



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

Галузь знань

12 Інформаційні технології

Спеціальність

122 Комп'ютерні науки

Назва освітньої програми

«Комп'ютерні науки»

Рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

Розробники і викладачі	Контактний тел.	E-mail
доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат технічних наук, доцент Розенвассер Денис Михайлович	+38067 485 21 09	denysrozenvasser@gmail.com

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Сьогоднішні стратегії майбутнього орієнтуються перш за все на нові технології, а саме на розвиток і цифровізацію методів та інструментів системного проектування складних об'єктів. Нові технології системного моделювання, проектування та управління стають все більш актуальними і затребуваними на ринку праці. Предметом дисципліни є аналіз, теоретичне та експериментальне дослідження, розробка та використання математичних моделей систем і процесів, математичних методів, а також надання знань, основних понять, положень та особливостей математичного моделювання, засвоєння теоретичних знань і формування практичних навичок з основ моделювання систем та мереж. На курсі розглядаються методи системного моделювання та їх застосування в системному інжинірингу; методи концептуального проектування; функціональний аналіз технічної системи; архітектурне моделювання технічної системи; синтез технічної системи. Для виконання завдань курсу здобувачі мають змогу використовувати сучасне відкрите програмне забезпечення GNU Octave та Scilab.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою дисципліни є придбання здобувачами знань теоретичних і практичних основ методології та технології моделювання у процесі дослідження, проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій, та інших об'єктів професійної діяльності.

ПЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні навчальних дисциплін «Вища математика», «Теорія інформації та кодування», «Комп'ютерні мережі». Знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані при вивченні наступних дисциплін бакалаврської підготовки та при написанні випускної кваліфікаційної роботи. У рамках опанування дисципліни «Моделювання систем» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням з викладачем).

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання, уміння та навички, набуті під час вивчення дисципліни, використовуються при подальшому вивченні дисциплін бакалаврської підготовки, практики та написанні кваліфікаційної роботи.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ ТА ДОСЯГНЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У процесі реалізації програми дисципліни «Моделювання систем» формуються наступні компетентності із передбачених освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні науки» зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

Інтегральна компетентність (ІК)	
ІК1	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності (ЗК)	
ЗК7	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК8	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
ЗК11	Здатність приймати обґрунтовані рішення.
ЗК12	Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
Спеціальні (фахові компетентності) (СК)	
СК1	Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.
СК3	Здатність до логічного мислення, 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.
СК4	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.

СК7	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.
СК9	Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах.
Програмні результати навчання (ПРН)	
ПР2	Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.
ПР3	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.
ПР7	Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.
ПР9	Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.
ПР15	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.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

У результаті вивчення цієї навчальної дисципліни здобувач має набути такі компетентності.

Знати:

- методологію та технологію моделювання у процесі дослідження;
- методи та засоби проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій в процесі професійної діяльності;
- алгоритми моделювання для дослідження характеристик і стану складних систем.

Вміти:

- створювати та досліджувати математичні та програмні моделі обчислювальних та інформаційних процесів, пов'язаних з функціонуванням об'єктів професійної діяльності;
- вибирати та перетворювати математичні моделі явищ, процесів і систем для їх ефективної програмно-апаратної реалізації;
- аналізувати та вибирати обчислювальні методи розв'язання задач проектування інформаційних систем за різними критеріями;
- оцінювати точність одержаних результатів.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна / заочна форма навчання)			Ознаки курсу		
ЄКТС	годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
4	120	26 / 8	26 / 8	68 / 104	3	6	Обов'язкова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Усього	у тому числі			Усього	у тому числі		
		Лекції	Прак.	Сам. роб.		Лекції	Прак.	Сам. роб.
Тема 1. Наука моделювання	30	6	6	18	30	2	2	26
Тема 2. Комп'ютерне моделювання	30	6	8	16	30	2	2	26
Тема 3. Моделювання систем та мереж	30	8	6	16	30	2	2	26
Тема 4. Оптимізація систем та мереж	30	6	6	18	30	2	2	26
Всього	120	26	26	68	120	8	8	104
ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ – ЕКЗАМЕН								

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Здобувачі отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням університетської платформи он-лайн навчання на базі Moodle (Google class). Окрім того, практичні навички під час виконання практичних робіт та виконання індивідуальних завдань, здобувачі отримують, користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Моделювання систем» включаються:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань у вигляді рефератів тощо.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Наука моделювання. Моделювання об'єктів, процесів і явищ. Задачі математичного моделювання. Моделювання організаційно-технічних систем	18	26
2	Тема 2. Комп'ютерне моделювання. Оператори керування обчислювальними потоками. Функції генерації псевдовипадкових чисел.	16	26
3	Тема 3. Моделювання систем та мереж. Моделювання випадкових процесів та розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей. Методології та CASE-засоби проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем	16	26
4	Тема 4. Оптимізація систем та мереж. Дослідження операцій в організаційно-технічних системах різного призначення, визначення їх оптимального розв'язку.	18	26
	Всього	68	104

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання	
	Для екзамену	Для заліку
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача тощо.	50%	100%
підсумковий контроль	50%	

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування; наукова доповідь, реферати, усне повідомлення, індивідуальне опитування; робота у групах; ділова гра, розв'язання ситуаційних завдань, кейсів, практичних завдань, екзамен (залік)
--	--

8. ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ТА ФАХОВОЇ ПЕРДВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ У МІЖНАРОДНОМУ ГУМАНІТАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ (поточний контроль, підсумковий контроль, загальний результат оцінювання)

ЕКЗАМЕН

Поточний контроль			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних (лабораторних) заняттях			
1.1. Підготовка до практичних (лабораторних) занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних (лабораторних) занять	30
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	10

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

Виконання індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	10
Разом балів за поточний контроль			50
Підсумковий контроль екзамен			50
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю **екзамен** (максимум 50 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

- за підготовку до аудиторних занять (максимум 30 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 6;
- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2;
- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 10- балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

- «2»- виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;
- «3» -виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання студента мають фрагментарний, поверховий характер;
- «4» - оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що студент знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.
- «5» - оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ЗА ІСПИТ (максимум 50 балів)

Рівень знань оцінюється:

- від 40 до 50 балів - студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;
- 30 до 40 балів - студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;
- 20 - 30 балів - студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.
- 10 - 20 балів - володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;
- 0 - 10 балів - володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ (для екзамену)

Рівень знань оцінюється:

– «відмінно» / «зараховано» А – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях, практичних та лабораторних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав лабораторні роботи та завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» В – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях, практичних та лабораторних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав лабораторні роботи та завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» С – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність виконаних лабораторних робіт та завдань до самостійної роботи та активність у науково-дослідній роботі;

– «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність виконаних лабораторних робіт та завдань до самостійної роботи;

– «задовільно» / «зараховано» E – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, виконав не всі завдання до самостійної роботи;

– «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні

окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу;

– «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 1 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗА РІЗНИМИ ШКАЛАМИ

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України “Про освіту” (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст.2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.18 року), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом МГУ від 03.05.2024 р., № 708а.

Відповідно до ст.42 Закону України “Про освіту” академічна доброчесність - це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Розенвассер Д.М., Соловська І.М. Моделювання систем: навчально-методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) в галузі знань 12 Інформаційні технології, денної та заочної форми навчання [Електронне видання]. / Розенвассер Д.М., Соловська І.М. Кафедри комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2026. – 23 с.
2. Ніколюк П.К. Моделювання систем: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Вінниця: ДонНУ, 2023. 228 с.
3. І.І. Обод, Г.Е. Заволодько, І.В. Свид. Математичне моделювання систем: навчальний посібник. / За редакцією І.І. Обода – Харків : НТУ «ХПІ», Друкарня МАДРИД, 2019. – 268 с.
4. Павлов В. А., Носовець О. К. Методичні вказівки до виконання комп'ютерних практикумів з навчальної дисципліни «Моделювання систем». Київ: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2017. 61 с.
5. Quarteroni, A., Saleri, F., & Gervasio, P. (2017). Scientific Computing with MATLAB and Octave (4th ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-68756-8>
6. GNU Octave documentation: 5th ed. / J.W. Eaton et al. Boston: Free Software Foundation, Inc., 2020. 1094 p.

Допоміжна

1. Yona, L., Pedyash, V., Rozenvasser, D., Mazur, A., Bairamova, Y. (2025). Estimation of the Repeater Span Length of OTH Transmission System with QAM Modulation. In: Dovgyi, S., Siemens, E., Globa, L., Kopyika, O., Stryzhak, O. (eds) Applied In-novations in Information and Communication Technology. ICAIT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1338. Springer, Cham. pp. 431-443.
2. Лень Д.Ю., Розенвассер Д.М. Дослідження надійності комп'ютерних мереж. Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії» (ПТІКІ'2024): Матеріали конф., Міжнар. гуманітар. ун-т, 17-20 лип., 2024 р., Одеса, с. 40-42.
3. Розенвассер Д.М., Павлюк С.О. Адаптивна система завадостійкого кодування. Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux, France. Denys Rozenvasser and Kateryna Shulakova Estimation of the Starlink Global Satellite System Capacity//Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. Volume 11, Issue 1, pp. 55-59. – 2023. Pp. 440-442.
4. Томашевський В.М. Моделювання систем. Підручник / В.М. Томашевський.- К.:Видавнича група BHV, 2015. - 352с.
5. Awad M., Khanna R. Efficient learning machines: theories, concepts, and applications for engineers and system designers. eBook: Springer, 2015. 263 p.
6. Fouss F., Saerens M., Shimbo M. Algorithms and models for network data and link analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 547 p.
7. Чуйко Г. П., Дворник О. В., Яремчук О. М. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. 244 с.

Інформаційні ресурси

1. GNU Octave. Scientific programming language [Електронний ресурс] // GNU General Public License. 2010. URL: <https://www.gnu.org/software/octave/>
2. Scilab tutorials [Електронний ресурс] // GNU General Public License (GPL) v2.0. 2015. URL: <https://www.scilab.org/tutorials>.
3. Scicos: Block diagram modeler/simulator [Електронний ресурс] // INRIA. 2015. URL: <http://www.scicos.org/>
4. Simulink for system modeling and simulation [Електронний ресурс] // The MathWorks, Inc. 2015. URL: <https://www.mathworks.com/solutions/system-design-simulation.html>.