

## UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM 1. STOPNJE BIOINFORMATIKA

### OPISI PREDMETOV

#### OBVEZNI PREDMETI

#### OBVEZNI PREDMETI 1. LETNIKA

Ime predmeta: **ANALIZA I – TEMELJI ANALIZE**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

##### Vsebina:

- Naravna števila. Racionalna števila. Realna števila. Kompleksna števila.
- Zaporedja realnih števil. Limite in stekališča zaporedij. Cauchyjev pogoj. Zgornja in spodnja limita. Monotona zaporedja. Izrek Bolzano-Weierstrass.
- Vrste. Konvergenčni kriteriji. Absolutno in pogojno konvergentne vrste.
- Funkcije realne spremenljivke, sodost, lihost, periodičnost. Limite funkcij, leva in desna limita. Zveznost. Zvezne funkcije na zaprtih omejenih intervalih. Metoda bisekcije za iskanje ničel.
- Elementarne funkcije. Ciklotometrične funkcije.

Ime predmeta: **ANALIZA II – INFINITEZIMALNI RAČUN**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

##### Vsebina:

- Odvod. Izreki o srednjih vrednostih. Odvodi monotonih funkcij. L'Hospitalovo pravilo. Višji odvodi. Taylorjeva formula. Lokalni ekstremi. Konveksne in konkavne funkcije. Prevoji. Tangentna metoda iskanja ničel.
- Nedoločeni integral. Določeni integral. Darbouxove in Riemannove vsote. Leibniz-Newtonova formula. Izreki o srednji vrednosti. Integracijske metode. Uporaba določenega integrala v geometriji. Posplošeni integral. Numerična integracija.
- Logaritem, število  $e$  in definicija potence pri realnem eksponentu.
- Risanje ravninskih krivulj.
- Funkcijska zaporedja in funkcijske vrste. Potenčne vrste. Taylorjeva vrsta. Elementarne kompleksne funkcije.

Ime predmeta: **ALGEBRA I – MATRIČNI RAČUN**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

##### Vsebina:

- Vektorji, analitična geometrija v prostoru.
- Matrike. Vrste matrik in osnovne operacije z matrikami. Rang matrike. Inverzna matrika.

- Sistemi linearnih enačb. Matrična interpretacija in izrek o rešljivosti. Elementarne matrike, Gaussova metoda. Determinante. Cramerjevo pravilo.

Ime predmeta: **PROGRAMIRANJE I**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

Osnovni programski gradniki.

- Osnovna sintaksa programskega jezika Java. Spremenljivke, tipi in stavki. Enostavne vhodno izhodne operacije. Odločitveni stavki. Kontrolne strukture.
- Funkcije in podajanje parametrov. Programi. Strukturna dekompozicija.

Osnovne podatkovne strukture .

- Enostavni tipi. Polja. Zapisi. Nizi in obdelava nizov. Predstavitev podatkov v računalniškem spominu. Alokacija spomina. Povezane strukture. Sklad. Vrsta. Seznam. Drevo.

Algoritmi in reševanje problemov.

- Kaj je algoritem? Strategije reševanja problemov. Vloga algoritmov v procesu reševanja problemov. Strategije za implementacijo algoritmov. Iskanje programskih napak. Rekurzija. Koncept rekurzije. Rekurzivne matematične funkcije. Deli in vladaj. Rekurzivno vračanje po sledi. Implementacija rekurzije.

Pregled programskih jezikov.

- Vrste programskih jezikov. Kontrola izvajanja. Funkcije. Podprogrami. Prostori imen.

Deklaracije in tipi.

- Vrste tipov. Deklaracija tipov. Varnost tipov. Preverjanje tipov. Podtipi! Razredi. Večobličnost.

Mehanizmi abstrakcije.

- Podatkovne abstrakcije. Enostavni tipi. Sestavljeni tipi. Postopkovne abstrakcije. Podprogrami in funkcije. Abstraktni podatkovni tipi. Objekti in razredi. Vzorci. Moduli.

Ime predmeta: **RAČUNALNIŠKI PRAKTIKUM**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

- Fakultetno računalniško omrežje in splošna pravila uporabe.
- Opis fakultetnega računalniškega omrežja, načinov prijave, postopka menjave gesla, načina dostopa do e-pošte ter dopisnih seznamov in dostopa do snovi v elektronski obliki.
- Osnove dela v operacijskem sistemu Linux.
- Opis operacijskega sistema Linux ter slovenske različice Pingo. Opis dela v ukazni lupini BASH.
- Programski jezik C.
- Opis sintakse programskega jezika C ter njegove uporabe za reševanje konkretnih problemov.

Ime predmeta: **SPLOŠNA IN ANORGANSKA KEMIJA**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

Predmet predstavi osnovne kemijske zakonitosti. Študenti se seznanijo z osnovami kvantitativnega obravnavanja lastnosti in zgradbe snovi ter kemijskih procesov strukturo in elektronsko konfiguracijo atoma, vrste kemijskih vezi, kemijskih reakcij, kemijskim ravnotežjem in energetskimi spremembami pri kemijskih reakcijah.

V prvem delu narejen kratek povzetek snovi in snovnih sprememb ter kemijskih zakonov. Sledi razlaga osnovnih kemijskih pojmov: atom, molekula, ion, element, spojina, čista snov, zmes, formule, itd. Podane so osnove za računske vaje. Področje zgradbe atomov in kemijskih vezi je osredotočeno na pomembnost kemijskih vezi znotraj atoma in molekule ter same zgradbe periodnega sistema elementov. Podan je osnovni pregled disperzijskih sistemov ter kemijskega ravnotežja znotraj reakcij. Pregled anorganskih spojin je podan glede na periodni sistem elementov, organskih pa po funkcionalnih skupinah.

Študenti pridobijo temeljno kemijsko izobrazbo, ki je ključna za vsakega naravoslovca in njegovo uveljavitev na trgu dela. Hkrati se študenti učijo uporabe kritične analize in razvoja ter praktične uporabe teorij v reševanju konkretnih problemov s področja splošne kemije. Predmet je osnova za ostale kemijske predmete v programu, hkrati pa služi kot izravnava kemijskega predznanja, ki ga študenti prinesejo iz srednje šole. Študenti teoretično znanje, ki ga pridobijo na predavanjih, nadgradijo s praktičnimi primeri v okviru računskih in laboratorijskih vaj.

Ime predmeta: **PROGRAMIRANJE II – KONCEPTI PROGRAMSKIH JEZIKOV**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

- Uvod
- Lambda račun
- Sintaksa
- Osnovne strukture
- Funkcijski jeziki
- Imperativni jeziki
- Tipi
- Moduli
- Objekti in razredi

Ime predmeta: **OSNOVE GENETIKE IN GENOMIKE**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

- Osnove transmissijske genetike: zakoni dedovanja, pedigre analiza dedovanja dominantnih in recesivnih genov, molekularna osnova dominantnih in recesivnih mutacij.
- Avtosomno in spolno vezano dedovanje.
- Organizacija človeškega genoma.

- Kartiranje genomov, tehnike kartiranja z genetskimi in fizičnimi pristopi, tehnika PCR, Southern, northern detekcija, markerji DNA (RFLP, VNTR, SSR, SNP, EST, AFLP...), fluorescentna in situ hibridizacija (FISH), kartiranje STS
- Restriksijski encimi, ločevanje fragmentov DNA, vektorji za kloniranje DNA
- Tehnike rekombinantne DNA
- Določanje nukleotidnega zaporedja DNA, metode, razumevanje in pomen genomskih projektov
- Analiza delovanja genov, reverzna genetika, metode proučevanja izraženih zaporedij
- Morfologija in strukturni elementi evkariontskega kromosoma: telomera, centromera, vloga, replikacijski model telomere, organizacija DNA na kromosomu, zgradba kromatina, evkromatin, heterokromatin
- Organiziranost evkariontskega genoma
- Geni in organizacija genov
- Organelni genomi, nastanek in lastnosti
- Pot od zapisa DNA do proteina
- Izražanje genov: iniciacija transkripcije, vloga kromatina, vloga RNA polimeraz, uravnavanje transkripcije pri prokariotih in evkariotih, pozitivno in negativno uravnavanje izražanja genov.
- Sinteza in procesiranje različnih molekul RNA
- Spremembe dednega materiala, mutacije na kromosomu, genu, genomu. Povzročitelji mutacij, vpliv na organizem in pomen v evoluciji.
- Popravljalni mehanizmi
- Rekombinacije
- Mobilnih genetskih elementov in njihova vloga
- Nastanek genoma
- Populacijska genetika: genetska variabilnost in spreminjanje populacij, genetske razdalje, metode merjenja genetske variabilnosti in distanc, molekularni markerji za proučevanja v populacijski genetiki
- Aplikacija genomike

Ime predmeta: **SPLOŠNA BOTANIKA**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

#### **Vsebina:**

V okviru predmeta se mora študent/ka seznaniti in razumeti osnovno zgradbo rastlinskega organizma na nivoju makromolekul, subcelularnih mikrostruktur, celice, tkiv oziroma celotnega organizma.

Poudarek bo namenjen tudi prilagoditvam rastlin na življenje v različnih življenjskih okoljih tako na celičnem, anatomskem in morfološkem nivoju. Študent/ka bo spoznal/a še osnovne principe oziroma oblike razmnoževanja. Predmet bo zasnovan predvsem na podajanju temeljnih znanj potrebnih za razumevanje vsebin ostalih naravoslovnih predmetov in prilagojen relativno širokemu naboru slušateljev drugih študijskih programov iz področja naravoslovja.

Poglavitne teme:

- Morfologija in anatomija rastlin
- Citologija – znanost o celici
- Histologija – znanost o tkivih
- Steblo
- Listi
- Korenine
- Sekundarna rast rastlin
- Cvet in razmnoževanje

Ime predmeta: **SPLOŠNA ZOOLOGIJA**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

Predmet je posvečen uvodu v zoologijo, torej v temeljno razumevanje strukture in delovanja živali. Študente uvede tudi v principe biologije in definiranja živalske vrste, v osnove Darwin-Wallaceove teorije evolucije in v teorijo o izvoru življenja. Strukturno živali spoznajo prek osnovnih nivojev organizacije žive materije, torej prek citologije, histologije, morfologije ter organografije. Funkcija posameznih sistemov je podana integralno s strukturo. Težišče predmeta je na filogenetski klasifikaciji živali predstavljeni skozi glavne taksonomske skupine (debla). Študentje najprej spoznajo zgodovino klasifikacije, principe te dejavnosti, načela zoološke nomenklature in osnove sistematike. Pri podajanju živalskega sistema je poudarek na zgodovini razvoja in razumevanju evolucije telesne organizacije na podlagi razvoja telesne simetrije, razvoja zarodnih tkiv, telesnih votlin in zgodnjega razvoja, ne pa na golem memoriziranju kategorij. Vsebina tako usposobi študente za kritično presojanje različnih sistemov, ki jih dojema kot hipoteze in ne kot dejstva. V sklopu predmeta je planirano in predavanje gostujočega učitelja – strokovnjaka za določeno področje zoologije ter diskusije/sinteze znanj pridobljenih skozi predmet.

Poglavitne teme:

- principi biologije; funkcionalne in strukturne značilnosti organizmov
- izvor življenja; organska evolucija, evolucija celice, evolucija mnogoceličarjev
- darvinistična evolucija; mikroevolucija in makroevolucija
- teorija živalske vrste; klasifikacija in sistematika živali
- citologija, histologija, organografija in morfologija živali
- razmnoževanje in ontogenija živali
- osnovi ekologije in etologije živali

## **OBVEZNI PREDMETI 2. LETNIKA**

Ime predmeta: **TEMELJI FIZIKE Z BIOFIZIKO**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

Predmet uvaja osnovne fizikalne koncepte, ki so temelj razumevanja procesov v živih bitjih. Pomembnost teh konceptov je dodatno utemeljena in utrjena z razlagami konkretnih primerov.

Poglavitne splošne teme fizikalnih osnov:

- Intenzivne in aditivne fizikalne količine ter operacijski postopki merjenja teh količin (poleg osnovnih še koncepti gostote, tlaka, koncentracije, temperature, potenciala, prevodnosti, optičnih lastnosti,...).
- Oblike energij (kinetična, potencialna, prožnostna, notranja, kemična, električna,...) in načini povečevanja, zmanjševanja in spreminjanja energij (delo, toplota).
- Snovni, električni in toplotni tokovi ter ohranitveni zakoni.
- Nihanje in valovanja (mehansko in elektromagnetno) ter pojavi povezani z valovanjem (odboj, lom, interferenca).

Podrobnejše teme biofizikalnih aplikacij:

- Biomehanika (vzvodi v človeškem telesu, biomehanika človeških okončin, torzijske deformacije, stabilnost telesa).
- Tlačne in koncentracijske razlike kot vzrok za snovne tokove (tokovi v rastlinah, ožilje in srce, izmenjava plinov, osmotski procesi).
- Temperaturne razlike kot vzrok za toplotne tokove (osnove procesov pri bitjih z nestalno in stalno telesno temperaturo, viri energije in energijske pretvorbe).
- Potencialne razlike kot vzrok za električne tokove (Celica, kot akumulator elektrokemične energije: prehajanje snovi skozi celično membrano, akcijski potencial, električna polja v celici, pasivne in aktivne električne lastnosti celičnih membran).
- Glasilke kot oddajnik zvoka ter biofizikalna slika ušesa kot sprejemnika zvoka.
- Optični instrumenti (fotoaparati, projektorji in mikroskopi ter oko kot sprejemnik svetlobe).
- Osnove molekulske biofizike (Lastnosti osnovnih sestavnih delov bioloških sistemov in zveze med temi lastnostmi).

Ime predmeta: **TEORETIČNE OSNOVE RAČUNALNIŠTVA I**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

- Osnove matematične teorije, izjavni račun, pravilnostne tabele, predikatni račun.
- Formalni jeziki.
- Osnovni pojmi matematične logike.
- Načini zapisovanja množic. Osnovne relacije med množicami, osnovne operacije z množicami ali družinami množic. Potenčna množica. Relacije. Grafi. Ekvivalenčne relacije. Delna in linearna urejenost. Mreže in Boolova algebra. Dobra ureditev. Funkcije. Posebni tipi funkcij. Kategorije.
- Končne in neskončne, števne in neštevne množice.
- Kardinalna in ordinalna števila. Peanova aritmetika, matematična indukcija.
- Sistema aksiomov teorije množic NBG in ZFC. Aksiom izbire. Zornova lema.
- Osnove simbolnega računanja (Mathematica).

Ime predmeta: **STATISTIKA**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

- Uvod. Kaj je statistika? Uporabnost statističnih metod v naravoslovju. Populacija. Vzorec.
- Slučajne spremenljivke. Pojem slučajne spremenljivke. Zvezne in diskretne slučajne spremenljivke. Osnovni primeri slučajnih spremenljivk. Funkcija verjetnosti, funkcija gostote, porazdelitvena funkcija.
- Opisne statistike. Frekvenčna porazdelitev. Mere sredine. Kvantili. Mere variabilnosti.
- Vzorčenje. Uvodni primeri. Naključno vzorčenje. Vzorcna porazdelitev. Standardna napaka ocene. Intervali zaupanja.
- Grafične predstavitve podatkov. Histogram. Razsevni grafikoni. Škatla z brki. QQ-diagram.
- Preizkušanje statističnih domnev. Princip preizkušanja. Ničelna domneva, alternativna domneva. Napake pri preizkušanju domnev. Primeri: t-preizkus za povprečje v enem vzorcu,  $t$ -preizkus za povprečji za dva neodvisna/odvisna vzorca, ANOVA.
- Preučevanje odvisnosti med pojavi. Regresija. Linearna regresija. Mere linearne odvisnosti. Korelacijski koeficient. Nelinearne odvisnosti. Asociacija in kontingenčne tabele.

Ime predmeta: **ORGANSKA KEMIJA IN BIOKEMIJA**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

Študenti se pri predmetu seznanijo z osnovami organske kemije. Podrobneje spoznajo zgradbo, lastnost in vlogo značilnih organskih spojin ter njihove reaktivnosti. Študenti poglobijo znanje o posameznih vrstah organskih spojin, njihovo strukturo, reaktivnostjo ter možnostjo pretvorb ene organske spojine v drugo s poudarkom na funkcionalizaciji organskih spojin. Pridobijo temeljno znanje na področju organske kemije, ki jim bo služilo kot osnova za pridobitev novih znanj s širšega področja naravoslovnih ved posebej pa biokemije.

Študenti se seznanili s strukturo in funkcijo, biosintezo in razgradnjo vseh za življenje pomembnih biomolekul; posebej beljakovin, oziroma encimov. Biomolekule znajo identificirati, jih izolirati in kvantificirati. Obvladajo številne metode, tehnike in aparature, ki so za to potrebni.

Obenem dobijo vpogled v dinamični proces metabolizma, v ključne metabolite v posameznih metabolnih ciklih, v njihovo prepletenost in regulatorne mehanizme, ki vzdržujejo celice v stanju dinamičnega ravnotežja. Če se ravnotežje v celici iz različnih razlogov podre, lahko nastopijo različne metabolne bolezni. Če se podre biodiverzitetna različnih med seboj prepletenih biokemijskih procesov, ki omogočajo kroženje snovi v naravi, pa je ogroženo.

Ime predmeta: **ALGORITMI V BIOINFORMATIKI**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

- Uvod v bioinformatiko, osnove bioinformatičnih problemov v molekularni biologiji, kratek biološki uvod.
- Algoritmi analize zaporedij: temelječi na iskanju vzorca, na premikajočem oknu, na matrikah, na klasičnih statističnih metodah, na grafičnih predstavitvah.
- Primerjava dveh nizov: algoritmi za natančno ujemanje.
- Primerjava dveh nizov: hevristični algoritmi.
- Iskanje vzorcev in najboljše ujemanje.
- Priponska drevesa.
- Primerjava več nizov.
- Tvorjenje evlucijskih dreves.
- Iskanja podobnosti: definicije problemov, matrice, metode.
- Poravnave dveh in več zaporedij: definicije problemov in metode, 2-aproksimacijski algoritem za poravnavo več zaporedij glede na vsoto parov.
- Filogenetske analize: izračuni oddaljenosti, metode parsimonije, metode največje podobnosti, bootstrapping, popolna filogenija in razširitve, Gusfieldov algoritem za binarne instance. Modeliranje problema popolne filogenije s tetivnimi grafi.

Ime predmeta: **SISTEMI II – OPERACIJSKI SISTEMI**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

- Uvod: kaj je operacijski sistem, zgodovina operacijskih sistemov, pregled strojne opreme, koncepti operacijskih sistemov, sistemski klici, struktura operacijskega sistema.

- Procesi in niti: procesi, niti, med-procesna komunikacija, tekmovanja, kritično območje, klasični IPC problemi, razporejanje.
- Smrtni objemi: viri, predstavitev procesov in virov, modeliranje smrtnega objema, nojev algoritem, zaznavanje in reševanje iz smrtnega objema, izogibanje smrtnemu objemu, onemogočenje smrtnega objema.
- Spomin: osnovne operacije, zamenjevanje strani, virtualni spomin, algoritmi za zamenjavo strani, modeliranje algoritmov za zamenjavo strani, sistem za rokovanje s stranmi, segmentacija, Multics, Pentium.
- Vhod/Izhod: principi V/I strojne opreme, principi V/I programske opreme, V/I programski nivoji, diski, ure, znakovni terminali, grafični vmesniki, omrežni terminali, ostala V/I strojna oprema.
- Datotečni sistemi: Datoteke, imeniki, implementacija datotečnih sistemov, primeri datotečnih sistemov – Unix, Windows.
- Multimedija: multimedijske datoteke, stiskanje videa, JPEG, MPEG, razporejanje multimedijskih procesov, multimedijski datotečni sistemi, hranjenje datotek, razporejanje opravil za disk.
- Večprocesorski sistemi: multi-računalniški sistemi, porazdeljeni sistemi, arhitekture in primeri.
- Varnost: varnostno okolje, osnove kriptografije, avtentikacija uporabnika, napadi znotraj sistema, napadi od zunaj, mehanizmi zaščite, varni sistemi.
- Unix-Linux: zgodovina UNIX, pregled UNIX, procesi in delo s spominom v UNIX, V/I v UNIX, UNIX datotečni sistem, varnost in UNIX.

Ime predmeta: **PODATKOVNE STRUKTURE IN ALGORITMI**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

### **Vsebina**

Osnovno matematično orodje: ocenjevalne funkcije  $O$ ,  $\Omega$ ,  $\Theta$  in razlike med njimi; kaj je zahtevnost problema in kaj rešitev; verjetnost in naključnost; računski modeli: kazalčni stroj RAM, vzporedni računalnik.

Osnovne podatkovne strukture: implicitne podatkovne strukture: polje, sklad, vrsta, kopica; eksplicitne podatkovne strukture: povezan seznam, drevo; problemi pri vzporednosti.

Osnovni abstraktni tipi in njihova izvedba: slovar: razpršene tabele, AVL, rdeče-črna, B – drevesa; vrsta s prednostjo - kopice, vEB; rang in izbira.

Urejanje in sorodniki: z izbiranjem, z zlivanjem, hitro urejanje; urejanje v linearnem času; urejanje na vzporednih strojih; iskanje srednjega in k-tega elementa.

Osnovne algoritmične tehnike: požrešni algoritmi; deli in vladaj; dinamično programiranje.

Algoritmi na grafih in omrežjih: iskanje v širino in v globino; povezanost; najmanjša vpeta drevesa; najkrajše poti v grafih; pretoki v omrežjih; vzporedni algoritmi v omrežjih s pogledom na medmrežje.

Izbrani algoritmi: matematični algoritmi s pogledom na kriptografijo: množenje matrik, reševanje sistema enačb, FFT, iskanje največjega skupnega delitelja, modularna aritmetika, eksponenti; algoritmi na nizih s pogledom na bioinformatiko: iskanje podniza; pri vseh problemih si bomo pogledali tudi nekaj osnovnih vzporednih rešitev.



Ime predmeta: **OSNOVE PODATKOVNIH BAZ**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

#### **Vsebina**

- Uvod
- Model Entiteta-Razmerje
- Relacijski model
- Relacijska algebra in račun
- SQL in QBE
- Diski in datoteke
- Indeksi
- Evaluacija relacijskih operacij
- Optimizacija poizvedb
- Transakcije
- Kontrola vzporednosti in obnovitev po zrušitvi
- Načrtovanje podatkovnih baz

Ime predmeta: **PODATKOVNO PROGRAMIRANJE**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

#### **Vsebina**

1. Uvod v pod. programiranje.

Programski jeziki za delo s podatki, osnovne podatkovne strukture in operacije, aplikacije.

2. Osnove Python.

Okolje tolmača, sintaksa, števila, nizi, sezname, datoteke, kontrola izvajanja, kontrola zank, funkcije, lambda izrazi, funkcije višjega reda, funkcijsko programiranje.

3. Podatkovne strukture v Python.

Sezname, n-terice, sekvence, množice, slovarji, zanke nad podatkovnimi strukturami.

4. Moduli in razredi v Python.

Sintaksa modulov, okolje modulov, standardni moduli, sintaksa razredov, razred kot objekt, instance, metode, dedovanje, iteratorji, generatorji.

5. Numerični python (numpy).

N-dimenzionalna polja, indeksiranje in izrezi polj, operacije, podatkovno procesiranje, čiščenje, transformacije, agregacija, grupiranje, časovne vrste, strukturirana polja.

6. Osnove R.

Zgodovina R, osnovne karakteristike R okolja, uporabnost R, grafični uporabniški vmesniki za R, R studio – predstavitev in delovanje, osnovna sintaksa v praksi, delo z ukazno vrstico in spoznavanje osnovnih ukazov, števila, vektorji, kontrolne strukture, funkcije, definicijska območja, R objekti, atributi, matrike, sezname, faktorji, podatkovni okvirji.

7. Branje in pisanje podatkov v R.

Branje objektov, vektorjev in matrik, branje podatkovnih okvirjev, branje iz datotek, generiranje podatkov, pisanje R objektov.

8. Upravljanje podatkov v R.

Podatkovne baze, statistični modeli v R, grafični prikazi. Praktični primer uporabe statističnih modelov in grafičnega prikaza.

9. Primer manjše aplikacije v R.

Bioconductor. Praktični primer uporabe R v raziskovalne namene.

## **OBVEZNI PREDMETI 3. LETNIKA**

Ime predmeta: **OSNOVE POPULACIJSKE GENETIKE**

Število ECTS kreditnih točk: **3**

### **Vsebina:**

- Uvod v populacijsko genetiko
- Genetska in fenotipska raznolikost (vzdrževanje genetske raznovrstnosti, frekvence alelov, frekvence genotipov, heterozigotnost)
- Molekularne metode in vzorčenje v populacijski genetiki
- Vrste genomov (jedrni, kloroplastni, mitohondrijski); markerji RFLP, SNP, AFLP, RAPD, SSR.
- Evolucijski dejavniki in njihovi vplivi na genetsko strukturo populacij: naravna selekcija, parjenje, delitev populacij, migracije (naključno parjenje, parjenje v sorodstvu, inbreeding depresija, inbreeding koeficient, heterozigotnost v populacijah, Wright's F statistika, modeli migracije)
- Parametri genske diverzitete
- Hardy-Weinbergovo ravnotežje
- Analiza vezanega neravnotežja (Linkage Disequilibrium), vzroki za neravnotežje
- Naključni genetski tok (genetski drift), Wright-Fisherjev model, inbriding
- Ireverzibilne in reverzibilne mutacije, vpliv na naključni genetski tok, verjetnost fiksacije novih nevtralnih mutacij
- Genetska struktura populacij (raznolikost, razporeditev raznolikosti med populacijami, genetske razdalje), velikost populacije, pretok genov, razmnoževanje, naravna selekcija
- Molekularna populacijska genetika (divergenca zaporedij, zamenjave aminokislin, nukleotidne substitucije, molekularna ura, vzorci nukleotidnih in aminokislinskih substitucij), polimorfizem znotraj vrst, polimorfizem in divergenca nekodirajočih zaporedij, vpliv lokalne stopnje rekombinacije
- Uporaba populacijske genetike pri varovanju vrst
- Uporaba statističnih metod v populacijski genetiki

Ime predmeta: **EVOLUCIJSKA GENETIKA**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

### **Vsebina:**

Študentje bodo pridobili osnove iz evolucijske genetike in poglobili znanje o uporabnosti molekularnih orodij pri določanju evolucijske zgodovine vrst. Prav tako bodo pridobili podrobnejši vpogled v molekularno osnovo variabilnosti živih bitji, vzorce in mehanizme spreminjanja bioloških informacijskih makromolekul, molekularno filogenetiko ter evolucijo genov.

Pridobili bodo pregledno znanje o evolucijski teoriji in matematično ponazoritev elementarnih mikroevolucijskih dogajanj. Področje molekularne evolucije bo osredotočeno na pomembnost

polimorfizma na molekularni ravni, nevtralne teorije in koalescenčne teorije. Predmet bo zasnovan predvsem na pridobitvi temeljnih znanj iz področja evolucijske genetike, potrebnih za razumevanje uporabe informacijskih orodij v biološki znanosti.

Na predavanjih bodo študenti/ke pridobili teoretično znanje, ki ga bodo nadgradili na praktičnih primerih v okviru računskih vaj, npr. uporaba podatkovnih baz, poravnava nukleotidnih zaporedij, metode za določanje filogenetskih dreves, računsko orodje za delo z nukleotidnimi zaporedji itd.

Ime predmeta: **STRUKTURE BIOLOŠKIH MOLEKUL**

Število ECTS kreditnih točk: **3**

**Vsebina:**

V okviru predmeta bo v prvem delu narejen kratek uvod v strukturo glavnih skupin bioloških molekul. Področje proteomike bo osredotočeno na metode, ki se uporabljajo pri identifikaciji struktur. Podan bo pregled podatkovnih baz in analiznih orodij pri karakterizaciji proteinov. Studentje bodo spoznali tudi osnovne metode teoretične kemije za študij proteinske strukture in načrtovanje novih biološko aktivnih molekul.

Poglavitne teme:

- osnovne definicije bioloških molekul (proteinov),
- metode izolacije in detekcije proteinov,
- identifikacija in karakterizacija proteinov,
- baze podatkov
- aminokisliline, peptidi
- elementi proteinskih struktur in geometrija
- sekundarne strukture proteinov in njihovi motivi (alfa, beta in alfa-beta struktur)
- proteini glede na njihovo funkcijo
- proteinski kompleksi
- določanje strukture proteinov: rentgenska kristalografija, NMR, elektronska mikroskopija, kristalizacija proteinov
- baza podatkov struktur proteinov in uporaba
- osnove molekularnega in proteinskega modeliranja
- uporaba računske kemije za študij proteinske strukture in izbrani primeri
- uporaba računske kemije pri načrtovanju novih biološko aktivnih spojin in izbrani primeri

Ime predmeta: **SISTEMI III: INFORMACIJSKI SISTEMI**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

Predmet Sistemi III - Informacijski sistemi obravnava osnovne zakonitosti računalniških informacijskih sistemov, kot sklopa enostavnejših komponent, ki vključujejo strojno in programsko opremo ter uporabnike. Poudarek je na procesih razvoja, uvajanja in vzdrževanja računalniških informacijskih sistemov, z organizacijskega, uporabniškega in razvojnega vidika.

Ime predmeta: **MATEMATIČNO MODELIRANJE**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

- *Uvod.* Kaj je matematično modeliranje? Vloga matematičnih modelov v naravoslovnih znanostih in ekonomiji. Tipi matematičnih modelov.
- *Uporaba programskih orodij.* Kratek pregled programov Octave/Scilab.
- *Optimizacija.* Stacionarna točka, minimum, maksimum, sedlo. Taylorjeva formula za skalarna polja. Prosti in vezani lokalni ekstremi. Newtonova metoda. Primeri uporabe: diskretna verižnica, ravnotežje paličja itd.
- *Variacijski račun.* Standardna naloga variacijskega računa. Izoperimetrični problemi. Primeri uporabe: verižnica, brahistohrona, nihanje paličja, itd.
- *Linearno programiranje.* Kaj je linearni program? Primeri linearnih programov: optimalna dieta, pretok na mreži itd. Oblike linearnih programov. Osnovni izrek linearnega programiranja. Metoda simpleksov. Dualnost. Celoštevilski linearni program in LP relaksacija. Aplikacije.
- *Diferencialne enačbe in sistemi diferencialnih enačb kot matematični modeli v naravoslovnih znanostih in ekonomiji.* Motivacijski zgledi. Pojem ravnovesne točke. Stabilnost v linearnih in nelinearnih sistemih. Fazni portreti. Osnove Poincare-Bendixonove teorije. Osnove bifurkacijske teorije. Aplikacije: epidemiološki modeli, modeli tekmovalnosti, modeli simbioze, dinamika plenilec-plen, molekularna kinetika, osnovni nevrološki modeli, modeli v ekonomiji.

Ime predmeta: **BIOINFORMATIČNI PRAKTIKUM**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

V okviru predmeta bomo spoznali bioinformacijske pristope in orodja na področju genomskih podatkov. V uvodnem delu se bomo srečali z osnovami molekularne biologije s poudarkom na genih, transkriptih in proteinih, ter njihovih funkcijah in interakcijah. Sodobne molekularno-biološke tehnike nam omogočajo izvedbo meritev velikega števila genov oz. proteinov hkrati. Predstavili bomo pristope, ki so prilagojeni za analizo visoko-gostotnih omških podatkov s poudarkom na analizi izražanja genov. Predmet bomo v okviru seminarja sklenili z uporabo predstavljenih pristopov na realnih podatkih študij molekularnih osnov različnih bioloških mehanizmov in obolenj, kot npr. odziv imunskega sistema in metabolne motnje.

Uvod: osnove molekularne biologije, omških raziskav in biotehnologije

- Genomika, funkcijska genomika in transkriptomika.
- Visoko-zmogljivo in EST sekvenciranje, DNA mikromreže, proteomika (2D-PAGE elektroforeza), metabolomika.
- Biološke poti: mreže metabolitov (KEGG), signalnih poti in interakcij.
- Biološki markerji in molekularne osnove bioloških mehanizmov in obolenj.

Biološke podatkovne baze in orodja za analizo bioloških podatkov

- Vrste bioloških podatkov in podatkovnih baz (DNA, genomske, transkriptomске, proteinske itd.) in njihova integracija (navzkrižne reference).
- Programska orodja za napovedovanje kodirajočih regij, mapiranje genov, metode za iskanje genov v sekvencah genoma, identifikacija intronov, eksonov, promotorskih regij, itd.
- Identifikacija ortologov v različnih vrstah, zasnova začetnih oligonukleotidov, identifikacija mutacij.
- Strukturna analiza: definicije strukturnih elementov proteinov in DNA/RNA, napovedi sekundarnih struktur, 3D modeliranje s pomočjo homologije.

#### Analiza visoko-gostotnih omskih podatkov

- Tehnologija in podatki visoko-zmogljivih omskih meritev (DNA mikromreže, naslednja generacija sekvenciranja).
- Načrtovanje poskusov z uporabo tehnologije visoko-zmogljivih omskih tehnologij.
- Pred-obdelava in kontrola kvalitete omskih podatkov.
- Statistično modeliranje omskih podatkov (t-test, ANOVA, permutacijske metode, popravki multiplih primerjav) in pristopi stabilizacije ocene variance.
- Metode nadzorovanega in nenadzorovanega strojnega učenja in odkrivanje zakonitosti iz omskih podatkov.
- Ocenjevanje kvalitete napovednih modelov (učna/testna množica, strategiji izpusti enega in prečnega preverjanja).

#### Molekularna evolucija človeških genov

- Pojma molekularne evolucije in polimorfizma molekule DNA.
- Pomembnost polimorfizma na molekularni ravni, nevtralne teorije in koalescenčne teorije.
- Molekularna filogenetika in filogenetska drevesa pri evoluciji genov, povezanimi z biološkimi mehanizmi in obolenji.

Ime predmeta: **FIZIKALNA KEMIJA S KEMOINFORMATIKO**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

#### **Vsebina:**

- Plini in sile med molekulami: idealni plin, kinetična teorija plinov, interakcije med molekulami, van der Waalsov plin
- Energija: prvi zakon termodinamike, spremembe notranje energije in entalpije v fizikalno-kemijskih procesih, termokemija
- Entropija: drugi zakon termodinamike, entropija plinov in plinastih mešanic, entropijske spremembe v fizikalno-kemijskih procesih, tretji zakon termodinamike
- Biomolekularne simulacije: topologija biomakromolekul, proteinska banka podatkov, parametri polja sil, solvatacija in ionska atmosfera, energijska minimizacija in molekularna dinamika
- Strukturna analiza trajektorij: parska porazdelitvena funkcija za ione, koren povprečnega kvadrata deviacije strukture, koren povprečnega kvadrata fluktuacij strukture, radij sukanja, razdalja glava-rep, analiza vodikovih vezi, grupiranje konformacij
- Energijska analiza s prosto energijo: van der Waalsove in elektrostatske interakcije, razčlemba energije
- Vizualizacija simulacijskih trajektorij in biomolekularna računalniška grafika

## **NOTRANJE IZBIRNI PREDMETI**

*(V nadaljevanju so predstavljeni kratki opisi vseh notranje izbirnih predmetov študijskega programa. V seznamu notranje izbirnih predmetov v Tabeli 5 so navedeni le izbirni predmeti, ki se izvajajo v letošnjem oz. so se izvajali v preteklem študijskem letu.)*

Ime predmeta: **BIOMOLEKULARNO MODELIRANJE**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

### **Vsebina:**

V okviru predmeta bodo študentje spoznali osnovne tehnike 3D modeliranja struktur makromolekul na osnovi eksperimentalnih podatkov.

Poglavitne teme:

- modeliranje makromolekul na podlagi kristalnih in NMR struktur
- uporaba polja sil pri modeliranju in prilagajanju 3D struktur
- dinamične karakteristike makromolekul, uporaba ter primerjava molekularne dinamike in analize normalnih nihanj
- vizualizacija in interpretacija 3D modelov
- prosto-energijski izračuni
- molekulske sidranje
- kvantno-kemijski izračuni
- farmokofore in virtualno reševanje
- QSPAR

Računalniške vaje: praktični primeri modeliranja 3D struktur kompleksov receptor-ligand z uporabo programov GROMACS, bio3d, VMD, MAIN, GAUSSIAN ter ProBiS.

Ime predmeta: **MATEMATIČNA KEMIJA**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

### **Vsebina:**

#### **A. Teoretične osnove**

- Osnove klasične kombinatorike
  - Osnove formalnih jezikov
  - Osnove teorije grafov
  - Matrike, lastne vrednosti, lastni vektorji
  - Zemljevidi na ploskvah, Eulerjeva formula
  - Algoritmi na grafih v Sageu in Pythonu
- #### **B. Družine molekulskih grafov, Aplikacije v kemiji in biologiji**
- Molekule in kemijski grafi
  - DNK, RNK kot nizi
  - Proteini kot nizi aminokislin
  - Drevesa, molekularna drevesa, alkani
  - Benzenodi in njihove posplošitve
  - Fulereni in podobne strukture
  - Kubični in subkubični grafi
  - Generiranje grafov z orodji kot je CaGe
  - House of Graphs in sorodne podatkovne baze
- #### **C Problemi na grafih z aplikacijami**
- Spektralna teorija grafov (Hücklova teorija, HOMO-LUMO)
  - Problemi prirejanja (Kekuléjeve strukture)
  - Hamiltonovi cikli
  - Barvanje grafov (Vozliščne oznake in atomi)
  - Eulerjevi obhodi (poliedrska samosestava)

D Upodobitve grafov, risanje grafov in molekularna mehanika

- Uporaba lastnih vektorjev pri risanju grafov
- Metode Force-field
- Rotagrafi in drugi policirkulanti

E Invariante grafov ter topološki indeksi

- Wienerjev indeks
- Szeged indeks
- HL indeks
- etc.

Vsak poglavje je podprto z ustreznimi programi v Sage.

Ime predmeta: **PRISTOPI SISTEMSKE BIOLOGIJE PRI PROUČEVANJU BOLEZNI ČLOVEKA**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

### **Vsebina:**

V okviru predmeta bodo spoznali kritične parametre za reševanje sodobnih raziskovalnih problemov v medicini. Tekom predavanj se bodo spoznali z oblikovanjem raziskovalnega vprašanja, postavitvijo hipotez, načrtovanjem kliničnih študij in bioloških eksperimentov, spremenljivkami, statističnim ovrednotenjem, interpretacijo in vizualnim prikazom rezultatov. Na praktičnih primerih bodo študentje vadili izbor spremenljivk, razmislili o vplivu dodatnih spremenljivk, o testiranju več hipotez in vplivu velikosti vzorca na dobljene rezultate. Predstavljene jim bodo tudi osnove epidemiologije in njihov pomen za raziskovanje bolezni človeka, z dokazi podprta medicina ter meta-analize.

Pri seminarskih vajah se bodo srečali z uporabnimi metodami molekularne biologije s poudarkom na prikazu podatkov o genih, epigenetiki, transkriptih, metabolomiki proteinih, ter njihovih funkcijah in interakcijah. Sledila bo praktična uporaba programov za analizo in vizualizacijo podatkov in prikaz primerov pisanja znanstvenega članka oz. raziskovalne naloge ter priprave ustne predstavitve s poudarkom na prikazovanju rezultatov. Pri seminarskih vajah bodo študenti seznanjeni s konkretnimi primeri reševanja vprašanj na primerih različnih bolezni človeka. V okviru predmeta bomo študentom predstavili tudi realne podatke študij molekularnih osnov različnih bioloških mehanizmov in obolenj, kot npr. odziv imunskega sistema in metabolne motnje in uporaba spletno dostopnih podatkovnih baz pri analizi le teh.

Poglavitne teme:

- Postavljanje, preizkušanje hipoteze (spremenljivke-odvisne, neodvisne, zavajajoče; sklepanje - deduktivno, induktivno, primerjalno; pravilnost in zanesljivost rezultatov- napake (tip I, II, interval zaupanja, metoda ponovnega vzorčenja) velikost učinka in moč študije
- Načrt študije, *in vitro/in vivo* eksperimenti, tipi predklinične, klinične študije; vzorčenje-velikost vzorca, ponovitve, randomizacija; napaka in pristranskost (bias) v izboru vzorca, izvedbi eksperimenta in načrtu študije
- Izvedba multiplih primerjav (post-hoc testi, Bonferoni, Tukey etc), ANCOVA, praktična uporaba regresije, osnove epidemiologije
- Biostatistika diagnostičnih testov in primerjava metod (analitična, diagnostična občutljivost, specifičnost, napovedna vrednost)
- Sistemska medicina, 4P medicina, personalizirana medicina
- Sistemska medicina v raziskavah in razvoju novih zdravil
- Etika in odobritve, osebni podatki in njihovo varstvo
- Pregled metod za pridobivanje – omških podatkov in metod za njihovo experimentalno potrjevanje v medicinskih študijah s poudarkom na transkriptomiki, proteomiki, metabolomiki, pregled deponiranih podatkov in prosto dostopnih orodij za analizo teh podatkov z primeri iz različnih bolezni

Praktični pristopi k reševanju sodobnih medicinskih vprašanj:

- Vsake seminarske vaje bodo obravnavale eno bolezen in set podatkov pridobljen pri proučevanju (npr. revmatoidni artritis, ateroskleroza ipd)
- Uporabljeni bodo eksperimentalni podatki iz genomike, proteomike, epigenetike, metabolomike v razreševanju biološkega vprašanja in njihova problematika
- Uporaba spletno deponiranih podatkov in podatkovnih baz
- Vizualizacija podatkov, tabele in grafi za objavo in prezentacije -uporaba programa za vizualizacijo in statistiko

- Študenti bodo vadili načrtovanje študije pri kateri primerjajo dve populaciji in razmišljali, katere variable vplivajo na izid zdravljenja ali bolezni in predlagali načine za pridobivanje teh podatkov (nr digitalni biološki označevalci, sodobne prenosne elektronske naprave kar omogoča razvoj novih terapevtskih strategij)

Ime predmeta: **PRAKTIČNO USPOSABLJANJE V DELOVNEM OKOLJU**

Število ECTS kreditnih točk: **6**

**Vsebina:**

Študent v skladu z lastnimi interesi izbere ali predlaga oddelek v organizaciji, kjer bi opravljal prakso. Vsebina praktičnega usposabljanja bo tako odvisna predvsem od izbranega delovnega področja in študentovih dejavnosti. Opredelita jo skupaj študent in mentor iz organizacije v načrtu praktičnega usposabljanja, tega pa potrdi koordinator s fakultete.

Načrt praktičnega usposabljanja vključuje opredelitev problema in ciljev projekta, v katerega bo vključen študent ter opis predvidenih zadolžitev študenta.

V OKVIRU NOTRANJE IZBIRNOSTI lahko študenti izbirajo tudi naslednje predmete univerzitetnih študijskih programov prve stopnje na UP FAMNIT:

- **Matematika:** Algebra II – Linearna algebra; Osnove numeričnega računanja; Algebra III – Abstraktna algebra; Teorija iger; Analiza III – Funkcije več spremenljivk; Verjetnost; Stohastični procesi I;
- **Računalništvo in informatika:** Teoretične osnove računalništva (TOR) II – Teorija formalnih jezikov in izračunljivost; Teoretične osnove računalništva (TOR) III – Teorija informacij; Sistemi I – Strojna oprema; Programiranje III – Vzporedno programiranje; Računalniška omrežja;
- **Biodiverziteteta:** Varstvena biologija; Sistematska botanika z geobotaniko; Okoljski monitoring; Geografske informacijske vede in sistemi; Biodiverziteteta morja; Zavarovana območja in trajnostna raba; Biogeografija; Ekotoksikologija; Biodiverziteteta in ekologija Sredozemlja; Evolucijska biologija; Biološke vsebine v angleškem jeziku; Ekologija;
- **Sredozemsko kmetijstvo:** Rastlinska biotehnologija; Molekularna diagnostika pri rastlinah; Osnove rastlinske pridelave v Sredozemlju.

Vsebine zgoraj navedenih predmetov so dostopne pri predstavitvi matičnega študijskega programa v rubriki Predmetnik.