,
- alternatívne zo skupiny predmetov teoretického základu podľa profilu fakulty:
  - a) teoretická elektrotechnika, elektronika, meranie a meracie metódy, základné vedomosti o snímačoch biologických signálov, spracovanie a prenos elektrických signálov, špeciálne fyzikálne disciplíny (princípy fyzikálnych senzorov, vlnové zobrazovania, princípy rádiológie a pod.),
  - b) mechanika, kinematika, dynamika, časti a mechanizmy strojov, náuka o materiálne, strojárka technológia, počítačové konštruovanie, základy bioniky a biomechaniky, pružnosti a pevnosti,
  - c) materiály, technológie, konštruovanie,
- výpočtová technika, počítačové spracovanie informácií,
- vedomosti medicínskych disciplín s dôrazom na stavbu a funkcie biologických objektov ako sú anatómia a histológia, základy biochémie, lekárskej biológie a aplikovanej biofyziky, fyziológie a patologickej fyziológie,
- základy laboratórnej a lekárskej techniky,
- samostatné spracovanie semestrálneho projektu v 3. ročníku štúdia.

### ***Záverečná práca (ZP)***

- konkrétne riešenie zadania z oblasti biomedicínskeho inžinierstva v rámci študijného programu zamerané pre technické oblasti v procese, ako je konštruovanie a navrhovanie prvkov, modulov, uzlov a komponentov na báze nových a netradičných materiálov IT technológií.

### ***Štátna skúška***

Štátna skúška pozostáva

- z obhajoby záverečnej práce (abstrakt v jazyku anglickom),
- overenie spôsobilosti riešiť technologické zadania v rámci odboru,
- kolokviálna skúška z oblastí poznania študijného odboru BMI s dôrazom na interdisciplinárny charakter odboru a problematiku praxe,
- explicitná skúška z oblasti testovania výrobkov, technológií a materiálov, pružnosti a pevnosti, protetiky a ortotiky.

**Obsah pre druhý stupeň BMI Ing.** (2 ročné štúdium, alebo súvislé 5 ročné inžinierske štúdium so spojeným prvým a druhým stupňom podľa par.53 ods.3 zákona o vysokých školách).

**Vymedzenie odborného profilu absolventa inžinierskeho štúdia BMI (2. stupeň, resp. súvislé 5 ročné štúdium):**

### ***Všeobecná charakteristika odborného profilu absolventa (Ing.)***

Absolvent študijného odboru BMI má dôkladné vedomosti o moderných technických prostriedkoch biomedicínskeho inžinierstva, ovláda princípy ich činnosti, podmienky ich prevádzky

a bezpečné použitie pre diagnostické, implantačné a liečebné účely. Má vedomosti z teoretických a vybraných klinických lekárskejších disciplín pre pochopenie cieľa aplikácie technických prostriedkov. Taktiež je schopný posúdiť funkčnosť technických i počítačovo podporovaných zariadení v daných podmienkach zdravotníckych zariadení alebo iných výrobných prevádzok a laboratórií a súčasne je schopný kvalifikovane komunikovať s lekármi a inžiniermi.

Na základe získaných vedomostí o informačných systémoch je spôsobilý ich kvalifikovane využívať na lokálnej i nadnárodnej úrovni, resp. sa podieľať na ich tvorbe pre potreby konkrétneho zdravotníckeho alebo výrobnotechnického pracoviska.

Po absolvovaní inžinierskeho štúdia BMI absolvent získa i primerané manažérske schopnosti orientované na riadenie v oblasti technického zabezpečenia zdravotníckych služieb, výroby zdravotných pomôcok (implantátov, kompenzačných pomôcok a pod.) a kvality využívania informačných technológií. Taktiež získa schopnosť vykonávať koncepčnú a koordinačnú činnosť i v medzinárodnej odbornej konfrontácii.

Absolvent tvorivo pristupuje k riešeniu problémov interdisciplinárneho charakteru na báze systémových inžinierskych prístupov. Dokáže samostatne analyzovať i navrhovať teoretické i praktické postupy pri aplikácii technických i počítačovo podporovaných prostriedkov pre stanovené úlohy v zdravotníckych zariadeniach, výrobných procesoch a v biomedicínskych a biofyzikálnych laboratóriách. Na základe získaných vedomostí prierezového interdisciplinárneho charakteru môžu samostatne pracovať v oblasti vývoja a realizácie nových hardvérových i softvérových produktov pre biomedicínske aplikácie, ako i pri vytváraní nových informačných systémov.

Nadväznosť medzi prvým stupňom a druhým stupňom, vzhľadom na interdisciplinárny charakter odboru, môže byť riešená v závislosti na potrebách zázemia univerzity:

- a) spojením prvého a druhého stupňa podľa par.53 ods.3 Zákona o vysokých školách na súvislé 5 ročné inžinierske štúdium,
- b) nástupom na druhý stupeň štúdia 5.2.47 Biomedicínske inžinierstvo a tiež z príbuzných odborov bakalárskeho štúdia, medzi ktoré patria predovšetkým 5.1.7 Aplikovaná mechanika, 5.2.16 Mechatronika, 5.2.1 Strojárstvo, 5.2.53 Meranie, 5.2.54 Meracia technika, 5.2.13 Elektronika, 9.2.6 Informačné systémy, 9.2.9 Aplikovaná informatika a 5.2.15 Telekomunikácie a pod.

***Absolventi 2. stupňa vysokoškolského štúdia*** (2 ročného alebo súvislého 5 ročného) v študijnom odbore BMI sú spôsobilí vykonávať profesie:

- samostatne pracujúci tvorivý inžinier s uplatnením vo výrobnej, klinickej praxi a v nadväzných obchodných a servisných organizáciách;
- samostatne pracujúci tvorivý inžinier s uplatnením v centrách podpornej technológie pre zdravotne postihnutých a v nadväzných obchodných a servisných organizáciách;
- vývojový, vedecký a výskumný pracovník najmä biologických, biofyzikálnych, biomechanických laboratóriách a v oblasti počítačovo podporovaných technológií v interdisciplinárnych výskumných kolektívoch,
- vedúci pracovník manažmentu vo výrobných a zdravotníckych zariadeniach,
- pedagóg a výskumník na univerzitách.

### ***Teoretické vedomosti BMI Ing.***

Absolvent BMI:

- nadobudne vedomosti a pochopí základné pojmy, zákonitosti a súvislosti z teoretického základu lekárskeho disciplín, ako sú anatómia a histológia, základy biochémie, lekárskej biológie a biofyziky, fyziológie a patologickej fyziológie;
- získa dôkladné vedomosti o špeciálnej medicínskej diagnostickej, terapeutickej, rehabilitačnej, informačnej, komunikačnej a ďalšej technike a jej použití v zdravotníctve a v súvisiacich oblastiach spoločenského života (sociálna oblasť, šport, zábava,...).
- nadobudne vedomosti interdisciplinárneho charakteru súvisiace s aplikáciami technických poznatkov v biologických a lekárskeho oblastiach, ako sú systémový výskum, meranie a meracia technika na biologických objektoch, biomateriály v lekárskeho, aplikovaná informatika v medicíne, biomechanika, získavanie informácií a spracovanie signálov v lekárskeho, ...
- absolvent nachádza a prezentuje vlastné riešenia zadávaných interdisciplinárnych problémov pri výskume a vývoji, prípadne konštruovaní v oblasti technických prostriedkov v biomedicínskeho inžinierstve. Tvorivo aplikuje získané poznatky pri riešení projektov v bioinžinierskeho praxi pri dodržiavaní bioinžinierskeho etiky;
- vie používať moderné metódy a prostriedky pri komplexnom riešení technických problémov bioinžinierskeho problematiky (biomateriály, biotolerancie, biotechnológie).

### ***Praktické schopnosti a zručnosti BMI Ing.***

Absolvent odboru BMI získa schopnosť

- analyzovať a porozumieť princípom a aplikáciám biomedicínskeho techniky a informatiky;
- využívať systémový prístup pri analýze a syntéze problémov, vrátane modelovania a simulácie,
- ako technik kvalifikovane komunikovať s technickým a medicínskym prostredím a pracovať v interdisciplinárnych tímoch s lekármi a technikmi výroby;
- transformovať biologické problémy do technických riešení;
- navrhovať a realizovať hardvérové i softvérové riešenia pri analýze a spracovaní biologických, biofyzikálnych a technických údajov;
- mať dostatočné inžinierske zručnosti v práci s medicínskeho technikou, dobré konštruktérske a technologické zručnosti;
- byť manažérom kvality zdravotníckych služieb a technického zabezpečenia v tak technickom ako aj medicínskeho prostredí.

### ***Doplňujúce vedomosti, schopnosti a zručnosti BMI Ing.***

Absolvent odboru BMI dokáže:

- pracovať samostatne, súčasne však tiež ako člen interdisciplinárneho kolektívu, dokáže viesť tím na primeranej úrovni;
- udržiavať kontakt so svetovým vývojom a novými trendmi v oblasti BMI na základe štúdiom získaných odborných i jazykových znalostí;
- správať sa profesionálne vo všetkých oblastiach svojej činnosti s dôrazom na etické normy v oblasti spoločenských kontaktov v rámci technický a zdravotníckych zariadení,
- má vedomosti o marketingových a podnikateľských aktivitách.

## **VYMEDZENIE JADRA ZNALOSTÍ BMI Ing.**

### ***Nosné témy jadra znalostí študijného odboru BMI Ing. (súvislé 5 ročné štúdium) :***

V prípade súvislého 5 ročného štúdia BMI:

- základné prírodovedné a technické predmety teoretického základu v súlade s jadrom znalostí pre BMI,
- ďalšie špeciálne fyzikálne disciplíny (princípy fyzikálnych senzorov, vlnové zobrazovania, princípy rádiológie, pamäťové materiály, inteligentné implantáty a pod.)
- samostatné spracovanie ročníkového projektu v 3. ročníku štúdia,
- nosné témy jadra znalostí spoločné pre obe formy štúdia podľa nasledujúceho odstavca.

### ***Nosné témy jadra znalostí študijného odboru BMI Ing. (2. stupeň, resp. súvislé 5-ročné štúdium) :***

- teoretický základ z lekárskejších disciplín – anatómia, histológia, základy biochémie, lekárskej biológie a biofyziky, fyziológie a patologickej fyziológie,
- predmety zamerané na špeciálne biomedicínske metódy, technológie a prostriedky s primeraným alternatívnym rozsahom jednotlivých predmetov podľa zamerania študijného programu a typu fakulty:
  - A. biomechanika, rehabilitačná technika, ergonómia, kineziológia, analýza pohybu človeka, biomechanizmy, komponenty a moduly,
  - B. biomedicínska elektronika, spracovanie a prenos signálov,
  - C. biomedicínska informatika, expertné systémy, telemedicína, zobrazovacie metódy.
- špeciálne predmety pre získanie medicínskej znalosti podľa zamerania študijného programu
- biomedicínske aplikácie spracovania informácie, digitálne spracovanie zvuku a obrazu a pod. podľa širšej oblasti študijných programov,
- modelovanie a simulácia technických a biologických systémov, experiment a výskum technických a biologických systémov,
- prax v zdravotníckych zariadeniach a riešenie konkrétnych úloh v rámci ročníkového projektu v 4., prípadne aj 5. ročníku,
- manažérske vedomosti (technicko-ekonomická, finančná a riadiaca oblasť).

### **Diplomová práca (DP)**

- konkrétne riešenie zadania z oblasti biomedicínskeho inžinierstva technického zamerania v rámci študijného programu.

### ***Štátna skúška***

Štátna skúška pozostáva

- z obhajoby diplomovej práce (abstrakt v jazyku anglickom),
- overenie spôsobilosti riešiť inžinierske úlohy,
- kolokviálna skúška z oblastí poznania študijného odboru BMI s dôrazom na interdisciplinárne súvislosti jednotlivých disciplín.
- explicitná skúška z oblasti biomerania, biomechanizmov, metodiky experimentu, biomedicínskeho inžinierstva a lekárskejších prístrojov.



## **Obsah pre tretí stupeň BMI PhD.**

### **Vymedzenie odborného profilu absolventa (3. stupeň), (PhD.)**

#### ***Všeobecná charakteristika odborného profilu absolventa (3. stupeň)***

Absolvent 3. stupňa štúdia BMI ovláda vedecké metódy výskumu a vývoja BMI, preukazuje schopnosť a pripravenosť na samostatnú tvorivú a výskumnú činnosť v oblasti BMI. Absolvent je schopný abstrahovať vedecké problémy pri štúdiu zahraničnej odbornej literatúry, je pripravený formovať trendy a koncepcie rozvoja v technicky a počítačovo podporovanej biomedicíne (pre biomateriály, konštrukcie a technológie).

**Absolventi 3. stupňa štúdia študijného odboru BMI (PhD.)** môžu vykonávať profesiu:

- samostatný tvorivý konštruktér a vývojový pracovník prvkov, modulov, uzlov a komponentov biomedicínskej techniky,
- samostatný tvorivý pracovník v oblasti softvérových produktov v bioinžinierstve a v oblasti tvorby nových informačných systémov;
- vedúci interdisciplinárnych výskumných a konštrukčných kolektívov, schopní pracovať v medzinárodných riešiteľských tímoch, v technickom a klinickom výskume.

#### ***Teoretické vedomosti (3. stupeň)***

Absolvent odboru BMI (3. stupeň) vedecky báda a prináša vlastné riešenia problémov v oblasti biomedicínskej problematiky a biomedicínskeho inžinierstva. Výskumnou prácou získava nové teoretické vedomosti z počítačovo podporovaných technických prostriedkov pre rozvoj technického a zdravotníckeho výskumu a výskumu v ďalších súvisiacich oblastiach. Ovláda moderné matematické a biofyzikálne metódy vrátane počítačových simulácií a tvorivo ich využíva vo vedeckej práci.

#### ***Doplňujúce vedomosti, schopnosti a zručnosti (3. stupeň)***

Absolvent odboru BMI (3. stupeň) ovláda vedecké formulácie problémov riešenia, ktoré vidí a chápe v interdisciplinárnych súvislostiach daných technickými, právnymi, ekonomickými, etickými i environmentálnymi hľadiskami riešenej komplexnej úlohy.

Prezentuje výsledky svojej vedeckej práce v príslušných odborných kruhoch doma a v zahraničí.

## VYMEDZENIE JADRA ZNALOSTÍ BMI PhD. (3. stupeň)

### *Nosné témy jadra znalostí študijného odboru BMI (3. stupeň)*

Nosné témy jadra znalostí 3. stupňa vysokoškolského štúdia sú viazané na širokú interdisciplinárnu problematiku odboru BMI, v rámci ktorej rozvíjajú túto oblasť do hĺbky s cieľom splniť charakteristiku profilu absolventa BMI v 3. stupni štúdia, s dôrazom využitia vedomostí, techniky, humanitných a medicínskych vied.

#### *Študijná časť:*

Teoretický fundament, metodologický aparát, špecializácia:

Predmety všeobecného charakteru: Vybrané state z matematiky, fyziky, vedecký experiment, modelovanie a počítačová simulácia, dynamické javy a optimalizácia, neurónové siete, teória elektromagnetického poľa, aplikovaná mechanika, mechatronika, teoretická elektrotechnika, verifikácie počítačových modelov, biofyzika.

Predmety špecializácie podľa zamerania študijného programu: biomechanika a biomechanizmy, biomateriály, ergonómia, kineziológia, rehabilitačné inžinierstvo, analýza pohybu človeka v reálnom čase, analýza a počítačové spracovanie a analýza biologických signálov, zobrazovacie metódy a systémy, biomedicínska optika, metódy rozpoznávania viacrozmerých signálov, lekárska elektronika, biomedicínske efekty neionizujúcich elektromagnetických polí, senzory v biomedicínskom inžinierstve, biokybernetika a bioriadenie, systémy umelej inteligencie.

Zoznam aktuálnych predmetov dizertačných skúšok zostavuje FOK – Fakultná odborová komisia so súhlasom školiaceho pracoviska fakulty.

#### *Vedecká časť:*

Výskum aktuálneho otvoreného vedeckého problému z odboru BMI.

Zásady vedeckej práce, väzby výskum - vývoj – výroba - použitie, vedecké formulovanie problému (technické zadanie), právne, etické a environmentálne aspekty nových produktov, prezentácia výsledkov výskumnej práce, prínos vedeckej práce pre ďalší rozvoj študijného odboru BMI i pre bioinžiniersku a zdravotnícku prax, ako aj pre iné súvisiace oblasti spoločenského života.

### **(d)Zdôvodnenie potreby**

Biomedicínske inžinierstvo predstavuje dynamicky sa rozvíjajúci vedný a študijný odbor, ktorý zaznamenáva neustály kvalitatívny i kvantitatívny rast v celosvetovom meradle. Táto skutočnosť vedie k zintenzívňovaniu medzinárodnej spolupráce v študijnej oblasti, ako i v rámci integrovaných vedeckých i pedagogických projektov podporovaných EÚ.

Rozvoj odboru BMI je výrazne podmienený potrebou nových technických a informačných systémov pre materiály, diagnostické, terapeutické účely s cieľom, čo najrýchlejšieho a k pacientom čo najmenej zaťažujúceho zabezpečovania ich dobrého zdravotného stavu.

Perspektíva odboru BMI u nás neustále rastie nielen vzhľadom na podstatné zvyšovanie úrovne technického vybavenia zdravotníckych zariadení a prevádzok v SR, ale i z dôvodu nutných počítačovo podporovaných technológií a postupov vedeckého výskumu v medicíne. V krajinách, ktoré využívajú biomedicínske inžinierstvo sa odhaduje 3-násobne rýchlejší nárast pracovných príležitostí pre uvedený odbor ako u ostatných inžinierskych profesií.

Sú tu tiež dôvody potreby rozvoja podpornej technológie pre občanov so zdravotným postihnutím. Zabezpečenie ich aktívnej participácie na spoločenskom živote má tiež nemalý význam, kde sa aplikujú netradičné prístupy konštruovania z netradičnou materiálou výbavou.

Biomedicínske inžinierstvo začalo rozvíjať ako uznávaná akademická aktivita už v 19. storočí v súvislosti s rozvojom technických prostriedkov v oblasti fyziológie.

V polovici 20. storočia boli otvorené študijné programy v tomto odbore na viacerých univerzitách v USA, napr. University of Pennsylvania, University of Rochester,... V ďalších rokoch sa odbor BMI začal rozvíjať na univerzitách v Európe, najmä v SRN, Veľkej Británii, Francúzsku, Rakúsku, Írsku, v Škandinávii, apod. Po roku 1993 sa potreba rozvoja tohoto študijného odboru prejavila i u nás vytvorením takýchto akademických pracovísk BMI na TU v Košiciach, neskoršie ŽU v Žiline a STU v Bratislave. Systematicky sa touto problematikou zaoberajú i niektoré neuniverzitné pracoviská, akými sú napr. Slovenský metrologický ústav v Bratislave a Ústav merania SAV v Bratislave, ktorý participuje aj vo fakultnej odborovej komisii pre doktorandské štúdium vo vednom odbore *Biomedicínske inžinierstvo* na Sjf TU v Košiciach.

Študijný odbor BMI je v súčasnosti akreditovaný na dvoch univerzitách SR, a to na Sjf TU v Košiciach (1997) a FEI ŽU v Žiline (2000). Strojnícka fakulta TU v Košiciach má taktiež priznané práva habilitácie a inaugurácie pre odbor BMI. Štúdium BMI na ŽU vzniklo ako výsledok riešenia medzinárodného projektu EÚ Tempus-Phare *Aplikovaná informatika v biomedicíne a lekárske inžinierstvo* (v rokoch 1996-1999). Je potrebné zdôrazniť, že obidva v súčasnosti akreditované odbory BMI - na TU v Košiciach a ŽU v Žiline vznikli za úzkej spolupráce s domácimi univerzitnými i neuniverzitnými pracoviskami, vrátane lekárskech fakúlt a s významnými odborníkmi v odbore z renomovaných európskych univerzít (TU RWTH Aachen, SRN, TU Graz, Rakúsko, NTNU a UCD Dublin, Írsko, Univerzita Gent a Katolícka univerzita v Leuvene, Belgicko, Imperial College v Londýne a Univerzita Bristol, Veľká Británia, Politechnika Miláno, Taliansko, Politechnika Varšava a TU Bialystok, Poľsko a TU Compiegne, Francúzsko), TU Tokio, TU Osaka, Univerzita Illinois USA a pod.

### **(e)Podobné študijné odbory v zahraničí:**

V zahraničí je zavedený priamo študijný odbor *Biomedicínske inžinierstvo (Biomedical Engineering)*, napr. na univerzitách:

V ČR: ČVUT Praha a VUT Brno je študijný odbor *Biomechanika* ; SRN: TU Bochum, TU Mníchov, TU Giessen, RWTH Aachen; Írsko: NTNU Dublin, University of Cork; Rakúsko: TU Graz, TU Viedeň; Francúzsko: TU Compiegne; Maďarsko: TU Budapešť; Belgicko: Univerzita Gent, Katolícka univerzita Leuven; Poľsko: TU v Bialystoku, Univerzita Jagielonska, Krakow, Polytechnika Varšava; Veľká Británia: Univerzity v Birminghame, Bradforde, Cardiffe, Leedse, Sheffielde, Strahclyde, Surrey, Teeside, Ulster, Brighton University of Sussex, Imperial College Londýn; Japonsko: Tokyo University, Kanazawa University; Kanada: University of Alberta; USA: viac ako 90 katedier, resp. inštitútov garantujúcich štúdium v odbore BMI: Duke University Durham, Penn State University, Philadelphia, Boston University, Carnegie Mellon University, Pittsburg, Catholic University of America Washington, Cleveland state University Columbia State University, New York, Stanford University, a ďalšie.

## **(f)Vymedzenie príbuzných študijných odborov a rozdielov medzi nimi:**

Vzhľadom na to, že BMI je interdisciplinárny študijný odbor, ktorý zahŕňa vedy o neživej prírode, vedy o živej prírode ale predovšetkým vedy o konštrukciách, technológiách a materiáloch je možné vymedziť príbuznosť študijných odborov, ktoré sú obsahovo a komplexne blízke študijnému odboru BMI a to študijný odbor *4.2.11 Bionika a biomechanika* a *4.1.12. Biofyzika*, ktoré predstavuje užšie orientovanú oblasť biomedicínskeho inžinierstva. Možno však vymedziť študijné odbory podľa existujúcej sústavy študijných odborov, ktoré sa dotýkajú niektorej zložky technickej stránky študijného odboru BMI, ako sú napr.:

- 4.1.12 Biofyzika (1., 2. a 3. stupeň),
- 4.2.11 Bionika a biomechanika (3. stupeň),
- 5.1.7 Aplikovaná mechanika (1., 2. a 3. stupeň),
- 5.2.1 Strojárstvo (1., 2. stupeň),
- 5.2.10 Teoretická elektrotechnika (3. stupeň).
- 5.2.13 Elektronika (1., 2. a 3. stupeň),
- 5.2.15 Telekomunikácie (1., 2. a 3. stupeň),
- 5.2.16 Mechatronika (1., 2. a 3. stupeň),
- 5.2.53 Meranie (1., 2. stupeň),
- 5.2.54 Meracia technika (3. stupeň),
- 9.2.6 Informačné systémy (1., 2. a 3. stupeň),
- 9.2.9 Aplikovaná informatika (1., 2. a 3. stupeň),

V úrovni rozdielov medzi Biofyzikou a Biomedicínskym inžinierstvom je to, že Biofyzika sa zaoberá fyzikálnymi procesmi už na bunkovej úrovni, čoho rozdielom od toho je Biomedicínske inžinierstvo, kde sa orientuje na tieto procesy v zložitých systémoch,

V úrovni rozdielov medzi Bionikou a biomechanikou a Biomedicínskym inžinierstvom je to, že Biomedicínske inžinierstvo má širší vedecký základ.