

VZDĚLÁVACÍ PROGRAM
AKREDITOVANÉHO KVALIFIKAČNÍHO KURZU
BIOMEDICÍNSKÉ INŽENÝRSTVÍ

1. Název kurzu: Biomedicínské inženýrství

2. Cílová skupina

Kurz je určen pro absolventy jiného než akreditovaného zdravotnického magisterského studijního oboru pro přípravu biomedicínských inženýrů, kteří chtějí získat odbornou způsobilost k výkonu povolání biomedicínského inženýra po absolvování akreditovaného magisterského studijního oboru elektrotechnického zaměření (zákon č. 96/2004 Sb, § 27, odst. 1, písm b).

3. Cíl kurzu

Cílem vzdělávacího programu je získání základních teoretických znalostí a praktických dovedností, které odpovídají znalostem a dovednostem absolventů akreditovaného zdravotnického magisterského studijního oboru pro přípravu biomedicínských inženýrů a které jim umožní výkon tohoto zdravotnického povolání.

4. Vstupní požadavky

Vstupním požadavkem je absolvování vysokoškolského studia (na úrovni magisterského/inženýrského studia) v elektrotechnickém studijním programu nebo oboru, který obsahuje technické předměty podle části 3 (Technické předměty zajišťující vzdělání elektrotechnického zaměření) uvedené v *Metodický pokyn k vyhl. č. 39 ke studijnímu oboru pro získání odborné způsobilosti biomedicínského inženýra*, Věstník MZ ČR, ročník 2010, částka 10 doložené ověřenou kopií diplomu spolu s jeho dodatkem (pokud byl dodatek vydán) a vysvědčení o státní závěrečné zkoušce.

5. Celková délka kurzu

Celková délka akreditovaného kvalifikačního kurzu je 36 dní (285 hod.)

6. Učební plán a osnova

Technické předměty	15 dní/120 hodin
Bezpečnost zdravotnických prostředků a technických zařízení , právní a technické předpisy, technické normy	3 dny/24 hodin
Medicínské předměty	5 dní/ 40 hodin
Neodkladná první pomoc	2 dny/13 hodin
Zdravotnická legislativa, etika	1 den/8 hodin
Praktická výuka ve zdravotnickém zařízení	10dní/ 80 hodin
CELKEM	36 dní/285 hod.

Modul - Technické předměty – 15 dní

Statistické metody pro medicínu - Některá rozdělení. Datový soubor, výběrové statistiky, odhady parametrů. Intervaly spolehlivosti. Konstrukce odhadů, nestrannost a konzistence odhadů. Metoda momentů a maximální věrohodnosti. Testování hypotéz.

Biofyzika - Distribuce krve do orgánů. Krev a lymfa, osmotický a onkotický tlak, srážlivost. Separace krevních elementů v medicínské praxi, zpracování krevní plasmy. Hemodynamické parametry a jejich měření. Cévní náhrady, katetrizace. Krevní pumpy, mimotělní krevní oběh. Ledviny, hemodialýza, transplantace ledvin. Kapilární hemodialyzátor, uspořádání, výroba a sterilizace. Peritoneální dialýza, fyzikální model. Základy radiační ochrany. Plíce, anatomie, funkce, fyzikální model, spirometrie a diagnostika plicních onemocnění. Voda pro infuzní roztoky.

Databáze, sítě a techniky programování - Základy teorie složitosti, polynomiální a nepolynomiální problémy, neřešitelné úlohy. Rekurzivní programování. Datové struktury. Paralelní/pseudoparalelní procesy a jejich spolupráce, synchronizace, sdílení prostředků, časově závislé chyby. Operační systém (OS). Počítačové sítě a jejich struktury, „internetworking“. TCP/IP, adresování, směrování v sítích a Internetu, protokoly, porty. Komponenty OS pro podporu počítačových sítí a jejich správu. Databáze a informační systémy, vyhledávací strategie. Techniky návrhu informačních systémů. Správa dokumentů, digitální knihovny.

Fyzika pro terapii – Využití elektromagnetického pole v medicíně. Fyzioterapie. Elektroterapie. Fototerapie. Magnetoterapie. Optoskopie, bronchoskopie. Vysokofrekvenční ohřev. Hojivý proces a jeho ovlivnění fyzikálními prostředky. Kryogenní technika, konzervace orgánů. Elektrokoagulace, katetrizace. Moderní chirurgické techniky. Biochemické analytické metody.

Biologické signály – Biopotenciály, nativní a evokované biosignály, rozdělení, parametry, snímání, artefakty. Číslicové filtry a adaptivní filtrace pro biosignály, potlačení rušení. Matematické metody analýzy biosignálů, použití keprávní analýzy a Hilbertovy transformace. Matematické metody analýzy biologických signálů, vizualizace signálů. Metody komprese biosignálů, záznam a přenos, dlouhodobý záznam biosignálů. Modelování a klasifikace biologických signálů.

Lékařská technika – Struktura a typy lékařských přístrojů. Diagnostické přístroje. Lékařské monitory (lůžkové a centrální). Anesteziologické a resuscitační přístroje. Přístroje pro klinickou laboratoř. Terapeutické přístroje. Stereotaktická radiochirurgie, Leksellův gama nůž.

Rozpoznávání a zpracování obrazu - Rozpoznávání, rozhodování, formalizace, bayesovský přístup. Statistické modely, zejména gaussovský, odhadování parametrů. Lineární klasifikátor. Support vector machine. Perceptron, neuronové sítě. Radialní jádrové funkce. Shlukování, EM algoritmus. Učení bez učitele. Vapnikova a jiné teorie učení. Strukturní rozpoznávání. Cíle zpracování obrazu a počítačového vidění, psychologie lidského vidění.

Zobrazovací systémy v lékařství – Přehled aplikací, klasifikace ZSL, vztah ke spektru elmag. záření, základní charakteristiky a parametry. Matematické základy a teorie obrazu vztahené k ZSL. Analýza digitálních obrazů, segmentace, matematická morfologie. Registrace obrazů, algoritmy a aplikace, standardy, DICOM. Analýza sekvencí, pohyb a deformace, modelování mechanických vlastností tkání. Jednotlivé modalitty, jejich principy, funkce a použití.

Spolehlivost a konstrukce lékařských systémů – Úvod, systém ISO 9000, statistické veličiny, náhodné procesy a jejich užití v diagnostice. Spolehlivost prvku a složitých soustav, výpočet kompozitních spolehlivostí. Zvyšování spolehlivosti systému, zálohování soustav. Soustavy s časovou závislostí poruchovosti prvků. Struktura systému řízení kvality. Nástroje k řízení

a zlepšování kvality (výrobní proces a lidský faktor). Návrh experimentu, vzorkování reálného procesu a výběr podskupiny. Požadavky technických norem, obecná struktura lékařského přístroje, třídy přístrojů, parametry a proces návrhu. Moderní součástková základna, vlastnosti, výběr a aplikační doporučení. Elektromagnetická kompatibilita lékařských přístrojů. Napájecí obvody, propojování, připojování vodičů a souč., parazitní vazby a přenosy, stínění, metody odrušování. Druhy, vlastnosti a použití vodičů, kabelů a konektorů. Návrh a konstrukce základních elektronických funkčních bloků lékařských přístrojů. Mechanická konstrukce, design, chlazení a oživování přístrojů.

Medicínské informační systémy – Informace a její charakteristiky, data a znalosti v medicíně. Klinické úvahy a studie, hodnocení vyšetření. Modely komunikace. Lékařské názvosloví v informačních systémech. Ochrana lékařských dat, standardy. Získávání znalostí z dat. Metody predikce. Informační systémy praktických lékařů. Nemocniční informační systémy. Organizace zdravotnictví v ČR z hlediska informatiky. Standardní a elektronická lékařská dokumentace, čipové aplikace. Medicínské informační zdroje.

Biomedicínské senzory - Senzory a mikrosenzory - rozdělení, klasifikace, vlastnosti. Charakteristiky, statické a dynamické parametry, kalibrace. Senzory pro měření biologických, chemických a fyzikálních parametrů. Zpracování sensorových signálů a inteligentní senzory. Mikroaktuátory pro medicínu. Nanotechnologie v medicíně.

Nejnovější poznatky z oblasti zpracování biologických dat, signálů a obrazů, z oblasti lékařské techniky, zobrazovacích systémů, využití robotických systémů v medicíně apod.

Aktuální informace o nově instalovaných zařízeních a práci s nimi.

Modul - Bezpečnost zdravotnických prostředků a technických zařízení, právní a technické předpisy, technické normy – 3 dny

Právní a technické předpisy pro návrh, výrobu a zejména používání zdravotnických prostředků. Jejich aplikace při poskytování zdravotní péče. Třída rizika zdravotnického prostředku. Ochrana před nežádoucími účinky elektrického proudu, před ionizujícím zářením, bezpečnost používání, rozvodu a skladování medicínálních plynů. Příklady z praxe.

Modul - Neodkladná první pomoc – 2 dny

Základní neodkladná resuscitace: Poruchy základních životních funkcí, diagnóza, postupy během základní neodkladné resuscitace včetně automatické externí defibrilace. Náhlé stavy bezprostředního ohrožení života. Poruchy vědomí, akutní dušnost/dušení, oběhové poruchy kardiální (IM, poruchy rytmu, embolie plicnice), periferní (kolaps, šok). Intoxikace. Zvláštnosti náhlých příhod u dětí. Extramurální porod, péče o matku a novorozence. *Traumatologie:* krvácení zevní a vnitřní, způsoby zastavení, kraniocerebrální poranění, dutinová poranění, zlomeniny, luxace, způsoby fixace, termická poranění.

ZHN, radiační, chemický, biologický terorismus. Hromadný výskyt raněných, třídění, zásady odsunu. Likvidace následků hromadného neštěstí, živelné katastrofy. Krizový management, integrovaný záchranný systém. Praktická výuka na modelech. Ověření znalostí testem.

Modul - Zdravotnická legislativa a etika – 1 den

Systém zdravotnictví a zdravotní péče, základní zákony, financování zdravotnictví. Postavení a kompetence MZ a krajů. Základní práva občanů v péči o zdraví, základní povinnosti zdravotnických pracovníků. Podpora a ochrana veřejného zdraví, orgány a zařízení veřejného zdraví, prevence nozokomiálních nákaz. Zdravotnická dokumentace. Lékařské a nemocniční informační systémy. Ochrana dat. Technické a legislativní aspekty spojené s vývojem, výrobou a distribucí zdravotnické techniky a softwaru. Technická a klinická homologace. Systémy řízení jakosti produkce zdravotnických přístrojů. Testování softwaru pro kritické

aplikace. Vybrané části zákona o zdravotnických prostředcích, atomového zákona, autorského a patentového zákona, obchodního zákoníku.

Etika, základní kategorie etiky. Hermeneutika: principy a aplikace v medicíně. Zdroje a obsah lidského jednání, pravidla správného jednání, etika mezilidských vztahů. Hippokratova přísaha, lékařské kodexy a české zákony. Otázky moderní genetiky a embryologie. Transplantace a experimenty na člověku. Etika chronicky nemocných a handicap. Problematika pravdy u lůžka pacienta. Kritické momenty na konci života, koma a definice smrti. Etika výzkumné práce.

Modul – Medicínské předměty – 5 dní

Fyziologie - Princip stavby kosterní soustavy a kloubů. Svalový systém a jeho inervace. Přehled stavby a funkce oběhového a mízního systému. Princip stavby orgánů pneumogastrického a urogenitálního systému. Nervový systém a smyslové orgány - principy struktury a funkce. Principy fyziologických regulací. Vnitřní prostředí a obranné funkce organismu. Kardiorespirační systém jako prostředek dynamiky homeostázy. Fyziologie přeměny látek a energií. Vylučovací systémy organismu. Humorální regulace. Receptorové informační vstupy. Autonomní a somatické výkonné funkce nervstva. Biorytmy a fyziologie chování.

Patologická fyziologie a patologie - Etiologie a patogeneze nemocí. Vztah funkce a struktury. Regresivní a progresivní změny, hypertrofie, nádorové bujení. Genetická podmíněnost nemocí. Zánět. Systémová reakce. Multiorgánové postižení. Monitorování životních funkcí. Nekropsie, biopsie, pitva. Patofyziologie krve a krevního oběhu. Patofyziologie zátěže, vliv pohybu, imobilizace, sport. Patofyziologie nervového systému a pohybového aparátu. Poruchy vnitřního prostředí, ledvin a hormonálních regulací. Vývoj a stárnutí organismu. Ateroskleróza. Patofyziologie a patologie plicních onemocnění, onemocnění trávicího traktu. Patologická anatomie v onkologii. Patologie infekčních onemocnění, nozokomiální nákazy. Uvedená témata budou doplněna též anatomickým pohledem.

Modul - Praktická výuka ve zdravotnickém zařízení – 10 dní

Činnost biomedicínských techniků a inženýrů na vyspělých technických pracovištích některých nemocnic při odborné technické a hospodářské správě zdravotnických přístrojů podle zákona 268/2014 Sb. a souvisejících předpisů: pořizování, přejímka, instruktáž obsluhy, periodická údržba, opravy, vedení podrobné technické evidence o provozu, údržbě a opravách zdrav. přístrojů. Ukázky péče o některé přístrojové modality na různých klinických, laboratorních a komplementárních pracovištích nemocnice.

7. Organizace výuky

Teoretická a praktická výuka technických předmětů, jakož i témat spadajících do problematiky bezpečného užívání zdravotnických prostředků, bude probíhat ve formě kurzů a praktických cvičení na pracovištích akreditovaných pro přípravu biomedicínských inženýrů pod vedením odborných pracovníků s příslušnou způsobilostí. Teoretická výuka medicínských předmětů bude organizována formou kurzů a praktická výuka pod vedením odborných pracovníků na akreditovaných pracovištích vzdělávacích a zdravotnických zařízení. Těžištěm přípravy bude samostatné studium doporučené literatury.

Rovněž téma Neodkladná první pomoc proběhne formou kurzu s teoretickou a praktickou částí, pořádaného Katedrou urgentní medicíny IPVZ. Témata zdravotnické legislativy a etiky jsou pokryta kurzem, jehož garantem je Škola veřejného zdravotnictví IPVZ.

Z hlediska celého akreditovaného kvalifikačního kurzu Biomedicínské inženýrství jsou tyto jednotlivé kurzy jeho moduly.

8. Způsob ukončení kurzu

Akreditovaný kvalifikační kurz bude ukončen po absolvování všech stanovených modulů závěrečnou zkouškou podle vyhlášky č. 189/2009 Sb. před zkušební komisí jmenovanou ministrem zdravotnictví. Teoretická část zkoušky bude spočívat v zodpovězení 3 odborných otázek, které se losují. Praktické dovednosti budou ověřeny formou řešení simulovaných případů. Po úspěšném vykonání zkoušky vydá ministerstvo osvědčení o získané odborné způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání biomedicínské inženýra.

9. Činnosti, pro které získal absolvent kurzu odbornou způsobilost

Absolvent/ka akreditovaného kvalifikačního kurzu Biomedicínské inženýrství je způsobilý/á vykonávat činnosti v souladu s § 3 a § 28 vyhl.č. 55/2011 Sb.

10. Seznam doporučené studijní literatury

Medicínské předměty, Neodkladná první pomoc:

ADAMUS, T.: *Základy mikrobiologie a imunologie*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

DYLEVSKÝ, I., MRÁZKOVÁ, O.: *Funkční anatomie*. Praha, Grada, 2000

ERTLOVÁ, F., MUCHA, J. a kol.: *Přednemocniční neodkladná péče*. IDVZ, Brno, 2000

HASÍK, J.: *První pomoc pro příslušníky tísňových složek*, vydal Úřad Českého červeného kříže, Thunovská 18, Praha 1, 2004

MAČÁK, J., MAČÁKOVÁ, J.: *Patologie*. Grada, 2004

POKORNÝ, J.: *Lékařská první pomoc*. Vybrané kapitoly, zejména Integrovaný záchranný systém - hromadný výskyt raněných, s. 281 - 303), Galén, 2003

Kol.: *Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2015*. [online]. 1. vyd. Praha: Česká resuscitační rada, 2015. [cit. 29.10.2015]. Dostupné z: <http://www.resuscitace.cz/>

TROJAN, S.: *Lékařská fyziologie*. Praha, Grada, 2002

DESPOPOULOS, A., SILBERNAGL, S.: *Atlas fyziologie člověka 6*. Vydání. GRADA Publishing a. s., Praha, 2004. ISBN: 80-247-0630-X

SILBERNAGL, S.: *Atlas patofyziologie člověka*. GRADA Publishing a. s., Praha, 2001.

Chytra, I., Cvachovec, K., Matějovič, M., Ševčík, P., Černý, V. *Intenzivní medicína*. Praha: Galén, 2014. 1196 s. ISBN: 978-80-7492-066-0

Vokurka, M. a kol.: *Patofyziologie pro nelékařské směry*. Praha: Karolinum, 2012. 350 s. ISBN: 978-80-246-2032-9.

Zdravotnická legislativa a etika:

HAŠKOVCOVÁ, H.: *Lékařská etika*. Praha: Galén, 2002

HOLČÍK, J., ŽÁČEK, A., KOUPILOVÁ, I.: *Sociální lékařství*. MU Brno, 2002

JAROŠOVÁ, D.: *Veřejné zdravotnictví*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

KOLEKTIV AUTORŮ: *Studijní materiály k problematice veřejného zdravotnictví s důrazem na zdravotnickou legislativu*. ŠVZ IPVZ, Praha, 2004

Technické předměty:

BÍLEK, J.: *Přístrojová technika a monitorování pacientů v urgentní medicíně*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

ČERNÝ, M., PENHAKER, M.: *Biotelemetrie*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

ČERNOHORSKÝ, J., KREJCAR, O.: *Systémy řízení a monitorování*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

DOROTÍK, J.: *Radioterapeutické přístroje*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

DRASTICH: *Netelevizní zobrazovací systémy*. Skripta, FEI VUT, Brno

HÁJOVSKÝ, R.: *Měření a zpracování dat pro obor biomedicínská technika*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

HLAVÁČ, V., SEDLÁČEK, M.: *Zpracování signálů a obrazů*, skriptum FEL ČVUT, Vydavatelství ČVUT, 2000.

HRAZDÍRA, I., MORNSTEIN, V.: *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. Neptun, Brno, 2001, 2004

CHMELAŘ: *Lékařská přístrojová technika I*. Skripta FEI VUT, Brno

CHMELAŘ: *Laboratorní technika*. Skripta, FEI VUT, Brno

JAN, J.: *Číslicová filtrace, analýza a restaurace signálů, druhé rozšířené vydání*. 427 str., VUTIUM Brno 2002, dotisk 2005.

JAN, J.: *Medical Image Processing, Reconstruction and Restoration*. Concepts and Methods. 760 pp., CRC Taylor & Francis NY, 2005

KÁLLAY, F., PENIAK, P.: *Počítačové sítě a jejich aplikace*. Grada, 2003

MAŘÍK, V. et al.: *Umělá inteligence (2)*. Academia, Praha, 1997

MAŘÍK, V. et al.: *Umělá inteligence (3)*. Academia, Praha, 2001

Krajča V., Mohylová J. *Číslicové zpracování neurofyzilogických signálů*, ČVUT Praha, 2011

MRÁZKOVÁ, E.: *Základy audiologie a metod objektivního vyšetření sluchu*, VŠB – TUO, Ostrava 2006

NEVŘIVA, P.: *Základy teorie signálů a soustav pro obor biomedicínská technika*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

PEŠEK, J., PAVLÍKOVÁ, J.: *Naše zdravotnictví a lékárenství v EU*. Praha, Grada, 2005

PENHAKER, M.: *Lékařské terapeutické přístroje*, FEI VŠB – TUO, Ostrava 2007

PENHAKER, M., IMRAMOVSKÝ, M., TIENFENBACH, P., KOBZA, F.: *Lékařské diagnostické přístroje - učební texty*, FEI VŠB – TUO, Ostrava 2004

PENHAKER, M., TIEFENBACH, P., KOBZA, F.: *Lékařská kybernetika*, VŠB – TUO, Ostrava 2007

POKORNÝ, J., HALAŠKA, I.: *Databázové systémy*. Praha, ČVUT, 1999

ROGALEWICZ, V.: *Pravděpodobnost a statistika pro inženýry*. ČVUT Praha, 1997

ROZMAN, J.: *Elektronické přístroje v lékařství*. Academia, Praha 2006

STARÝ, I.: *Teorie spolehlivosti*. Praha, ČVUT, 2002

SOVKA, P., POLLÁK, P.: *Vybrané metody číslicového zpracování signálů*. Ediční středisko ČVUT Praha, 2001

SULKOVÁ, S.: *Hemodialýza*. Praha 2000

SVATOŠ, J.: *Biologické signály*. Praha, ČVUT, 1998

SVATOŠ, J.: *Biologické signály I – geneze, zpracování a analýza*. FEL ČVUT, Praha 1995

SVATOŠ, J.: *Zobrazovací systémy v lékařství*. 2. vydání. Praha, ČVUT, 1998

VEJROSTA, V. *Konstrukce zdravotnických elektrických přístrojů – aplikace požadavků mezinárodních a evropských norem*. Praha: Česká společnost pro zdravotnickou techniku, 2001

VRUBLOVÁ, Y.: *Kapitoly z psychologie a komunikace ve zdravotnictví*, VŠB – TUO, Ostrava 2006

VRUBLOVÁ, Y.: *Základy zdravotnické etiky*, VŠB – TUO, Ostrava 2006

VYSKOTOVÁ, J.: *Přístrojová technika v rehabilitaci pro biomedicínské techniky*, VŠB – TUO, Ostrava 2006

ZVÁROVÁ, J.: *Biomedicínská statistika I (Základy statistiky pro biomedicínské obory)*. EuroMISE 2002.

České technické normy: ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, , ČSN IEC 930, ČSN IEC 1288, ČSN IEC 1289, , ČSN 33 2000-7-710, , ČSN EN 60 601-1 vč. ed. 2, ČSN EN 62353 vč. ed. 2

Česká legislativa: zák. 268/2014 Sb., zák. 22/1997 Sb., zák. 18/1997 Sb., zák. 505/1990 Sb., nař. vl.54/2015 Sb., nař. vl. 55/2015 Sb., nař. vl. 56/2015 Sb., vyhl. 345/2002, vyhl. 307/2002.