

Міністерство освіти і науки України  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича

# Сучасні методи та алгоритми комп'ютерного моделювання

*Завдання до лабораторних робіт*

Чернівці  
Чернівецький національний університет  
2016

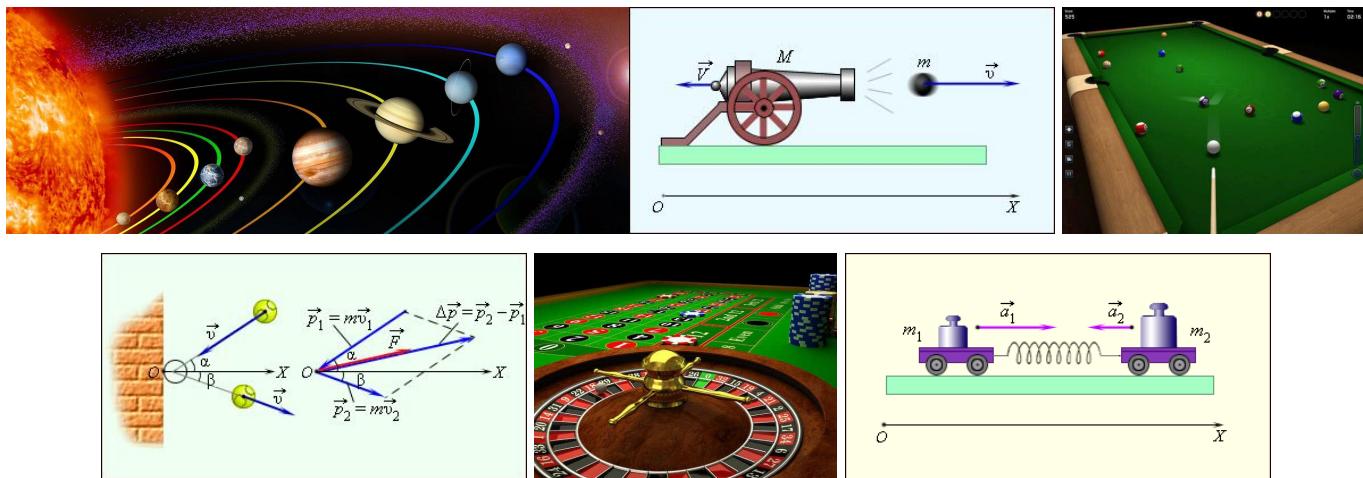
## Зміст

- Л.р. № 1. Комп'ютерне моделювання динаміки руху елементарних об'єктів
- Л.р. № 2. Комп'ютерне моделювання динамічних інженерно-технічних об'єктів
- Л.р. № 3. Комп'ютерне моделювання електронних схем
- Л.р. № 4. Комп'ютерне моделювання процесів теплообміну, масопереносу та хімічних реакцій
- Л.р. № 5. Комп'ютерне моделювання навантажень, деформацій та розривів
- Л.р. № 6. Комп'ютерне моделювання молекулярних та нанорозмірних структур
- Л.р. № 7. Комп'ютерне моделювання біологічних процесів та систем
- Л.р. № 8. Комп'ютерне моделювання екологічних, економічних та соціальних процесів
- Л.р. № 9. Комп'ютерне моделювання систем масового обслуговування
- Л.р. № 10. Комп'ютерне моделювання ігрових стратегій

Перелік інформаційних джерел.

## Лабораторна робота № 1

### Комп'ютерне моделювання динаміки руху елементарних об'єктів



#### Порядок роботи:

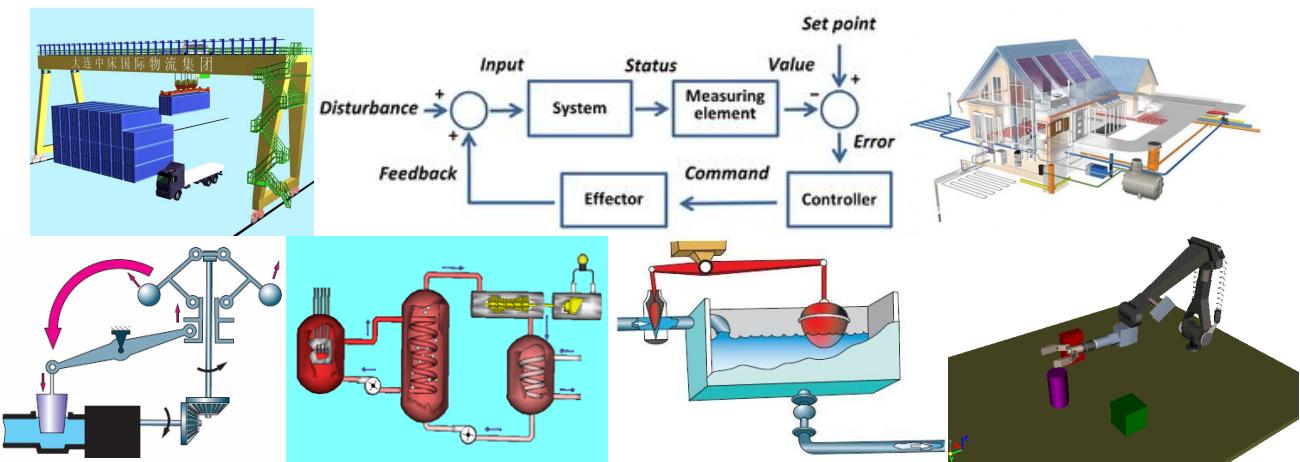
1. Ознайомтеся із сучасними засобами математичного та комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі динаміки руху елементарних об'єктів. Зокрема такі як: MathCAD, MatLab, Mathematica, Maple тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі динаміки руху елементарних об'єктів. Зокрема такі як: чисельний розв'язок алгебраїчних та диференційних рівнянь, чисельне інтегрування та диференціювання. Також ознайомтеся із загальними підходами та особливостями імітаційного комп'ютерного моделювання.
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту, виведення результатів як у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки, так і у вигляді часових залежностей відповідних параметрів (координат, швидкості тощо).
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.

#### Варіанти завдань:

1. Коливання маятника.
2. Обертання штучного супутника навколо Землі.
3. Політ артилерійського снаряду.
4. Більярд Сінай.
5. Гра у вертикальний елементарний пінбол.
6. Гра у елементарний двомірний теніс.
7. Стрибки м'ячика, кинутого горизонтально.
8. Гра у елементарну рулетку.
9. Обертальна частина доцентрового регулятора Уатта.
10. Рух кульки по поверхні, форма якої задана деякою функцією.
11. Ваш власний варіант...(наприклад, елементарні моделі деяких атракціонів типу «американські гірки», каруселі, гойдалки, катапульти, «вільне падіння» тощо)

## Лабораторна робота № 2

### Комп'ютерне моделювання динамічних інженерно-технічних об'єктів



#### Порядок роботи:

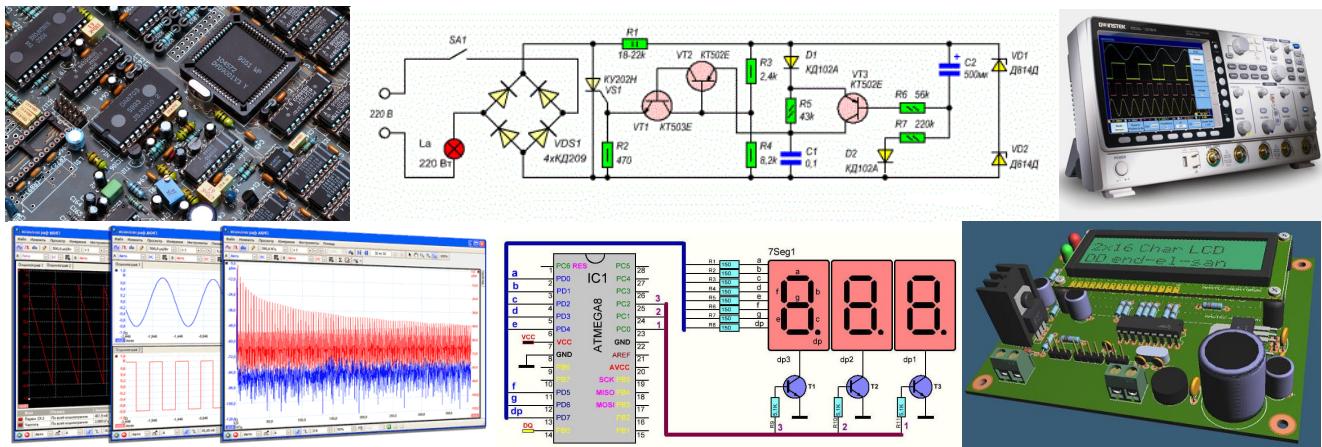
1. Ознайомтеся із сучасними засобами математичного та комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі динамічних інженерно-технічних об'єктів. Зокрема такими як: Simulink, Model Vision Studium, SmartSketch, T-FLEX, Universal Mechanism, V-REP тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі динамічних інженерно-технічних об'єктів. Зокрема такими як: чисельний розв'язок алгебраїчних та диференційних рівнянь, чисельне інтегрування та диференціювання. Також ознайомтеся із елементами теорії систем автоматичного управління (САУ).
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. **У всіх моделях необхідно враховувати інерційність хоча би однієї складової системи, а отже і необхідність побудови деякої підсистеми регуляції відповідного параметра.** При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту, виведення результатів як у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки, так і у вигляді часових залежностей відповідних регульованих параметрів (координат, швидкості, температури, рівня, тиску тощо).
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.
5. Побудуйте блок-схему системи регуляції, що реалізовано у вашому варіанті завдання та дослідіть проблему стійкості системи регуляції.

#### Варіанти завдань:

1. Система регуляції частоти обертів електродвигуна.
2. Реактор атомної електростанції.
3. Регулятор рівня рідини.
4. Регулятор швидкості потоку рідини.
5. Робот-манипулятор.
6. Підйомний кран.
7. Ковшовий екскаватор.
8. Система регуляції температури в приміщенні.
9. Робот-павук.
10. Векторний графопобудовник (плотер).
11. Ваш власний варіант...(наприклад, моделі систем автоматизованого управління (САУ), двигунів, елементарних машин та механізмів із врахуванням інерційності складових)

### Лабораторна робота № 3

#### Комп'ютерне моделювання електронних схем



#### Порядок роботи:

1. Ознайомтеся із сучасними засобами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі електронних схем. Зокрема такими як: Electronics WorkBench, Multisim, Proteus VSM, Micro-Cap, CircuitMaker, Logisim тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі аналогових електронних схем. Зокрема такими як: чисельний розв'язок систем алгебраїчних та диференційних рівнянь, чисельне інтегрування та диференціювання. Також ознайомтеся із особливостями комп'ютерного моделювання цифрових електронних схем.
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту, виведення результатів як у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки, так і у вигляді часових залежностей відповідних параметрів (напруги або струму).
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.
5. Реалізуйте комп'ютерну модель обраної вами цифрової схеми у вигляді окремого компонента системи схемотехнічного моделювання Proteus VSM.

#### Варіанти завдань:

##### Аналогові схеми

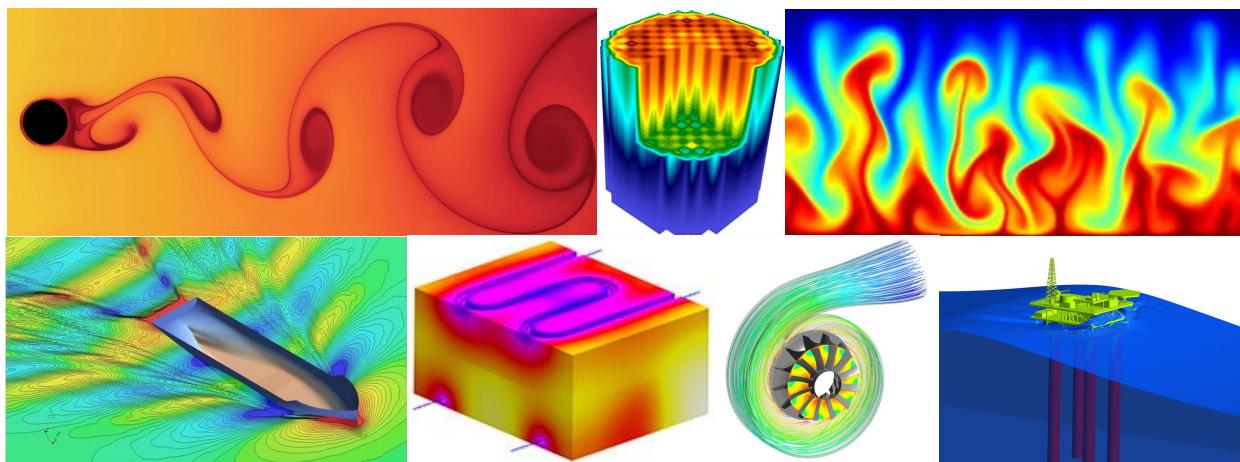
1. Генератор коливань прямокутної форми.
2. Підсилювач сигналів.
3. Схема додавання аналогових сигналів.
4. Випрямляч змінного струму.
5. Стабілізатор напруги.
6. Підсилювач різниці сигналів.
7. Схема диференціювання / інтегрування.
8. Аналогово-цифровий перетворювач.
9. Цифро-аналоговий перетворювач.
10. Генератор гармонійних коливань.
11. Ваш власний варіант...

##### Цифрові схеми

1. Схема перетворення BIN  $\leftrightarrow$  BCD.
2. Схема множення / ділення цілих чисел.
3. Цифровий електронний годинник.
4. Схема додавання BCD чисел.
5. Схема керування світлофором.
6. Схема керування матричним індикатором.
7. Схема керування LCD-дисплеєм.
8. Схема опитування матричної клавіатури.
9. Схема запам'ятовуючого пристрою.
10. Елементарна схема мікропроцесора.
11. Ваш власний варіант...

## Лабораторна робота № 4

### Комп'ютерне моделювання процесів теплообміну, масопереносу та хімічних реакцій



#### Порядок роботи:

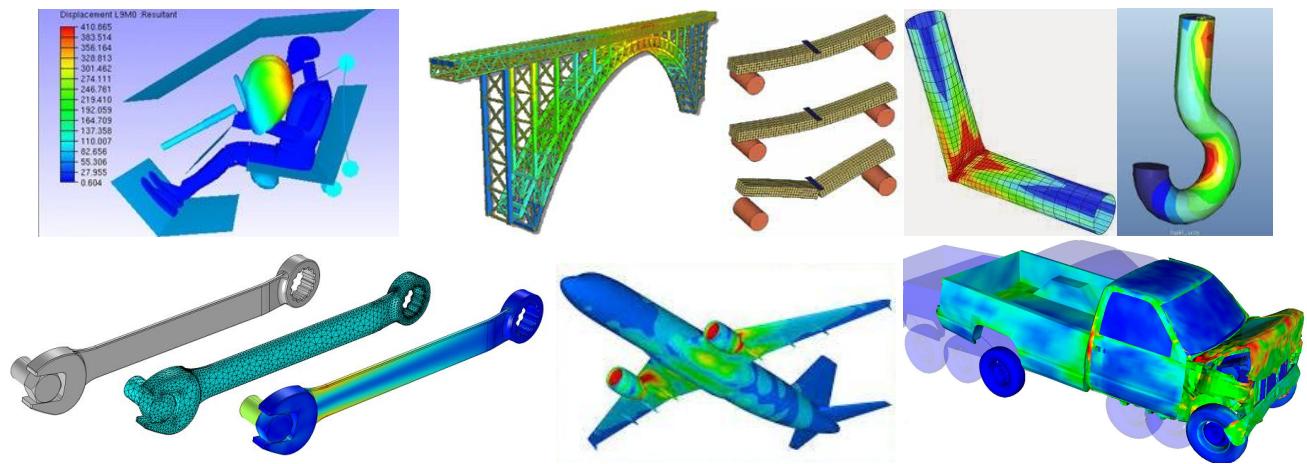
1. Ознайомтеся із сучасними засобами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі процесів теплообміну, масопереносу та хімічних реакцій. Зокрема такими як: ANSYS, COMSOL, SigmaFlow, FlowVision, PyroSim, ReactionKineticsLive тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі процесів теплообміну, масопереносу та хімічних реакцій. Зокрема такими як: чисельний розв'язок диференційних рівнянь, метод клітинних автоматів, метод згладжених частинок (SPH – Smoothed Particle Hydrodynamics) та інші методи обчислювальної гідродинаміки (CFD – Computational Fluid Dynamics).
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту, виведення результатів як у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки, так і у вигляді часових залежностей відповідних параметрів (температури, концентрації речовини, векторного поля швидкості, тиску тощо).
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.

#### Варіанти завдань:

1. Плавлення / кристалізація матеріалу.
2. Палання свічки.
3. Хвиля цунамі.
4. Теплообмінний процес у холодильнику.
5. Розчинення солі у воді.
6. Турбулентна течія рідини / газу.
7. Руйнування дамби.
8. Автоколивальні хімічні реакції.
9. Явище осмосу.
10. Роторний / мембраний насос.
11. Ваш власний варіант ...

## Лабораторна робота № 5

### Комп'ютерне моделювання навантажень, деформацій та розривів



#### Порядок роботи:

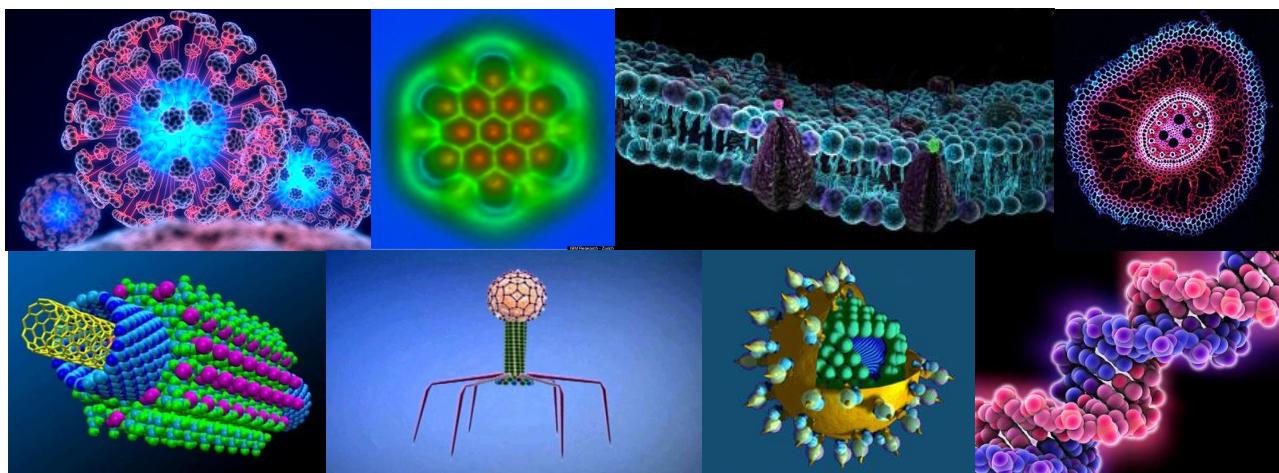
1. Ознайомтеся із сучасними засобами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі навантажень, деформацій та розривів різного роду об'єктів. Зокрема такими як: LISA/FEA, SolidWorks, APM FEM, ProCAST тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі навантажень, деформацій та розривів різного роду об'єктів. Зокрема такими як: чисельний розв'язок диференційних рівнянь, метод рухомих кілтинних автоматів, метод скінчених елементів, методи чисельного розв'язку варіаційних задач тощо.
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту та виведення результатів у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки.
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.

#### Варіанти завдань:

1. Розрив балону під дією внутрішнього тиску.
2. Розподіл навантаження в елементарній моделі мосту / вантажного крана.
3. Пружна (зворотна) деформація гумового колеса.
4. Розрив фрагменту кристалічної речовини.
5. Пластична (незворотна) деформація шматка пластиліну.
6. Руйнування скла від удару.
7. Розрахунок напружень застиглого виробу у ливарній формі.
8. Розрахунок центру тяжіння складного інженерного об'єкта.
9. Пробивання броні кумулятивним снарядом.
10. Розрахунок форми горизонтально підвішеного ланцюга, неоднорідного за вагою складових.
11. Ваш власний варіант ...

## **Лабораторна робота № 6**

### **Комп'ютерне моделювання молекулярних та нанорозмірних структур**



#### Порядок роботи:

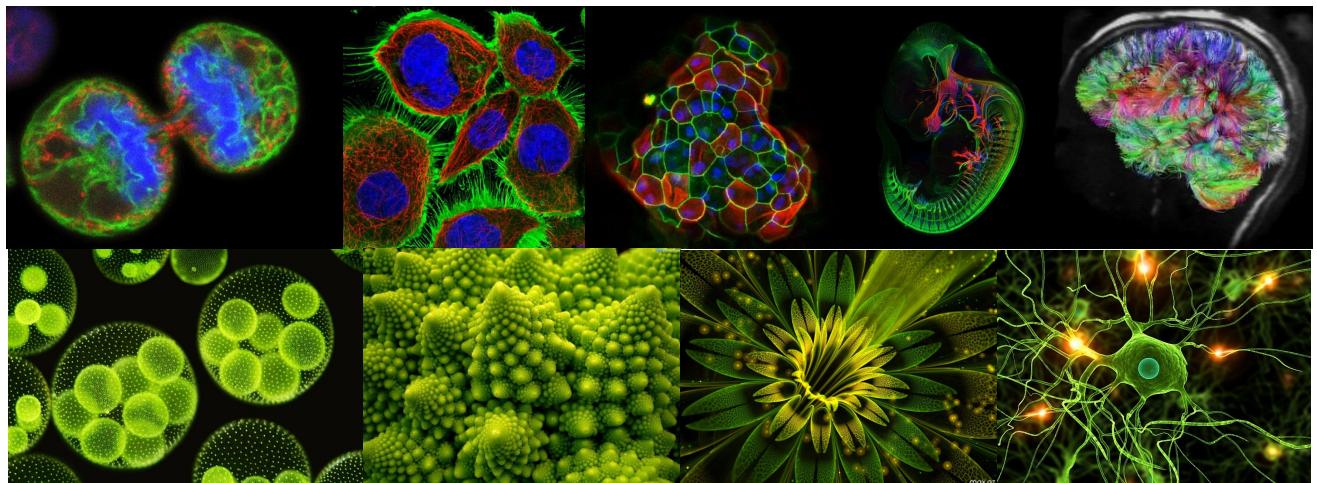
1. Ознайомтеся із сучасними засобами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі молекулярних та нанорозмірних структур. Зокрема такими як: HyperChem, NanoXplorer, Chem 3D, BilayerGUI, RasMol, VMD, 3DPL, FlexX, AutoDock, CLC Drug Discovery Workbench тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі молекулярних та нанорозмірних структур. Зокрема такими як: метод рухомих клітинних автоматів, метод молекулярної динаміки тощо.
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту та виведення результатів у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки.
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.

#### Варіанти завдань:

1. Модель вуглецевої нанотрубки або іншої довільної наноструктури.
2. Фрагмент молекули ДНК або іншої довільної органічної молекули.
3. Фрагмент кристалу алмазу (графіту) або іншої довільної кристалічної структури.
4. Молекулярний докінг (ліганд-рецепторна взаємодія).
5. Ліпідний бішар (модель мембрани клітин).
6. Модель наноробота (нанодвигуна, наноасемблера тощо).
7. Спрощена модель елементарного віrusу (бактеріофага, бактерії тощо).
8. Спрощена модель джгутика або війка одноклітинних організмів.
9. Модель молекулярних реакцій та перетворень.
10. Моделювання процесів структуроутворення білкових молекул.
11. Ваш власний варіант ...

## **Лабораторна робота № 7**

### **Комп'ютерне моделювання біологічних процесів та систем**



#### Порядок роботи:

1. Ознайомтеся із сучасними засобами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі біологічних процесів та систем. Зокрема такими як: OpenWorm, 3D Virtual Creature Evolution, NeuroSolutions, GenePool, Species (Artificial Life Real Evolution), Bacterium (Bacteria Evolution Strategy Game), Cell Lab (Evolution Sandbox), XnaBoids тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі біологічних процесів та систем. Зокрема такими як: методи клітинних автоматів, метод молекулярної динаміки, методи фрактальної графіки, чисельні методи розв'язку систем нелінійних диференційних рівнянь, методи штучних нейронних мереж, генетичні алгоритми, мурашині алгоритми, багатоагентне моделювання тощо.
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту та виведення результатів у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки.
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.

#### Варіанти завдань:

1. Елементарна модель процесів самореплікації.
2. Модель нейронної мережі.
3. Елементарна модель динаміки руху багатоклітинного мікроорганізму.
4. Елементарна модель росту багатоклітинного мікроорганізму.
5. Модель колонії елементарних мікроорганізмів.
6. Фрактальна модель кровоносної системи.
7. Фрактальна модель морфології рослин.
8. Модель процесів формування візерунчастого забарвлення тіла різних організмів.
9. Елементарні моделі органів чуття (зір, слух, нюх, дотик тощо).
10. Елементарні моделі процесів саморегуляції та захисту (гомеостаз, імунітет тощо).
11. Ваш власний варіант ...

**Лабораторна робота № 8**  
**Комп'ютерне моделювання екологічних, економічних,  
соціально-політичних процесів та систем**



Порядок роботи:

1. Ознайомтеся із сучасними засобами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі екологічних, економічних, соціально-політичних процесів та систем. Зокрема такими як: NetLogo, Repast Simphony, Eclipse AMP, VisualBots for Excel, SimLife (simulated ecology and evolution), HexSim, Prometheus (Fire Growth Simulation Model) тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі екологічних, економічних, соціально-політичних процесів та систем. Зокрема такими як: методи клітинних автоматів, чисельні методи розв'язку систем нелінійних диференційних рівнянь, мурашині алгоритми, багатоагентне моделювання тощо.
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту та виведення результатів у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки.
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.

Варіанти завдань:

1. Модель лісової (степової чи торф'яної) пожежі.
2. Модель розповсюдження інфекційних хвороб.
3. Модель динаміки популяцій типу «хижак-жертва».
4. Модель поведінки нафтових розливів (та їх імовірних пожеж) в акваторіях.
5. Модель розповсюдження забруднень повітряними масами або ґрунтовими водами.
6. Модель розмивання поверхні ґрунтів (рельєфоутворення, прогнозування зсувів тощо).
7. Модель узгодженої поведінки колоній мурах або зграй риб чи птахів.
8. Моделі ринкових коливань та ринкового ціноутворення.
9. Модель розповсюдження інформації в соціальних мережах.
10. Моделювання політичних процесів (формування націй, революційних ситуацій тощо).
11. Ваш власний варіант ...

## **Лабораторна робота № 9**

### **Комп'ютерне моделювання систем масового обслуговування**



#### Порядок роботи:

1. Ознайомтеся із сучасними засобами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі систем масового обслуговування. Зокрема такими як: AnyLogic, Agent Builder, ClearPath (Highly Parallel Collision Avoidance for Multi-Agent Simulation), PTV Visum, Aimsun, TRANSYT, Actor Pilgrim, AGNES (AGent NEtwork Simulator), Arena, AutoMod, AweSim, DELMIA, Process Simulate тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі систем масового обслуговування. Зокрема такими як: клітинні автомати, багатоагентне моделювання, алгоритми генерування випадкових чисел, мережі Петрі, ланцюги Маркова тощо.
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту та виведення результатів у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки.
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.

#### Варіанти завдань:

1. Модель черг у магазинах, парках атракціонів та інших місцях масового скупчення людей.
2. Модель процесу евакуації натовпу зі стадіону (або евакуації населення з міста).
3. Модель фрагменту потоків транспортних засобів (у тому числі, за умов снігопаду).
4. Модель деякого конвеєра на виробництві.
5. Модель функціонування навчальних закладів.
6. Модель функціонування вокзалів (автобусних, залізничних, портів тощо).
7. Модель логістики складу деяких товарів.
8. Модель функціонування трубопровідної системи (водопровід, газопровід тощо).
9. Модель функціонування процесів в обчислювальних системах.
10. Модель керування виробництвом (у тому числі, менеджмент в програмній інженерії).
11. Ваш власний варіант ...

## Лабораторна робота № 10

### Комп'ютерне моделювання ігрових стратегій



#### Порядок роботи:

1. Ознайомтеся із сучасними засобами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі ігрових стратегій. Зокрема такими як: SimCity, Minecraft, Transport Tycoon, Anno, Cities XL, The Settlers, Tropico, Port Royale, City Life, Theme Hospital, Age of Empires, Stop Disaster!, FloodSim тощо.
2. Ознайомтеся із алгоритмами комп'ютерного моделювання, які дозволяють реалізовувати моделі ігрових стратегій. Зокрема такими як: методи імітаційного багатоагентного моделювання, методи системної динаміки, дискретно-подієве моделювання, методи теорії ігор тощо.
3. Виберіть персональне завдання та реалізуйте його у будь-якому зручному для вас середовищі розробки програмного забезпечення у вигляді відповідної комп'ютерної моделі. При реалізації передбачте можливість зміни параметрів моделі в ході обчислювального експерименту та виведення результатів у наочному вигляді, використовуючи сучасні функції комп'ютерної графіки.
4. Реалізуйте обране персональне завдання у довільному сучасному засобі комп'ютерного моделювання та порівняйте результати з вашою програмною моделлю.

#### Варіанти завдань:

1. Модель елементарної військової стратегії.
2. Модель елементарної економічної (військово-економічної) стратегії.
3. Модель спортивної командної гри (футбол, волейбол тощо).
4. Модель покрокової соціально-економічної стратегії (аналог гри «Monopoly» або «Careers»).
5. Модель покрокової військової стратегії (аналог гри «Heroes»).
6. Модель стратегії розвитку деякого виробництва або соціального об'єкта.
7. Модель стратегії розвитку інфраструктури деякого міста чи селища.
8. Модель логістики перевезень (пасажирських, товарних тощо).
9. Модель організації будівництва деяких споруд чи інженерно-технічних об'єктів.
10. Модель стратегії агентів у соціальній грі (аналог гри «Stick RPG», «Jones in the Fast Lane» або «Another Day In the Life of Bob»).
11. Ваш власний варіант ...

## **Перелік інформаційних джерел**

1. Майер Р.В. Компьютерное моделирование. – Глазов, 2015. – 243 с.
2. Тарасевич Ю. Математическое и компьютерное моделирование. -М.: Едиториал УРСС, 2003. – 144с.
3. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. -Минск: «Дизайн ПРО», 2004. – 640 с.
4. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. – М.: Физматлит, 2003. – 296 с.
5. Д.В. Кирьянов, Е.Н. Кирьянова Вычислительная физика – М.: Полибук Мультимедиа, 2006. – 352 с.