

**Tematické okruhy ke státní závěrečné zkoušce (SZZ)**  
**v bakalářském studijním oboru Biomedicínská informatika**  
**bakalářského studijního programu B3921 „Biomedicínská a klinická technika“**

Dle čl. 7 odst. 3 Směrnice děkana pro realizaci bakalářských a navazujících magisterských studijních programů na Českém vysokém učení technickém v Praze - Fakultě biomedicínské inženýrství pro daný akademický rok stanovuje děkan na základě návrhu vedoucího katedry biomedicínské informatiky níže uvedené tematické okruhy.

Tematické okruhy jsou v souladu s obsahem schválené žádosti MŠMT o akreditaci 3 letého bakalářského studijního oboru Biomedicínská informatika ze dne 20. května 2013 pod č.j. MSMT/18576/2013. Tematické okruhy jsou koncipovány jako nezbytné minimum znalostí, vědomostí a dovedností (teoretických a praktických), které jsou nutné pro úspěšné uplatnění absolventa oboru Biomedicínská informatika v praxi. Pro lepší orientaci studentů jsou na začátku tematického okruhu uvedeny názvy předmětů, které níže uvedené okruhy obsahují.

Během SZZ z každého tematického okruhu student dostává jednu otázku. Nejsou však vyloučeny ani otázky, které přímo souvisí s okruhem, či s tématem bakalářské práce, ale jsou obsahem osnov teoretických a průpravných předmětů (typicky fyzika, chemie, statistika, apod.). Otázky zadávají členové komise, popř. člen komise určený předsedou komise. Odpovědi na otázky mohou následovat bezprostředně po zadání a bez písemné přípravy.

### **I. Okruh - Informační systémy a informatika**

*Logika; Data a datové struktury; Expertní systémy a umělá inteligence pro medicínu; Algoritmizace a programování; Databázové systémy; Objektové programování v jazyce C#; Vícevrstvá aplikační architektura v biomedicině; Implementace a podpora zdravotnických IS; Nemocniční informační systémy; E-health a telemedicína; Bezpečnost přenosu a zpracování dat; Právo a bezpečnost IT, Bioinformatika*

Základní pojmy logiky, výroky, predikáty, pravidla správného usuzování, booleova algebra, Vennovy diagramy, Eulerovy diagramy, šipkové diagramy, tautologie, kontradikce, splnitelná formule, logický důsledek, výrokový počet, věty, ekvivalence, zákony, formule, sekvence, nepřímý důkaz, DNF, KNF. Sylogismy. Poučky a definice predikátové logiky, formule a sekvence predikátové logiky, volné a vázané výskyty proměnných, kvantifikátory, dosazení, přejmenování, převod běžné řeči do predikátové logiky.

Prostředky pro popis složitosti algoritmů a operací nad datovými strukturami. Prohledávání do hloubky a do šířky, isomorfismus, kostra grafu, algoritmy hledání minimální kostry, algoritmy hledání nejkratší cesty v grafu. Stromové datové struktury: haldy, binární vyhledávací stromy, AVL stromy. B-stromy, haldy, Fibonacciho haldy. Třídění polí - bubble sort, heap sort quicksort, mergesort, hledání k-tého prvku. Vyhledávání v uspořádaném poli. Hašování, univerzální hašování, perfektní hašování. Kódování, komprese. Samoopravitelné kódy. Šifrování, symetrická, asymetrická šifra (RSA šifra).

Expertní systémy (ES), součásti ES, báze znalostí, báze pravidel, inferenční mechanismus. Diagnostické a plánovací ES. Tvorba ES, získávání znalostí od experta. Ontologie, příklady ES. Stav a stavový prostor, prohledávání stavového prostoru - informované metody (gradientní algoritmy, metoda větví a mezí, A\*) a neinformované metody (prohledávání do hloubky a do šířky). Strojové učení - příznakové a strukturální metody, regrese, klasifikace (k-NN, rozhodovací stromy, Bayesův klasifikátor) učení bez učitele (shlukování). Neuronové sítě, matematický model neuronu, vícevrstvá perceptronová síť.

Databáze, systém řízení báze dat (SŘBD) a databázový systém, životní cyklus vývoje DBS, relační datový model, metodika návrhu relačního datového modelu (pojmy entitní typ, entita, vztahová množina, vztah, atribut, kardinalita, primární a cizí klíč), konceptuální a logický model, význam normalizace, definice závislostí, pravidla normálních forem, Integritní omezení, vztah objektů a relačních tabulek, jazyk SQL, transakce a její stavy, vlastnosti ACID, paralelní zpracování, sériové rozvrhy, uzamykací protokoly. NoSQL.

Základy objektového programování (zapouzdření, dědičnost, polymorfismus). Virtuální stroj (NET Framework, Java virtual machine), ukládání dat v paměti halda zásobník, garbage collector. Vícevrstvá aplikační architektura (VAA) (datová vrstva, vrstva obchodní logiky, prezentační vrstvy). Programové prostředky pro realizování jednotlivých vrstev VAA.

Fáze vývoje SW produktů, standardní implementační metodologie, etapy a postup implementace IS, zákaznická podpora IS, servisní smlouva a její úroveň, outsourcing IT řešení. Funkční a nefunkční požadavky na IS, analýza IS, přínosy nemocničních informačních systémů (NIS), součásti NIS, PACS, laboratorní informační systém, systémy klasifikace diagnóz, systémy klasifikace procedur, komplexní klasifikační systémy, standardy HL7, DICOM, kvantitativní rozhodovací model, hodnocení rozhodovacího modelu (ROC křivka), účinnost rozhodovacího modelu (senzitivita, specificita),

Bezpečnost (útoky, hrozba, riziko, aktiva, zranitelná místa, bezpečnostní funkce, bezp. mechanismy). Základní požadavky na bezpečnost. Nejčastější chyby a problémy, typy útoků. Současná největší rizika. Řízení přístupu - identifikace, autentizace. Možnosti autentizace (hesla, biometrie, čipové karty, certifikáty). Škodlivý software (malware, viry a další, jejich projevy a ochrana). Základy kryptografie - symetrické, asymetrické šifry. Základy použití: šifrování, podpis, rozdíly. Digitální podpis - RSA. Certifikáty, certifikační autority, CRL, PKI. Časové razítko. Elektronická značka. Nebezpečí síťového připojení - rizika připojení k síti. Možnosti ochrany. Ne/bezpečí webových stránek. Bezpečné protokoly. Ochrana, mazání a ukládání dat - ochrana dat. Mazání dat, zálohování, media pro zálohování. Vhodná a nevhodná media. Archivování. Řízené zničení medií. Budování bezpečnosti v organizaci - možnosti ochrany IS. Budování bezpečnosti, etapy. Analýza rizik. Bezpečnostní politika. Havarijní plán. Základní postup. Normy - Systém řízení bezpečnosti informací. ISMS. Normy a bezpečnost IT. ISO.

Elektronický podpis - související legislativa. Digitální podpis, certifikační autority, přehled v ČR. Elektronické podatelny. Komunikace se státní správou a samosprávou. Komunikace se zdravotními pojišťovnami, jejich zabezpečení. Ochrana osobních a citlivých údajů a IT. Zákon o Ochráně osobních údajů v platném znění. Ochrana soukromí na pracovišti vzhledem k IT. Ochrana soukromí a IT. Úřad pro ochranu osobních údajů. Autorský zákon z hlediska IT (počítačový program, databáze, e-learning, Internet...). Typy licencí. Trestní zákon a IT. Zákon 365/2000 Sb. o informačních systémech veřejné správy v současném znění. Antispamový zákon č. 480/2004 v platném znění. Webové stránky, obsah webu a související zákony. Ochrana soukromí a webové stránky. Zákon o kybernetické bezpečnosti 181/2014 Sb a prováděcí předpisy. NUKIB. GDPR.

Biologická data, transkripce, translace, replikace, databáze, sequence alignment, Blast, dotplot, homologie, strukturní srovnávání, predikce proteinové struktury, homologní modelování, Blosum, predikce sekundární struktury, MSA.

## **II. Okruh - Medicína a zdravotnictví**

*Základy teoretické medicíny, Lékařská terminologie; Základy preklinické medicíny; Základy klinických oborů; Metody vykazování zdravotní péče*

Struktura a funkce lidského těla, obecná anatomie, cytologie (buňka jako systém, biologické membrány a jejich funkce, membránové organely, cytoskeletární struktury), buněčný cyklus, mitóza, meióza, tkáň, lokomoční aparát, tělesné tekutiny, krev, imunitní systém, kardiovaskulární aparát, gastrointestinální trakt, vylučovací systém, reprodukční systém, endokrinní systém, smyslové orgány

Biologie buňky a genetika, organizace živých systémů, nebuněčné a buněčné organizmy, molekulární a buněčná biologie, biopolymery, molekulární genetika (genetická informace, replikace, transkripce a translace), mutace, genetické inženýrství, cytologie (buňka jako systém, biologické membrány a jejich funkce, membránové organely, cytoskeletární struktury), buněčný cyklus, mitóza, meióza, jejich regulace, diferenciaci a stárnutí, buněčné faktory a faktory zevního prostředí, mnohobuněčné organizmy, typy reprodukce, pohlavní rozmnožování, gamety, základy genetiky - fenotyp a genotyp, metody hybridizace, Mendelovy zákony, základy cytogenetiky a lidské genetiky, monogenní a polygenní znaky, normální a patologické. Autozomální a gonozomální dědičnost. Lidský karyotyp, chromozomální aberace. Základy imunogenetiky. Základy virologie a mikrobiologie. Viry, jejich struktura, reprodukce a taxonomie. Virový genom. Bakterie, fyziologie, taxonomie. Základy mikrobiologie, typy patogenních organizmů, projevy infekčních onemocnění, podstata terapie, prevence. Epidemiologie. Základy hygieny. Nozokomiální infekce. Hygiena komunální, nemocniční, pracovní, životního prostředí. Státní ústavy.

Klinická propedeutika, Anamnéza, fyzikální vyšetření, rozdělení laboratorních vyšetření a jejich podstata, zásady prevence, zásady poskytování první pomoci, vnitřní prostředí, zobrazovací metody, podstata a přístrojové vybavení oborů kardiologie, pneumologie, gastroenterologie, nefrologie, endokrinologie, neurologie, hematologie, transfuziologie, chirurgie, oftalmologie, otorinolaryngologie, gynekologie a porodnictví, fyzioterapie, stomatologie.

Základními principy obecných systémů úhrad zdravotní péče. Systém úhrady zdravotní péče v ČR. Legislativní podklady k úhradám zdravotní péče v ČR. Způsoby regulací úhrad péče. Metodika vykazování zdravotní péče. Podpůrné výpočetní systémy vykazování péče. Výkonová úhrada, paušální úhrada, kapitační platba, platba za diagnosu. Vykazování a úhrada zvláště nákladných položek. Předepisování léčivých prostředků a pomůcek a jejich úhrada. Způsoby předávání dat do zdravotních pojišťoven. Revize vyúčtování zdravotní péče, revizní pracovníci zdravotních pojišťoven. Zdravotní pojišťovny v ČR. Systém regresních náhrad. Zdravotnická dokumentace. Management zdravotnických zařízení. Organizace zdravotní péče v České republice. Specifika soukromých zdravotnických zařízení.

### III. Okruh - Zdravotnická technika a zpracování dat

*Úvod do signálů a systémů; Modelování a simulace; Zpracování obrazových dat; Informační technologie; Počítačové sítě; E-health a telemedicína; Laboratorní diagnostika a technika; Biomedicínská statistika; Zdravotnické informační zdroje, Teorie a praxe žurnalistické tvorby; Operační systémy;*

Spojité, diskrétní, analogové a číslicové signály. Operace se signály, energie a výkon signálu. Vzorkování a kvantování, rekonstrukce signálu. Konvoluce. Fourierova analýza pro periodické, neperiodické, spojité a diskrétní signály. Přímá a zpětná transformace, spektrální koeficienty, spektrum. Systémy, vnitřní a vnější popisy spojitých a diskrétních systémů (stavové rovnice, přenosová funkce, přechodová a impulsní charakteristika). Vztah mezi vnitřním a vnějším popisem, problém realizace. Spojování systémů (sériová, paralelní a zpětná vazba). Stabilita systémů a její vyšetřování.

Modelování a simulace, spojité a diskrétní modely. Pozorování a experiment. Metodika vytváření modelu, způsoby popisu modelů. Kompartmentové modely. Příklady použití kompartmentových modelů v biologii a medicíně. Spojité a diskrétní modely jednodruhových populací, Malthusův model, Leslieho model s věkovou strukturou, logistický model a jeho varianty, model kooperace a kompetice. Modely dvoudruhových populací. Model dravec – kořist (model Lotky – Volterry). Epidemiologické modely. Model SIR (Kermackův - McKendrickův model) a jeho varianty (SI, SIS, SIR s přenašeči, SIR s vakcinací). Modely venerických nemocí, křížový model. Modely farmakokinetiky, dávkování léčiv.

Zrakový orgán, jasová citlivost oka, kontrastní citlivost oka, prostorová rozlišovací schopnost oka, časová rozlišovací schopnost oka, obecné schéma procesu zobrazení, základní principy sběru obrazových dat (analogový a digitální obraz, vzorkování a kvantizace obrazů), základní úlohy zpracování obrazů, zobrazovací - lineární systém, Impulsní odezva, prostorově invariantní systém, konvoluce ve spojitě a diskrétní oblasti, korelace vs. konvoluce, princip barevného zobrazení, snímací režimy (čárová grafika, polotóny, šedi a v barvě), bodové operace, lokální operace, globální operace, prahování, adaptivní prahování, úprava kontrastu, ekvalizace histogramu, logaritmický operátor, exponenciální operátor, vyhlazovací filtry, zaostření obrazu, nelineární - mediánová filtrace, Fourierova transformace, filtrace ve frekvenční oblasti, restaurace obrazu - inverzní filtrace, Wienerova filtrace, detekce hran, segmentace obrazu, Houghova transformace, DCT, metody komprese (jednoduché, statistické, slovníkové, transformační), JPEG, popis objektu v obrazech, rozpoznání, PCA, matematická morfologie (eroze, dilatace), geometrické transformace.

Historie výpočetní techniky, základní struktura počítače (procesor, paměť, sběrnice, periferní zařízení), motherboard - blokové schéma, Northbridge a Southbridge, popis sběrnic a rozhraní (ISA, PCI, PCI Express, PATA, SATA, SCSI), BIOS, autotest, diskové a disketové jednotky, struktura ukládání dat na disku, zavádění systému, CD, DVD a Blu-Ray, zobrazovací zařízení (monitory), zvuková karta, univerzální vstupně-výstupní porty (RS232C, USB, ...), síťové karty, modemy, UPS, tiskárny, skenery, paměťové karty a čtečky, operační systém (jeho význam a určení, typy OS), výkonové a funkční testy PC, ergonomie, mobilní počítače a telefony.

Architektura počítačových sítí, referenční model ISO/OSI, síťový model TCP/IP, fyzická vrstva (metalické, optické spoje, hub), adresování na linkové vrstvě (switch, MAC), ethernet, protokol IP,

sítě a podsítě (maska, brána, router), IPv4, IPv6, multicast a unicast, ICMP protokol, ARP protokol, přidělování adres - DHCP, protokoly UDP protokol, TCP protokol, NAT, transportní vrstva a porty, streamovaný a datagramový přenos dat, DNS, DNSSEC, bezdrátové technologie (WiFi router, architektura bezdrátové sítě, Bluetooth), protokoly aplikací v sítích (ftp, http, https), bezpečnost na sítích, firewall, proxy, síťové standardy v medicíně, DOS útok, zabezpečí DNS, možnosti anonymizace na internetu. Telemedicína (telematika pro zdravotnictví) - definice WHO, obsah - vlastní telemedicína, historie telemedicíny a souvislosti s vývojem informačních a komunikačních technologií.

Vlastnosti analytických metod v laboratorní diagnostice (přesnost, správnost, shodnost, citlivost, detekční limit, selektivita). Vlastnosti elektromagnetického záření a princip nespektrálních a spektrálních optických metod. Atomová emisní a absorpční spektrometrie. UV-VIS spektrofotometrie a fluorimetrie. Potenciometrie, iontově selektivní elektrody a měření pH. Amperometrie, coulometrie, konduktometrie. Sekvence DNA a práce se sekvenčními daty. Princip chromatografie. Princip hmotnostní spektrometrie, konstrukce hmotnostního spektrometru.

Náhodná veličina, diskrétní a spojitě rozdělení, distribuční funkce, pravděpodobnostní funkce, hustota. Kvantily, střední hodnota, rozptyl. Bodové a intervalové odhady. Obecné principy testování statistických hypotéz. Testy parametrů normálního rozdělení. Chi-kvadrát test dobré shody. Variabilita a normalnost dat, typy experimentálních studií, typy observačních studií, medicína založená na důkazech.

Posuzování informačních zdrojů, primární informační prameny, struktura odborného sdělení, sekundární informační prameny, elektronické báze bibliografických dat, Internetové zdroje ve zdravotnictví, vyhledávací internetové služby, rešerše, strategie a taktika vyhledávání, příprava odborné prezentace, projev při odborné prezentaci, vybavení pro fotodokumentaci, pořízení fotodokumentace, základní parametry deskriptivní statistiky, interpretace výsledků studií, posouzení významnosti. Žurnalistika, novinářina, novináři, mediální komunikace, masová komunikace, speciální komunikace, počítačová grafika, digitální fotografie, mediální etika.

Historie operačních systémů (generace, definice, úloha, základní vlastnosti a rozdělení). Architektura operačních systémů. Základní model, přenositelnost, symetrický multiprocessing, škálovatelnost, klientské a serverové verze. Výkonná část, jádro, ovladače zařízení, procesy systému. Mechanismy systému a správy, přerušení, systémové služby, spouštění a vypínání operačního systému. Procesy, vlákna a úlohy. Datové struktury, proměnné jádra, vlákna a jejich plánování, priority. V/V systém. Správce, ovladače zařízení a jejich struktura, zpracování vstupu a výstupu, instalace ovladače, správce napájení. Správa úložišť, diskové ovladače, organizace svazků, virtuální disk. Správa paměti a mezipaměti. Virtuální paměť, stránkování, segmentace. Souborové systémy, formáty, architektura ovladače, obnova a bezpečnost, šifrování.

**Témata z povinně volitelných předmětů (student si vybírá jeden z předmětů (odstavec) ze kterého může být zkoušen):**

*Geneze a zpracování biologických signálů (PV); Zobrazovací systémy (PV); Robotika v lékařství (PV); Lékařské přístroje a zařízení (PV), Lékařská a ošetrovatelská dokumentace (PV)*

Vlastnosti biologických signálů. Způsoby vzniku, snímání a základní parametry biosignálů nutné pro diagnostiku. Signály srdce, mozku, svalů, nervového systému. Metody a algoritmy zpracování a vyhodnocování nejdůležitějších elektrofyziologických signálů, předzpracování, filtrace, analýza v časové i frekvenční oblasti. Nestacionarita EEG. Frekvenční rozsah a pásma. Základní řetězec převodu do počítače (A/D převodník, problémy vzorkování a kvantizace signálu). Nyquistův teorém. Chyby při převodu. Úprava signálu. Aliasing. Spektrální analýza biosignálů. Základní metody. Parametrické a neparametrické metody. Periodogram. Praktické problémy odhadu spektra. Křížové spektrum, koherence a fáze. FFT. Filtrace, odstraňování šumu. Vizualizace výsledků analýzy. Metoda zhuštěných

spektrálních kulis (CSA). Topografické mapování elektrofyziologické aktivity. Princip brain mappingu. Interpolace. Mapování amplitudy a frekvence.

Elektromagnetické spektrum a zobrazovací systémy v lékařství. Přenosové vlastnosti zobrazovacích systémů (PSF, OTF, MTF, PTF). TV zobrazovací systémy. Snímání, digitalizace a základní metody zpracování obrazu (převodní charakteristiky - LUT, histogram, aritmetické a logické operace, konvoluce, souvislost mezi operacemi nad obrazem jasnem, kontrastem, LUT a histogramem). Infrazobrazovací systémy - zejména termovizní systémy. Konvenční RTG zobrazovací systém. RTG-TV zobrazovací systém. Endoskopické zobrazovací systémy - zejména videoendoskopické. Angiografie včetně DSA. Digitální radiografie. Konvenční zobrazovací systémy v nukleární medicíně. Ultrazvukové zobrazovací systémy včetně Dopplerovských modulů. Výpočetně tomografické zobrazovací systémy CT, MR, PET, SPECT, EIT. Fantomy pro kalibrace a ověřování rozlišovací schopnosti. U každého z výše uvedených zobrazovacích systémů v lékařství se předpokládá zejména znalost fyzikálního principu, způsobu vytváření výsledného obrazu v závislosti na primárním parametru, vlastností, parametrů a významných aplikací.

Uplatnění robotických systémů v lékařství, kinematická analýza a syntéza otevřených kin. řetězců, vyšetřování vztahů mezi polohou, rychlostí a zrychlením jednotlivých kinematických dvojic vůči rámu (Denavit Hartenberg notace), dynamika otevřených řetězců, aproximace rozložení hmotnosti členů kin. řetězce, potenciální a kinetická energie řetězce, Lagrangeovy rovnice II. druhu, odvození Jakobiánů (paže, nohy), pohybové rovnice v maticovém tvaru, paradigmatu kinematického řízení otevřených řetězců, inverzní úloha kinematiky, Newtonova iterační metoda, paradigmatu silového řízení otevřených řetězců, čidla a aktuátory používané v robotice.

Přehled a kategorizace prostředků zdravotnické techniky dle mezinárodních směrnic (direktiv EU) včetně české a mezinárodní terminologie. Elektrická bezpečnost provozu zdravotnické techniky. Zesilovače biopotenciálů. Elektrokardiografie. Přístroje pro měření krevního tlaku - invazivní a neinvazivní formou. Měření srdeční frekvence (kardiotachometr). Diluční metody pro měření průtoku krve a minutového objemu. Pletysmografie a měření nasycení krve kyslíkem (pulzní oxymetrie). Elektroencefalografie. Elektromyografie. Pneumometrie. Lékařské monitory a centrály. Specializované monitory pro klinickou praxi. Diagnostika sluchového ústrojí.

Struktura rodinné a osobní anamnézy – volný text vs. strukturalizovaný záznam, struktura ambulantního záznamu, struktura hospitalizace pacienta, základní typy terapií onkologického pacienta, TNM klasifikace, Karnovského skóre, ECOG skórovací systém.

V Kladně dne 5. 12. 2022

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA  
děkan fakulty

doc. Ing. Zoltán Szabó, Ph.D.  
vedoucí katedry biomedicínské informatiky