

# Інститут інформаційно-комунікаційних технологій та електронної інженерії

*Освітня програма (спеціалізація):*

**Біотехнічні та медичні апарати і системи (інтернет речей)**

(код G22/0408)

*Спеціальність:*

**Біомедична інженерія**

(код G22)

*Галузь знань:*

**Інженерія, виробництво та будівництво**

(код G)

## **Перелік дисциплін для вступу на навчання за освітньою програмою підготовки магістр**

- **Бази даних в біомедичних інформаційно-комп'ютерних системах**
- **Біофізика**
- **Основи моделювання біотехнічних систем**
- **Основи проектування біомедичної апаратури**
- **Схемотехніка біомедичної апаратури**
- **Фізико-теоретичні основи конструювання та надійність біомедичних апаратів**

# Дисципліна: Бази даних в біомедичних інформаційно-комп'ютерних системах

---

## Розділ 1. Основи організації та проектування баз даних

§ 1. Збереження інформації у ЕОМ. Типи і структури даних: поняття даних та їх різновиди; вимоги до представлення даних та їх носіїв з погляду різних застосувань обчислювальної техніки; збереження даних у ЕОМ; основні типи даних, що зберігаються у ЕОМ; узагальнені моделі та структури даних. Файлові системи: поняття файлу з точки зору прикладної програми: структури файлів; іменування файлів; захист файлів; режим багатокористувацького доступу; області застосування файлів

§ 2. Основи концепції БД. Вимоги інформаційних систем та концепція БД: вимоги інформаційних систем до збереження даних; оцінка та недоліки файлових систем для реалізації інформаційних систем; поняття і концепція БД та СУБД; системи та середовище БД

§ 3. Функції та типова організація СУБД. Основні функції: безпосереднє управління даними у зовнішній пам'яті; управління буферами оперативної пам'яті; управління транзакціями; підтримка мов баз даних. Типова організація (архітектура) сучасної СУБД. Класифікація СУБД

§ 4. Інфологічне моделювання БД. Етапи проектування та моделювання БД та основні завдання, що розв'язуються на них. Проектування БД та моделювання. Моделі баз даних, що застосовуються на різних етапах проектування: користувачька, концептальна (інфологічна); модель реалізації. Інфологічна модель "сутність-зв'язок": призначення, основні елементи, представлення даних. Сутності, атрибути, зв'язки та їх характеристики. Правила атрибутів. Ключі. Побудова інфологічної моделі. Графічне представлення ER-моделі. Діаграма "сутність-зв'язок", або ER-діаграма. Нотації, що застосовуються під час побудови ER-діаграм (Чена, Мартіна, Баркера, IDEFIX)

## Розділ 2. Підходи до організації БД

§ 1. Моделювання даних в процесі створення баз даних. Дореляційні підходи до організації та дореляційні моделі БД. Ієрархічні моделі БД: структури, маніпулювання даними, цілісність.. Мережеві моделі БД: структури, маніпулювання даними, цілісність. Реляційна модель даних. Постреляційна та багатовимірні моделі. Об'єктно-орієнтована та об'єктно-реляційна моделі

§ 2. Основи реляційного підходу до організації БД. Основи реляційної моделі даних. Основні переваги та недоліки реляційного підходу. Базові поняття реляційного моделювання даних: тип даних; домен; відношення; кортежі; схема відношення, схема БД. Основні (фундаментальні) властивості відношень у реляційних БД. Транзитивне замикання відношень. Реляційна модель (організація бази) даних: загальна характеристика; цілісність сутностей та посилань

§ 3. Базисні засоби маніпулювання реляційними даними. Категорії та інтерфейси мов маніпулювання реляційними даними. Основи реляційної алгебри: основна концепція: загальна інтерпретація реляційних операцій. операції над кортежами і відношеннями; замкненість реляційної алгебри та операції перейменування. Основні операції реляційної алгебри з обробки відношень. Особливості теоретико-множинних операцій реляційної алгебри. Спеціальні реляційні операції: операція взяття проекції, операції об'єднання та ділення відношень. Основи реляційного числення: кортежні змінні та правильно побудовані формули; цільові списки та вирази реляційного числення; реляційне обчислення доменів

## Розділ 3. Основи проектування реляційних БД

§ 1. Проектування реляційних БД. Життєвий цикл БД. Універсальне відношення як основа реляційного представлення даних. Проектування реляційних БД із застосуванням нормалізації: вимоги до групування атрибутів, зменшення надлишковості; даних та усунення аномалій; апарат (процедура) нормалізації

§ 2. Процедури нормалізації у проектуванні БД. Теорія та різновиди нормальних форм. Функціональні залежності. Перша, друга, третя нормальні форми та приведення до них моделей БД. BCNF-нормальна форма Бойса-Кодда. Багатозначні залежності та четверта нормальна форма. Теорема Фейджина. Залежності зі з'єднання (сполучення, асоціації) та п'ята нормальна форма. Підтримка цілісності у реляційних БД. Алгоритм нормалізації та коректність процедури нормалізації

§ 3. Особливості реляційної моделі медичних БД. Модель даних EAV

## Розділ 4. Мова реляційних БД SQL

§ 1. QBE та SQL. Еволюція SQL Типи даних SQL

§ 2. Засоби визначення реляційної схеми. Мова визначення даних (DDL): оператори створення БД та індексів; управління правами доступу

§ 3. Засоби маніпулювання даними. Мова маніпулювання даними (DML): оператор вибірки даних; проста вибірка; вибірка з умовами; вибірка з кількох таблиць; запити з обчисленням; обчислення у межах Select; групування даних. Тривіальні та нетривіальні запити. Спеціальні оператори SQL

§ 4. Засоби маніпулювання даними. Запити SQL на модифікацію даних. забезпечення цілісності при виконанні операцій модифікації даних. Створення таблиць з обмеженнями. Зміна структури таблиць

## **Розділ 5. Управління БД**

§ 1. Управління транзакціями. Транзакції та її властивості. Порушення цілісності під час виконання транзакцій. Обмеження цілісності та їх класифікація (за реалізацією, за часом, за областю). Реалізація декларативних обмежень БД засобами SQL. Можливості SQL щодо задання декларативних обмежень. Синтаксис обмежень операторів SQL. Транзакції та паралелізм. Проблеми багатокористувачького доступу. Основні проблеми паралелізму. Робота транзакцій у суміші. Конфлікти між транзакціями. Способи розв'язання конфліктів між транзакціями

§ 2. Серіалізація транзакцій. Розв'язання проблем транзакцій за допомогою блокування. Синхронізаційні захвати: гранульовані захвати (навмисні блокування); предикативні захвати. Проблеми сумісності блокувань. Тупики, їх розпізнавання та руйнування. Метод часових міток. Двофазне блокування. Теорема Есварана про серіалізованість. Розв'язання проблем транзакцій за допомогою ізольованості користувачів. Засоби SQL управління транзакціями. Механізм виділення версій даних. Журналізація та буферизація

§ 3. Транзакції і відновлення даних. Види відновлення транзакцій: індивідуальний відкат; поновлення після м'якого та жорсткого збою. Фізична сумісність БД

## **Розділ 6. Бази даних і WEB. Перспективи розвитку баз даних**

§ 1. Транзакції і відновлення даних. Види відновлення транзакцій: індивідуальний відкат; поновлення після м'якого та жорсткого збою. Фізична сумісність БД

§ 2. Web-технології і бази даних. Бази даних на основі XML. Публікування баз даних в Інтернет. Робота з базами даних через мережу Інтернет. Інтернет-доступ до баз даних. WEB-інтерфейси

## **Розділ 7. Медичні бази даних**

§ 1. Поняття та класифікація медичних баз даних. Первинні і вторинні бази даних. Клінічні бази даних

§ 2. Бази даних медичних карт. Електронні медичні записи. Медичні інформаційні стандарти. Українські системи ЕМК

§ 3. Спеціалізовані медичні бази даних. Приклади

§ 4. Бази даних результатів клінічних досліджень. База даних клінічних досліджень ClinicalTrials. База даних клінічних досліджень Всесвітньої організації охорони здоров'я. Державний реєстр клінічних досліджень в Україні. Глобальна база даних клінічних досліджень. Корпоративні бази даних клінічних випробувань. Бази даних клінічних досліджень PhysioBank

§ 5. Бази даних доказової медицини (бібліографічні БД). Інформаційні ресурси доказової медицини. Бази даних систематизованих оглядів. Методики пошуку доказів. Сучасні стратегії пошуку доказових даних

§ 6. БД фізіологічних сигналів і медичних зображень. Бази даних фізіологічних сигналів PhysioBank. Бази даних медичних зображень. Платформи обміну медичними даними. Навчальні бази даних

## **Література**

1. Берко А.Ю. Системи баз даних та знань : Кн. 1. Організація баз даних та знань : навч. посіб. / А.Ю. Берко, О.М. Верес, В.В. Пасічник. – Львів : Магнолія-2006, 2008. – 456 с.
2. Гліненко Л.К. НМК «Основи моделювання біотехнічних систем» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vns.lpnu.ua/course/view.php?id=5464>
3. Collen M.F. Computer Medical Databases. – London Dordrecht Heidelberg New York: Springer, 2012. –

309 p.

4. *Elmasri R. Fundamentals of database systems / Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe. – 6th ed. p. cm. – N.Y.: Addison-Wesley, Pearson, 2010. – 1200 p.*

5. *Павлиш В.А. Основи інформаційних технологій і систем: навч. посіб. / В.А. Павлиш, Л.К. Гліненко. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2013. – 500 с.*

## **Дисципліна: Біофізика**

---

### **Розділ 1. Біомеханіка**

- § 1. Вступ. Моделювання біологічних об'єктів
- § 2. Біомеханічні моделі тканин організму людини
- § 3. Біофізика скорочувальних процесів
- § 4. Біомеханіка опорно-рухальної системи
- § 5. Біомеханіка дихання

### **Розділ 2. Механіка кровообігу людини**

- § 1. Реологічні та гемодинамічні характеристики крові
- § 2. Моделі кровообігу. Пульсова хвиля
- § 3. Перенесення речовини в капілярній та венозній мережі
- § 4. Енергетичні характеристики роботи серця. Фізичні основи вимірювання тиску крові

### **Розділ 3. Термодинаміка біологічних процесів**

- § 1. Основні поняття термодинаміки
- § 2. Організм як відкрита система. Теплообмін організму і середовища

### **Розділ 4. Електродинаміка біологічних процесів**

- § 1. Фізичні процеси в біологічних мембранах
- § 2. Біофізика нервового імпульсу

### **Розділ 5. Взаємодія біологічного об'єкта із зовнішніми чинниками**

- § 1. Біофізика механічної та акустичної дії на об'єкт
- § 2. Моделі електричних властивостей тканин та дія електричного струму на біооб'єкт
- § 3. Взаємодія біологічного об'єкта з електромагнітним полем та корпускулярним

випромінюванням

### **Література**

1. *Григор'єва Л.І. Основи біофізики і біомеханіки: навч. посіб. / Л.І. Григор'єва, Ю.А. Томілін. – Миколаїв: Вид-во МГДУ ім. Петра Могили, 2011. – 297 с.*

2. *Антонюк В.С. Біофізика і біомеханіка: підруч. / В.С. Антонюк, М.О. Бондаренко, В.А. Ващенко та ін. – К.: Політехніка, 2012. – 344 с.*

3. *Сторчун Є.В. Біофізичні та математичні основи інструментальних методів медичної діагностики: навч. посіб. / Є.В. Сторчун, Я.М. Матвійчук. – Львів: Растр-7, 2009.*

4. *Біофізичні основи інструментальної фізіотерапії / Є.В.Сторчун, Ю.М. Романишин, Л.П. Іванов. – Львів: Растр-7, 2014. – 318 с.*

### **Інформаційні ресурси**

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0>

<http://www.zgia.zp.ua/gazeta/BiofizPosibnik.pdf>

[http://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biofizyky/Biblioteka/Biofizyka\\_Kostyuk/kostuk%20biophysics.Pdf](http://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biofizyky/Biblioteka/Biofizyka_Kostyuk/kostuk%20biophysics.Pdf)

## **Дисципліна: Основи моделювання біотехнічних систем**

---

### **Розділ 1. Основи методології моделювання біотехнічних систем (БТС)**

§ 1. БТС як об'єкт моделювання. Поняття системи, технічної (ТС) та біотехнічної (БТС) системи. Поняття та характеристики систем. Складні системи та їх властивості. БТС та їх особливості. Функціональні характеристики БТС. Особливості живого організму як ланки БТС. Класифікація БТС

§ 2. Основні поняття та підходи до моделювання БТС. Моделі і оригінали. Модель як спрощене представлення системи. Сутність та загальні принципи моделювання систем. Вимога адекватності та інтерпретованості моделей

§ 3. Основи теорії побудови моделей. Основні етапи процесу моделювання: декомпозиція інформації про оригінал; виділення суттєвих фрагментів і зв'язків; кодування суттєвих фрагментів (опорної інформації) та зв'язків. Способи реалізації основних етапів побудови моделей. Вимога інтерпретованості моделі і квантифікація понять в процесі моделювання БТС за допомогою фізичних величин

§ 4. Представлення та способи дослідження моделей. Семантика і синтаксис моделей. Методи дослідження ТС під час побудови моделей (на емпіричному, теоретичному рівнях). Методи ідеалізації і формалізації та їх використання в процесі моделювання. Аксиоматичний метод

§ 5. Класифікація моделей (за синтаксисом і способом дослідження). Матеріальні та ідеальні моделі і їх різновиди. Натурне, фізичне і математичне матеріальне моделювання. Специфіка аналогового і функціонального моделювання. Види ідеальних моделей: наочні, символічні і математичні

§ 6. Метод поетапного моделювання БТС

## **Розділ 2. Математичне моделювання**

§ 1. Основи побудови математичних моделей. Способи представлення математичних моделей. Визначення математичної моделі і процесу математичного моделювання. Структурне і функціональне математичне моделювання БТС. Способи представлення властивостей ТС у функціональних математичних моделях: аналогові, алгоритмічні та імітаційні моделі. Особливості математичного моделювання детермінованих систем. Обсяг відображення параметрів оригінала у математичних моделях: повне, неповне і наближене моделювання

§ 2. Способи представлення об'єктів у математичних моделях. Форми запису математичних моделей. Лінійна і нелінійна форми запису та їх різновиди. Переваги і недоліки різних форм запису, їх застосування

§ 3. Класифікація та класифікаційні ознаки математичних моделей. Математичні моделі ТС на різних ієрархічних рівнях. Лінійні та нелінійні, стаціонарні та динамічні моделі. Особливості математичного апарату моделювання ТС на різних ієрархічних рівнях. Формально-логічні системи як різновид математичних моделей ТС

§ 4. Основні вимоги до математичних моделей: точність, адекватність, інтерпретованість, економічність, універсальність, економічність, коректність, подібність до оригіналу. Основні характеристики моделей: точність, економічність, адекватність, область адекватності. Допустима область адекватності моделі і способи її визначення

§ 5. Представлення математичних моделей у вигляді графів. Основні поняття теорії графів. Властивості та різновиди графів. Дерево графа. Побудова фундаментального і нормального дерева графа. Представлення заданої графом інформації у чисельній формі. Матриці інцидентів, суміжностей, контурів та перетинів (M-матриця) і правила їх побудови. Моделювання задач у вигляді графів. Побудова дерева з мінімальною сумарною вагою гілок. Алгоритм Крускала. Комп'ютерна підтримка побудови графічних моделей та їх розв'язання

§ 6. Розрахункові (математичні) моделі РЕЗ та їх класифікація. Структурні, функціональні, морфологічні, топологічні моделі РЕЗ. Використання графів для побудови математичних моделей РЕЗ. Перша і друга уніфіковані форми структурних моделей, їх порівняльна характеристика

§ 7. Еквівалентні схеми різноманітних фізичних підсистем БТС як різновид графів. Основні позначення, призначення і алгоритм побудови для різних підсистем. Гіраторні і трансформаторні зв'язки і їх відображення у еквівалентних схемах

§ 8. Особливості моделювання БТС. Ідентифікація ланок БТС. Види ідентифікації. Методи оцінки параметрів моделей ланок БТС. Метод простору станів

§ 9. Особливості моделювання процесів функціонування біологічних елементів БТС. Типові моделі: моделі, що характеризують режим течії матеріального потоку. Моделі фізичних та біофізичних процесів на основі типових ідеалізованих моделей

## **Розділ 3. Моделювання фізичних підсистем технічних складових БТС на макрорівні**

§ 1. Математична модель детермінованої системи на макрорівні. Моделювання фізичних підсистем технічних складових БТС на макрорівні на основі аналогій з процесами у електричних колах. Постановка задачі. Математична модель детермінованої системи як комбінація структурної і функціональної моделей. Компонентні і топологічні рівняння як основа для побудови математичних моделей детермінованих систем на макрорівні. Основні фізичні підсистеми і їх компонентні та топологічні рівняння. Аналогії між фазовими змінними для різних фізичних підсистем

§ 2. Методи отримання і форми топологічних рівнянь. Отримання топологічних рівнянь на основі М-матриці. Алгоритм побудови М-матриці підсистеми ТС і визначення конкретної форми топологічних рівнянь

§ 3. Методи побудови математичних моделей на макрорівні. Узагальнений метод формування математичних моделей ТС на макрорівні. Повна математична модель системи на макрорівні. Базис методу моделювання (вектор базових координат як вектор суттєвих фазових змінних). Базис узагальненого методу. Змінні стану. Набір рівнянь для отримання повної математичної моделі системи. Побудова матриці Якобі під час формування повної математичної моделі системи за узагальненим методом

§ 4. Модифікації узагальненого методу. Методи алгебраїзації рівнянь. Побудова математичної моделі системи за табличними методами. Базис табличних методів і застосовувані способи інтегрування. Метод вузлових потенціалів та модифікований вузловий метод. Метод змінних стану. Комп'ютерна підтримка моделювання систем на макрорівні програмами Microsoft Excel та MathCad

§ 5. Побудова математичних моделей ТС на мікрорівні. Математична модель ТС на мікрорівні. Представлення моделей на мікрорівні. Крайові задачі під час проектування ТС на мікрорівні. Граничні і початкові умови. Різновиди граничних умов. Наближені моделі ТС на мікрорівні

§ 6. Основні методи побудови математичних моделей ТС на мікрорівні. Метод інтегральних аналогів і методи сіток. Основні етапи побудови математичної моделі ТС за методом сіток. Метод кінцевих елементів. Алгоритм методу і особливості його використання. Розв'язання методом кінцевих елементів задачі моделювання теплового процесу з граничними умовами третього роду

§ 7. Методи чисельного інтегрування як основа методу кінцевих різниць. Метод Ейлера для задач з початковими умовами. Метод кінцевих різниць. Права та ліва різниці похідні. Шаблиони для визначення різницевої похідної у випадку двомірних процесів. Шаблон типу "квадрат" і типу "хрест". Алгоритм методу і особливості його використання

§ 8. Комп'ютерна підтримка моделювання систем на мікрорівні пакетом MathCad. Вимоги до крайових умов в граничних задачах

#### **Розділ 4. Статистичне моделювання БТС**

§ 1. Ідентифікація об'єктів моделі за допомогою кореляційного аналізу. Реальний процес як стохастична система. Кореляційні і причинно-наслідкові залежності параметрів. Основи кореляційного аналізу. Дослідження експериментальних залежностей як передумова проведення кореляційного аналізу

§ 2. Побудова кореляційних моделей. Розрахунок коефіцієнтів коваріації і кореляції, їх інтерпретація та статистична перевірка. Одномірна та багатомірна кореляція. Комп'ютерна підтримка кореляційного аналізу пакетом Excel

§ 3. Побудова регресійних моделей. Основи регресійного аналізу. Побудова поліноміальної регресійної моделі. Інструменти регресійного аналізу в пакетах Excel та MathCAD та їх інтерпретація. Отримання аналітичних виразів, в тому числі неполіноміальних, для опису експериментальних залежностей за допомогою опції Excel "рівняння лінії тренду". Регресійний аналіз. Перевірка дисперсій на однорідність. Перевірка значущості коефіцієнтів регресії. Перевірка регресійної моделі на адекватність та задовільну точність апроксимації. Перевірка ідентичності двох регресійних моделей

§ 4. Побудова регресійних моделей. Основи регресійного аналізу. Побудова поліноміальної регресійної моделі. Інструменти регресійного аналізу в пакетах Excel та MathCAD та їх інтерпретація. Отримання аналітичних виразів, в тому числі неполіноміальних, для опису експериментальних залежностей за допомогою опції Excel "рівняння лінії тренду". Регресійний аналіз. Перевірка дисперсій на однорідність. Перевірка значущості коефіцієнтів регресії. Перевірка регресійної моделі на адекватність та задовільну точність апроксимації. Перевірка ідентичності двох регресійних моделей

§ 5. Основи планування експерименту. Моделювання БТС за результатами активного багатofакторного експерименту

#### **Розділ 5. Моделювання БТС за допомогою теорії подібності**

§ 1. Умова подібності моделі та оригінала та способи її дотримання під час моделювання ТС. Основи теорії подібності. Поняття подібності. Проста геометрична і афінна подібність. Подібність фізичних процесів. Види подібності. Абсолютна і практична, математична і фізична подібності.

Правило Фур'є. Критерії подібності і їх використання в процесі моделювання ТС. Визначення критеріїв подібності за правилом інтегральних аналогів

§ 2. Основні теореми теорії подібності. Необхідні і достатні умови подібності

§ 3. Визначення критеріїв подібності за відомими математичними описами ТС (за допомогою першої теореми подібності). Алгоритм визначення критеріїв подібності для процесів і ТС, що описуються рівняннями з однорідними і неоднорідними функціями. Індикатори подібності. Перетворення критеріїв подібності і критеріальний опис подібних процесів

§ 4. Побудова математичних моделей на основі теорії розмірності. Основи теорії розмірності. Одиниці і системи вимірювання. Основні і похідні, залежні і незалежні параметри в теорії розмірності. Аналіз розмірності і правило Фур'є. Побудова математичних моделей методом аналізу розмірностей

§ 5. Основна теорема теорії розмірності (пі-теорема Букінгема) і наслідки з неї. Матриці розмірності та їх побудова. Алгоритм побудови математичної моделі на основі 1-го і 2-го наслідків теореми Букінгема

§ 6. Використання пі-теореми для визначення критеріїв подібності для тих випадків, коли математичний опис системи невідомий. Використання третьої теореми подібності під час моделювання ТС. Автомодельність. Умови автоматичності ТС. Подібність складних систем. Комп'ютерна підтримка знаходження критеріального опису математичних моделей ТС

## **Розділ 6. Моделювання біологічних складових БТС**

§ 1. Системний підхід до вивчення біологічних об'єктів та систем. Розгляд організму з позицій системного аналізу. Особливості моделювання біологічних систем

§ 2. Управління в біологічних системах. Системні аспекти управління. Типи регульованих процесів. Гомеостаз, гомеокінез і саморегуляція. Принципи організації управління в біологічних системах. Зворотні зв'язки в біологічних системах

§ 3. Управління в організмі людини. Класифікація керуючих систем організму людини. Класифікація керуючих підсистем організму людини. Організація і властивості елементарних керуючих одиниць. Організація та властивості функціональних ансамблів. Взаємодія між функціональними ансамблями. Саморегулювання фізіологічних функцій

§ 4. Підходи до моделювання біологічних об'єктів як ланок БТС. Моделювання організму з позицій теорії функціональних систем. Структура і принципи організації функціональних систем (ФС). Управління і взаємодія ФС

§ 5. Компартментне моделювання біологічних підсистем БТС. Поняття компартменту і компартментної моделі. Різновиди компартментних моделей. Компартментне моделювання на основі опису в просторі станів

## **Розділ 7. Моделювання фізіологічних систем організму людини**

§ 1. Системний підхід до вивчення фізіологічних систем організму людини. Фізіологічна система організму людини як об'єкт моделювання. Поняття гомеостазу і гомеокінезу. Часові та просторові рамки діяльності організму. Моделювання організму як єдиного цілого. Інформація, що враховується під час моделювання фізіологічних систем. Інструменти моделювання фізіологічних систем. Комп'ютерне моделювання фізіологічних систем

§ 2. Моделювання ізольованих фізіологічних систем організму людини. Принципи моделювання ізольованих фізіологічних систем. Принципи автоматизованого управління зі зворотним зв'язком. Подібність принципів автоматичного управління в біологічних і технічних системах. Моделювання ізольованих фізіологічних систем як систем стабілізації

§ 3. Економічний підхід до аналізу систем організму. Попит і пропозиція

§ 4. Моделювання фізіологічних систем та процесів у вигляді структурних схем систем автоматичного управління. Кібернетичний підхід до моделювання фізіологічних систем. Передача сигналів у фізіологічних системах. Структурні схеми фізіологічних систем. Коефіцієнт передачі ланки, блока чи системи в сталому режимі

§ 5. Якісне дослідження простих моделей біологічних процесів. Якісне дослідження ЗДР першого порядку. Елементи якісної теорії динамічних систем другого порядку

## **Розділ 8. Моделювання окремих фізіологічних систем організму людини**

§ 1. Математичне моделювання окремих ізольованих фізіологічних систем організму людини. Моделювання кровообігу. Моделі гемодинаміки судинного русла. Моделі прямої аналогії. Гемодинамічна модель Франка. Моделі у вигляді послідовно з'єднаних резервуарів. Моделі, що

враховують інерційність крові. Моделі у вигляді LRC контурів. Гідродинамічна модель руху крові по кровоносному руслу

§ 2. Моделювання серця і серцево-судинної системи. Традиційні моделі. Моделі на основі закону Старлінга. Моделі на основі рівняння Хілла. Моделі електричної активності серця. Сучасні одномірні гемодинамічні моделі серцево-судинної системи. Комп'ютерне моделювання серцево-судинної системи

§ 3. Моделювання системи дихання. Альвеолярна вентиляція. Математичне моделювання системи зовнішнього дихання. Модель Гродінза. Моделювання регулятора дихання

§ 4. Моделювання мовного апарату. Акустичне моделювання мовного апарату. Еквівалентна електрична схема мовного апарату

§ 5. Моделювання слухового апарату. Моделі зовнішнього і середнього вуха. Моделі завитки

§ 6. Структурне комп'ютерне моделювання фізіологічних систем. Система NI Multisim. Моделювання процесу утворення та регуляції білих клітин крові в організмі людини. Моделювання серцево-судинної системи людини. Моделювання системи регуляції вмісту CO<sub>2</sub> у крові людини. Моделювання системи газообміну в організмі людини

### **Розділ 9. Моделювання зв'язаних фізіологічних систем**

§ 1. Специфіка та підходи до моделювання зв'язаних фізіологічних систем. Моделювання зв'язаних фізіологічних систем як систем з нав'язаною рівновагою. Моделювання зв'язаних фізіологічних систем як єдиного цілого, тобто як системи з вільною рівновагою

§ 2. Приклади моделей зв'язаних фізіологічних систем. Модель Ф. Гродінза і Дж. Джеймса. Модель Х.Р. Уорнера. Модель Тофама-Уорнера. Модель У.Д. Пікерінга, П.Н. Никіфорука і Д.Е. Меррімана. Модель гомеостатичного комплексу Л.А. Дартау і Б.В. Петровського

### **Література**

1. *Гліненко Л.К.* Основи моделювання технічних систем: навч. посіб. для студентів вузів техн. спеціальностей / Л.К. Гліненко, О.Г. Сухоносів. – Львів: Ніка-ПЛЮС, 1999. – 204 с.
2. *Гліненко Л.К.* НМК «Основи моделювання біотехнічних систем» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vns.lpnu.ua/course/view.php?id=5464>
3. *Khoo M.C.K.* Mathematical Modeling. In: Khoo M.C.K. Physiological Control Systems. AnaLysis, Simulation and Estimation. – John Wiley & Son, Inc., 2015. – P. 23-37.
4. *Khoo M.C.K.* Identification of Physiological Control Systems. In: Khoo M.C.K. Physiological Control Systems. AnaLysis, Simulation and Estimation. – John Wiley & Son, Inc., 2015. – P. 159-202.
5. *Enderle J.* Compartmental Modeling / J. Enderle, J. Bronzino. In Enderle J. Introduction to Biomedical Engineering / J. Enderle, J. Bronzino. – Elsevier Inc., 2012. – P. 360-445.
6. *Enderle J.* Physiological Modeling / J. Enderle. In Enderle J. Introduction to Biomedical Engineering / J. Enderle, J. Bronzino. – Elsevier Inc., 2012. – P. 693-798.
7. *Khoo M.C.K.* Mathematical Modeling. In: Khoo M.C.K. Physiological Control Systems. Optimization in Physiological Control. – John Wiley & Son, Inc., 2015. – P. 203-238.
8. *Павлиш В.А.* Основи інформаційних технологій і систем: навч. посіб. / В.А. Павлиш, Л.К. Гліненко. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2013. – 500 с.

## **Дисципліна: Основи проектування біомедичної апаратури**

### **Розділ 1. Загальні відомості про системи автоматизованого проектування біомедичної апаратури**

- § 1. Опис радіоелектронних біомедичних апаратів. Суть і етапи проектування БМА
- § 2. Застосування ПК для автоматизації проектування. Склад і принципи побудови САПР
- § 3. Технічне забезпечення САПР
- § 4. Лінгвістичне і програмне забезпечення САПР

### **Розділ 2. Математичне моделювання конструкцій біомедичної апаратури**

- § 1. Загальна характеристика задачі автоматизації конструкторського проектування БМА
- § 2. Математичні моделі монтажно-комутаційного простору
- § 3. Математичні моделі конструкції БМА
- § 4. Алгоритми компонування конструкційних модулів

### **Розділ 3. Типові задачі конструкторського проектування біомедичної апаратури та**



## алгоритми їхнього розв'язку

- § 1. Алгоритми розміщення конструкційних модулів
- § 2. Алгоритми трасування провідних з'єднань
- § 3. Алгоритми трасування друкованого монтажу

## Розділ 4. Пакети програм автоматизованого проектування біомедичної апаратури

- § 1. Пакети програм автоматизованого проектування БМА

### Література

1. *Конструювання* електронно-обчислювальної апаратури на основі поверхневого монтажу: навч. посіб. / А.О. Грачов, Ю.Г. Лега, А.А. Мельник, Л.І. Панов. – К.: Кондор, 2005. – 384 с.
2. *Конструювання* електронних засобів. Механічні структури : довідник / А.А. Єфіменко, В.В. Сімонов. – О. : Політехперіодика, 2009. – 548 с.

## Дисципліна: Схемотехніка біомедичної апаратури

---

### Розділ 1. Сигнали БІ та аналогова схемотехніка

- § 1. Вступ в схемотехніку біомедичної інженерії (БМІ). Вимоги та тенденції розвитку схемотехніки БМІ. Типи сигналів: аналогові, дискретні, кодові, цифрові. Основні розділи схемотехніки: аналогові та цифрові схеми, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі, інтерфейси, системи на кристалі. SPICE моделі сигнальних перетворювачів
- § 2. Елементарні транзисторні схеми: зі спільною базою (спільним затвором), зі спільним емітером (спільним витоком), спільним колектором (спільним стоком)
- § 3. Струмові «дзеркала». Струмове «дзеркало» Уілстона. Диференціальний каскад. Каскади зсуву потенціалу сигналу, каскади двотактного підсилення на комплементарних та однотипних транзисторах
- § 4. Операційні підсилювачі (ОП). Типи ОП: загального призначення, rail-to-rail, прецизійні, швидкодіючі, мікропотужні, потужні та високовольтні ОП. Базові типи підсилювачів
- § 5. Диференційні підсилювачі. Підсилювачі з цифровим та аналоговим керуванням. Підсилювачі з компенсацією напруги зміщення. Сигнальні перетворювачі імпедансного типу
- § 6. Формувачі опорної напруги та стабілізатори живлення. Схемотехніка стабілізації напруг та струмів на принципі забороненої зони (band gap reference). Схеми захисту від перенавантажень. Інтегральні схеми джерел опорної напруги та стабілізаторів

### Розділ 2. Системи числення та цифрова схемотехніка

- § 1. Системи числення. Відображення інформації у цифровій техніці. Основи бульової алгебри. Типові коди цифрової техніки. Перетворення числової інформації
- § 2. Визначення та назви логічних функцій. Форми зображення логічних функцій. Кон'юнктивний та диз'юнктивний терми. Діаграми Венна. Карти (таблиці) Карно. Мінімізація логічних функцій. Метод безпосередніх перетворень. Метод таблиць Карно
- § 3. Базові логічні елементи. Характеристики та різновиди цифрових мікросхем. Схемний синтез логічної функції. Генератори імпульсних сигналів
- § 4. Комбінаційні пристрої. Шифратори. Дешифратори. Перетворювачі кодів. Мультиплексори. Демультіплексори. Сигнальні комутатори. Арифметичні пристрої. Комбінаційні суматори. Накопичувальні суматори. Визначення та класифікація арифметично-логічних пристроїв (АЛП). Структура АЛП
- § 5. Тригер – двостановий запам'ятовувач інформації. Загальна структура та сигнали тригерних схем. Класифікація тригерів. RS тригери. D тригери. MS та JK тригери. T тригери. Тригери двотактної дії. Регістри. Лічильники. Лічильники з послідовним переносом та паралельним переносом. Реверсивні та кільцеві лічильники

### Розділ 3. Пам'ять, інтерфейси та спеціалізовані сигнальні перетворювачі

- § 1. Інтегральні пристрої пам'яті. Класифікація та параметри. Статичні запам'ятовувачі ВІС ОЗП. Динамічні запам'ятовувачі ВІС ОЗП. Структурно-схемні рішення ВІС ОЗП. Постійні запам'ятовувальні пристрої. Класифікація. Структура та принцип побудови ПЗП. Програмовані логічні матриці. Flash пам'ять. Цифрові інтерфейси. Інтерфейси з гальванічним розділенням
- § 2. Взаємні перетворення цифрового та аналогового сигналів. Принцип ЦА-перетворення. Параметри ЦАП. Принципи АЦ-перетворення. Параметри АЦП. ЦАП на двійково-зважених

резисторах. ЦАП на основі матриці резисторів R-2R. Перемножувальний ЦАП. АЦП послідовного наближення. АЦП паралельного кодування. АЦП подвійного інтегрування. Сигма-дельта АЦП. Конвеєрні АЦП. Перетворювачі типу «ємність-цифра». Мікроконвертери

§ 3. Концепція систем на кристалі (СНК). Методи розроблення та характеристика СНК. Основні підходи проектування СНК. Програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС). ПЛІС компаній Xilinx, Actel, Altera. Програмовані СНК компанії Cypress

§ 4. Спеціалізовані сигнальні перетворювачі. Логарифмічні перетворювачі. Аналогові перемножувачі. Детектори та вимірювальні випрямлячі. Аналогові комутатори. Схеми на перемикальних конденсаторах. Частотні перетворювачі. Диференціювальні та інтегрувальні перетворювачі. Фільтри. Активні фільтри

### Література

1. *Мікросхемотехніка*: підруч. / І.І. Гельжинський, Р.Л. Голяка, З.Ю. Готра, Т.А. Марусенкова; за ред. З.Ю. Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2015. – 492 с.
2. *Схемотехніка* електронних систем: підруч. для студ. техн. спец. вищ. навч. закл. : [ у 3 кн.]. Кн. 2.: Цифрова схемотехніка / В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков.– 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 423 с.
3. *Колонтаєвський Ю.П.* Електроніка і мікросхемотехніка: підруч. / Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков; за ред. А.Г. Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416 с.
4. *Вісьтак М.* Завадостійкі сигнальні перетворювачі оптичних сенсорних пристроїв / М. Вісьтак, Р. Голяка, З. Микитюк. – Львів: Ліга-Прес, 2015. – 152 с.
5. *Структури* та параметри мікроелектронних гальваноманітних сенсорів магнітного поля / І.А. Большакова, І.М. Годинюк, Р.Л.Голяка та ін.; за ред. З.Ю. Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2013. – 414 с.
6. *Мікроелектронні* сигнальні перетворювачі теплових сенсорів потоку / З.Ю. Готра, С.В. Павлов, Р.Л. Голяка та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 240 с.
7. *Бабич М.П.* Комп'ютерна схемотехніка: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М.П. Бабич, І.А. Жуков. – К.: МК-Прес, 2004. – 412 с.

## Дисципліна: Фізико-теоретичні основи конструювання та надійність біомедичних апаратів

---

### Розділ 1. Конструкція радіоелектронних засобів і методологія конструювання

§ 1. Вивчення терміну «конструкція» та її особливості стосовно електронних засобів (ЕЗ). Ієрархічна структура ЕЗ з точки зору функціональної, технологічної та конструктивної складності. Основні протиріччя побудови і розвитку конструкцій електронних засобів

§ 2. Фізичні процеси, які протікають під час функціонування ЕЗ й їх взаємодії з навколишньою інфраструктурою – об'єктами розміщення і навколишнім середовищем. Умови експлуатації конструкцій: кліматичні, механічні. Вплив об'єктів розміщення ЕЗ на конструкцію

§ 3. Конструкція як складна система. Визначення і властивості складної системи. Елементи теорії складних систем

### Розділ 2. Моделювання процесів перенесення тепла в конструкціях ЕЗ

§ 1. Внутрішні джерела тепла в конструкціях і зовнішні температурні впливи. Поняття про тепловий режим ЕЗ. Механізми перенесення теплової енергії в конструкціях

§ 2. Теплопровідність. Температурне поле. Градієнт температури. Закон Фур'є. Диференціальні рівняння теплопровідності, умови однозначності. Методи розв'язку рівнянь теплопровідності

§ 3. Одномірні задачі теплопровідності. Передавання тепла через плоскі, циліндричні та сферичні стінки, стержні постійного поперечного перерізу

§ 4. Дво- і тримірні задачі теплопровідності для тіл різної конфігурації за однорідних граничних умов. Нестационарні задачі теплопровідності

§ 5. Конвективні процеси перенесення тепла. Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнти тепловіддачі для необмеженого середовища у разі вільної та вимушеної конвекції. Коефіцієнти тепловіддачі в обмежених середовищах

§ 6. Передавання тепла випромінюванням. Основні закони теплового випромінювання. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі. Сумісний процес передавання тепла конвекцією і випромінюванням. Електротеплова аналогія

### Розділ 3. Моделювання теплового режиму електронного апарата

#### **Розділ 4. Моделювання процесів вологого перенесення в конструкціях ЕЗ**

§ 1. Атмосферна вологість й її вплив на конструкції ЕЗ. Абсолютна і відносна вологість. Поглинання води матеріалами. Механізм сорбції. Термовологопровідність

§ 2. Масообмін у двокомпонентних середовищах. Дифузійний масообмін, закон Фіка. Диференційні рівняння тепло- і масообміну під час конденсації пари з парогазової суміші. Тепло- і масообмін під час випаровування рідини в парогазове середовище

#### **Розділ 5. Моделювання механічних характеристик конструкцій ЕЗ**

§ 1. Види механічних впливів на електронні засоби. Моделювання і аналіз періодичних вібрацій, вібрацій із змінними параметрами, випадкових вібрацій. Моделювання і аналіз ударних навантажень

§ 2. Конструкція ЕЗ як складна коливна система. Коливна система з одним ступенем свободи, власна частота коливань, коефіцієнт динамічності під час вимушених коливань. Коливна система з шістьма ступенями свободи. Залежні та незалежні види коливань системи

§ 3. Моделювання і аналіз стійкості конструкцій ЕЗ до дії вібрацій та ударних навантажень. Розрахунок власної частоти коливань конструктивних елементів

#### **Розділ 6. Визначення показників надійності біомедичних апаратів**

### **Література**

1. Фізико-теоретичні основи проектування радіоелектронної апаратури: навч. посібник / В.Н.Губар, І.О. Адаменко.– К: КПІ, 2020 – 221 с.
2. Ольшевський В.В. Конструювання електронних засобів. – К: КНУ, 2014 – 197 с.
3. Мосьпан Д.В. Фізико-теоретичні основи конструювання електронної апаратури. – Кременчук: Кременчуцька міська типографія, 2009 – 240 с.
4. Гель П.П. Конструювання та мікромініатюризація радіоелектронної апаратури. – Харків: Наукова думка, 2009 – 384 с.
5. Фрумкін Г.Д. Розрахунок та конструювання радіоапаратури. – 5-те вид. –К.: Вища школа, 2006 – 463 с.

#### **Інформаційні ресурси**

<http://kost.in.ua/files/000439.pdf>

<http://rex.knu.ua/docs/rt/07.pdf>