

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

О. Й. Довнар
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

Освітня програма:

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

МОДЕЛЮВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)


Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерні технології в біології та медицині»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Федорович О.Є., зав. каф. 302, д.т.н., професор  _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (502)

_____ (назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 _____ » _серпня _____ 2021 р.

 Завідувач кафедри 502 д.т.н., проф. _____
(науковий ступінь і вчене звання)

 _____
(підпис)

О.В. Висоцька _____
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5,5	<p>Галузь знань <u>12 «Інформаційні технології»</u> (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність <u>122 «Комп'ютерні науки»</u> (код і найменування)</p> <p>Освітня програма <u>«Комп'ютерні технології в біології та медицині»</u> (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання « <u>Методи моделювання процесів та систем»</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 64/165		6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 6		Лекції*
		32 години
		Практичні, семінарські*
		- годин
		Лабораторні*
	32 години	
	Самостійна робота	
101 година		
Вид контролю	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/101.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: дати знання за основними напрямками математичного та програмного моделювання складних об'єктів та систем для вирішення завдань управління в біології та медицині.

Завдання: вивчити методології, методи та алгоритми моделювання структур та динамічних аспектів функціонування складних систем.

Компетентності, які набуваються:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ФК1. Здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування отриманих результатів.
- ФК3. Здатність до побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.
- ФК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.
- ФК6. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.
- ФК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.
- ФК15. Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.
- ФК17. Здатність розуміти ключові аспекти та концепції в області комп'ютерних технологій в біології та медицині, усвідомлювати повний перелік нових проблем, які потребують вирішення в галузі з біоетичної позиції, застосовувати основні математичні, статистичні та алгоритмічні

підходи і методи дослідження живих організмів та використовувати їх під час створення медичних комп'ютерних систем та налагодження програмних сервісів, що вирішують ці завдання.

Очікувані результати навчання:

- ПРН 1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук
- ПРН 3. Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей
- ПРН 6. Застосовувати знання методів чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів при проведенні наукових досліджень та обробці експериментальних даних
- ПРН 7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.
- ПРН 14. Вміти застосовувати методологію імітаційного моделювання біомедичних об'єктів, процесів і систем, планувати та проводити експерименти з моделями, приймати рішення щодо досягнення мети за результатами моделювання.
- ПРН 15. Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем.

У результаті вивчення даного курсу здобувач вищої освіти повинен знати:

- основні постановки задач системного моделювання;
- основні етапи досліджень за допомогою моделювання складних систем у біології та медицині;
- методи структуризації, формалізації функціонування інформаційних систем медичного призначення;
- сучасні технології моделювання систем медичного призначення;
- методи системного імітаційного моделювання.

На підставі отриманих теоретичних знань здобувач вищої освіти повинен уміти:

- вибирати методи і засоби моделювання об'єктів та процесів медичного призначення;
 - будувати системні моделі;
 - складати моделюючі алгоритми;
 - проводити інтерпретацію й аналіз результатів моделюючих експериментів;
 - використовувати моделювання та комп'ютерні програми при системному дослідженні складних об'єктів та систем медичного призначення;
 - практично використовувати методологію моделювання систем при проектуванні комп'ютерних систем медичного призначення;
 - застосовувати методи аналітичного та імітаційного моделювання для розрахунку основних характеристик комп'ютерних систем медичного призначення;
 - практично володіти технологією програмного моделювання систем.
- Крім того, здобувач вищої освіти повинен мати представлення:
- про основи створення моделюючих програм;
 - про сферу застосування сучасного програмного моделювання у різних напрямках медицини та біології;
 - про перспективи розвитку методів та технології моделювання систем у найближчому майбутньому.

Пререквізити

- «Математичні методи дослідження операцій»;
- «Системний аналіз та прийняття рішень в медицині»;
- «Медична інформатика»;
- «Дискретна математика».

Кореквізити

- «Методи та системи штучного інтелекту в біології та медицині»;
- «Проектування МІС»;
- «Дипломна робота (проект) бакалавра».

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основи теорії моделювання систем

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Моделювання біологічних процесів та систем».

Предмет, об'єкт, мета і задачі вивчення дисципліни. Місце і роль курсу в системі дисциплін спеціальності 122. Основні тенденції розвитку моделювання систем у медицині.

Тема 2. Основні поняття теорії моделювання систем

Надаються основи побудови і використання моделей складних систем. Визначається роль і значення системного моделювання для задач проектування та аналізу складних систем. Місце дисципліни в навчальному плані.

Тема 3 Основи моделювання систем. Класифікація моделей складних систем

Надаються основні поняття та визначення, основна термінологія. Розглядаються напрямки, цілі і задачі моделювання, класифікація моделей по ступені складності, структура моделей, об'єктів, моделі системи і її зовнішнього середовища. Види моделей і їхні особливості (лінгвістичні, математичні, програмні, імітаційні, натурні, фізичні). Дається класифікація моделей (детерміновані, імовірнісні, дискретні, неперервні, комбіновані), технологій моделювання. Визначаються стадії й етапи моделювання. Декомпозиція об'єкта дослідження, виділення аспектів моделювання. Фактори, параметри, характеристики і критерії в моделюванні.

Тема 4. Імітаційне моделювання складних систем медичного призначення

Основні поняття імітаційного моделювання. Доцільність використання імітаційного моделювання. Методи проектування імітаційних моделей. Формалізація постановки задачі імітаційного моделювання. Засоби реалізації імітаційної моделі.

Тема 5. Програмне забезпечення імітаційного моделювання

Принципи побудова мов імітаційного моделювання. Орієнтація на події, процеси, активності, пасивності. Керування процесом моделювання. Спискові структури моделювання. Планування моделювання.

Тема 6. Системи імітаційного моделювання

Загально-цільова система моделювання GPSS. Моделювання простих та багатоканальних пристроїв. Подійна система SMPL. Системи SIMSCRIT, Taylor, Simple, Simulink. Приклади моделювання. Методи штучного інтелекту в імітаційному моделюванні.

Модульний контроль

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Системи моделювання

Тема 1. Моделювання за допомогою мереж Петрі

Прості мережі. Умови збудження переходів, маркери. Складні моделі мереж Петрі. Логічні умови, синхронізація. Розглядаються приклади моделювання за допомогою мереж Петрі.

Тема 2. Планування та проведення експериментів з моделями

Особливості планування експериментів з моделями складних систем. Найпростіші плани експериментів. Факторний план. Повний факторний експеримент. Дворівневий факторний план. Пошук екстремальних значень на поверхні відгуку.

Тема 3. Сучасні системи моделювання

Історія розвитку імітаційного моделювання. Сучасний етап розвитку імітаційного моделювання. Використання веб-технологій в імітаційному моделюванні. Архітектура високого рівня.

Тема 4. Моделювання в різних предметних галузях медицини

Моделювання процесів медичного обслуговування; розподілу ресурсів процесів обслуговування; керування проектами. Імітаційне моделювання комп'ютерних систем та мереж медичного призначення.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Основи теорії моделювання систем.					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Моделювання систем»	2	2	-	-	-
Тема 2. Основні поняття теорії моделювання систем	8	2	-	6	-
Тема 3. Основи моделювання систем. Класифікація моделей складних систем	24	2	-	6	16
Тема 4. Імітаційне моделювання складних систем	22	2	-	6	14
Тема 5. Програмне забезпечення імітаційного моделювання	18	2	-	-	16
Тема 6. Системи імітаційного моделювання	26	4	-	8	14
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Усього годин	102	16	-	26	60
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Системи моделювання					
Тема 1. Моделювання за допомогою мереж Петрі	14	4	-	-	10
Тема 2. Планування та проведення експериментів з моделями	13	4	-	-	9
Тема 3. Сучасні системи моделювання	14	2	-	-	12
Тема 4. Моделювання в різних предметних галузях	20	4	-	6	10
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Усього годин	63	16	-	6	41
Усього годин з дисципліни	165	32	-	32	101

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Исследование динамики функционирования сложных систем	6
2	Имитационное моделирование процессов функционирования и управления СС	6
3	Объектно-ориентированное моделирование сложных динамических систем	6
4	Изучение общецелевой системы имитационного моделирования GPSS	8
5	Моделирование грузопотоков в распределенных технологических комплексах	6
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання за допомогою системної динаміки	16
2	Моделювання за допомогою систем масового обслуговування	14
3	Типи моделей систем масового обслуговування	16
4	Моделювання за допомогою мереж систем масового обслуговування	14
5	Статистична обробка результатів моделювання	10
6	Програмні генератори імітаційних моделей	9
7	Програмні мови для виконання завдань моделювання систем	12
8	Оцінювання точності результатів моделювання	10
	Разом	101

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

10. Методи навчання

Проведення лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації з питань нового матеріалу, самостійна робота здобувачів вищої освіти.

11. Методи контролю

Здача лабораторних робіт, модульний контроль, іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1. Розподіл балів, які отримують здобувачів вищої освіти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	6...9	4	24...36
Модульний контроль	9...14	1	9...14
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	6...9	3	18...27
Модульний контроль	9...14	1	9...14
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача вищої освіти від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 3 теоретичних запитань. За повну правильну відповідь на два перших запитання здобувач вищої освіти отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на останнє запитання – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основи моделювання складних об'єктів та систем;
- основні поняття моделювання систем;
- методи структуризації складних систем;
- основні етапи моделювання систем;
- основні технології моделювання систем;
- методи програмного та імітаційного моделювання систем.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- практично використовувати моделювання систем при створенні комп'ютерних систем;
- застосовувати методи моделювання систем для розрахунку характеристик складних об'єктів та систем;
- проводити експерименти та аналізувати моделювання систем.

12.3 Критерії оцінювання роботи здобувач вищої освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти виконувати завдання з моделювання систем. Знати основи моделювання систем. Знати основні етапи моделювання. Знати технологію програмного моделювання системи.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконувати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати інструменти моделювання складних об'єктів та систем. Знати принципи побудови програмних моделей імітаційного моделювання для аналізу складних об'єктів та систем.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології моделювання систем та вміти використовувати їх на практиці. Знати основи моделювання при створенні програмних моделей складних об'єктів та систем. Самостійно ставити завдання та виконувати дослідження за допомогою моделювання систем. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Федорович О.Є. Логістичні моделі управління виробництвом: моногр. / О.Є. Федорович, О.М. Замірець, А.В. Попов. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 218с.

2. Моделі аналізу розподілених технологічних комплексів / О.Є. Федорович, К.О. Западня, Т.Ф. Прокопенко. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авеац. ен-т», 2006. – 65с.

3. Моделі інформаційної підтримки організаційних структур управління / О.Є. Федорович, В.О. Попов, Н.В. Єременко, Є.Ю. Синєбрюхова. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2013. – 128 с.

4. Математичні методи та моделі аналізу інформаційних систем / О.В. Малєєва, А.А. Філатова. – Навч. Посіб. по лаб. практикуму. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2007. – 44с.

5. Системні моделі аналізу складних систем та процесів / В.А. Попов, Н.В. Єременко, С.В. Сергєєв, Ю.І. Сергєєва. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2014. – 89с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Томашевський, В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с.
2. Бусленко, М.П. Автоматизація імітаційного моделювання складних систем – М.: Наука, 1977. – 240 с.
3. Бусленко, Н.П. Моделювання складних систем – М.: Наука., 1978. – 400 с.
4. Клейнен, Дж. Статистические методы в имитационном моделировании, вып. 2: Пер. с англ. – М.: Статистика, 1978. – 334 с.
5. Мессарович, М., Мако, Д., Такахара, И. Теория иерархических многоуровневых систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – 386 с.
6. Полляк, Ю. Г. Вероятностное моделирование на ЭВМ. – М.: Советское радио, 1971. – 400 с.
7. Моделювання складних систем. Ч. 1 / О.В. Прохоров, А.С. Садовничий. – Навч. посіб. по лабораторному практикуму. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2003. – 63 с.
8. Моделі аналізу розподілених технологічних комплексів / О.Є. Федорович, К.О. Западня, Т.Ф. Прокопенко. – Навч. посіб. по лабораторному практикуму. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 65 с.

Допоміжна

1. Советов, Б.Я., Яковлев, С.А. Моделирование систем – М.: Высш. шк., 1998. – 319 с.
2. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука: Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
3. Шрайбер, Т. Дж. Моделирование на GPSS – М.: Машиностроение, 1980 – 592 с.
4. Брейер, Г. Автоматизация проектирования вычислительных систем. – М.: Наука, 1975.
5. Дубов, Ю.А., Травкин, С.И., Якимец, В.Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем – М.: Наука, 1986.
6. Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания: пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
7. Костин, А.Е. Принципы моделирования сложных дискретных систем. – М.: МИЭТ, 1983.
8. Котов, В.Е. Сети Петри. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
9. Технология системного моделирования /Под ред. С.В. Емельянова и др. – М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988. – 520 с.
10. Филлипс Д., Гарсия-Диас А. Методы анализа сетей: Пер. с англ.//Под ред. Б.Г. Сушкова. – М.: Мир, 1984. – 496 с.
11. Афанасьев, К.Е. и др. Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2003.
12. Богачев, Н.Ю. Основы параллельного программирования. – М., "Бином", 2003.

13. Гаврилова, Т.А. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем // Новости искусственного интеллекта. – №2, 2003. – С. 24-30.

14. Швецов, А.Н., Яковлев, С.А. Распределенные интеллектуальные информационные системы. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. – 318 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т – Режим доступу: http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/MOCS_Kachanov_posobie.pdf
2. Советов, Б.Я. Моделирование систем: підручник для студентів онлайн [Електронний ресурс] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; info{at}stud.com.ua. – Режим доступу: https://stud.com.ua/86666/informatika/modelyuvannya_sistem
3. Томашевський, В.М. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс] / Державний університет телекомунікацій – Режим доступу http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/Tomashevsky_Mode1.system_2005.pdf
4. Моделювання систем: методичні матеріали щодо змісту та організації самостійної роботи студентів [Електронний ресурс] / КНЕУ – Режим доступу: https://kneu.edu.ua/ua/depts9/k_ekon_matematychn_modeljuvannja/Designing_systems/
5. Поняття про моделювання систем, класифікації підходів і методів моделювання: підручник для студентів онлайн [Електронний ресурс] / Підручники для студентів онлайн (info{at}stud.com.ua) – Режим доступу: https://stud.com.ua/24997/menedzhment/ponyattya_modelyuvannya_sistem_klasifikatsiyi_pidhodiv_metodiv_modelyuvannya