



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

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Математичне моделювання систем і процесів та методи оптимізації

Галузь знань _____ 12 «Інформаційні технології»
Спеціальність _____ 121 «Інженерія програмного забезпечення»
Назва освітньої програми _____ Інженерія програмного забезпечення
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) рівень

| Розробники і викладачі <i>(азначаються розробники і викладачі, які викладають дисципліну - посада, наук. ступінь, вчене звання, П.І.Б.)</i> | Контактний тел. | E-mail |
|---|------------------------|------------------------------|
| професор кафедри інформаційних технологій, д.т.н., професор Приходько Сергій Борисович | +380993876131 | sergiy.prykhodko@nuos.edu.ua |

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Основними завданнями вивчення дисципліни «Математичне моделювання систем і процесів та методи оптимізації» є опанувати знання про основні поняття моделювання систем; принцип системного підходу в моделюванні систем; основні підходи до моделювання систем; математичне моделювання систем і процесів; статистичне моделювання систем і процесів на комп'ютері; ідентифікацію систем, методи оптимізації; навчити розробляти програмні генератори псевдовипадкових чисел та перевіряти їх якість; моделювати на комп'ютері випадкові процеси, стохастичні системи; виконувати параметричну ідентифікацію систем із застосуванням методів оптимізації.

Підготовка фахівців, які здатні ставити розв'язувати складні задачі і проблеми з розроблення, забезпечення якості, впровадження та супроводу програмних засобів, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог, потребує знань і вмінь у тому числі з математичного моделювання систем і процесів та методів оптимізації.

Мета вивчення дисципліни «Математичне моделювання систем і процесів та методи оптимізації» є формування системи теоретичних знань і практичних навичок з математичного моделювання систем і процесів та методів оптимізації.

2. ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ

Навчальна дисципліна «*Математичне моделювання систем і процесів та методи оптимізації*» забезпечує досягнення програмних результатів навчання:

Розробляти та використовувати математичні моделі для аналізу та оптимізації різноманітних систем і процесів.

Досліджувати та інтерпретувати результати математичного моделювання та оптимізації у відповідності до конкретних завдань.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

| Загалом | | Вид заняття (денне відділення / заочне відділення) | | | Ознаки курсу | | |
|---------|-------|---|-------------------|-------------------|----------------------|---------|-------------------------|
| ЄКТС | годин | Лекційні заняття | Практичні заняття | Самостійна робота | Курс, (рік навчання) | Семестр | Обов'язкова / вибіркова |
| 4 | 120 | 28/4 | 28/4 | 64/112 | 2 | 1 | Вибіркова |

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | |
|--|-----------------|--------------|------|-----------|--------------|--------------|------|-----------|
| | денна форма | | | | Заочна форма | | | |
| | усього | у тому числі | | | усього | у тому числі | | |
| | | лекц. | прак | сам. роб. | | лекц. | прак | сам. роб. |
| Тема 1. Математичне моделювання процесів і систем | 32 | 6 | 6 | 20 | 32 | 2 | - | 30 |
| Тема 2. Моделювання випадкових величин і випадкових процесів | 40 | 10 | 10 | 20 | 40 | - | 2 | 38 |
| Тема 3. Методи параметричної ідентифікації стохастичних систем | 26 | 6 | 6 | 14 | 26 | 2 | - | 24 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|----------|------------|
| Тема 4. Методи оптимізації | 22 | 6 | 6 | 10 | 22 | - | 2 | 20 |
| Усього годин | 120 | 28 | 28 | 64 | 120 | 4 | 4 | 112 |
| 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 онлайн навчання на базі Moodle та на базі Google Клас. Окрім того, практичні навички у пошуку та аналізі інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, студенти отримують, користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Математичне моделювання систем і процесів та методи оптимізації» 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, доповідей, 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. Математичне моделювання процесів і систем Основні підходи до побудови математичних моделей систем і процесів. Похибки, які виникають при моделюванні систем на комп'ютері. Збір, аналіз і оцінка інформації для розв'язання наукових і прикладних задач. Розвиток програмних систем та інформаційних технологій. | 20 | 30 |
| 2 | Тема 2. Моделювання випадкових величин і випадкових процесів Псевдовипадкові числа та процедури їх генерації на комп'ютері. Перевірка якості генераторів псевдовипадкових чисел. Моделювання випадкових подій. Моделювання дискретних випадкових величин. Моделювання неперервних випадкових величин. Моделювання гаусівської випадкової величини. Моделювання системи неперервних випадкових величин. Моделювання залежних гаусівських випадкових величин. | 20 | 38 |

| | | | |
|---|--|-----------|------------|
| | Моделювання стаціонарних випадкових процесів за методом формуючих фільтрів. Визначення початкового значення кроку інтегрування за часом при моделювання випадкових процесів. Умови збіжності при моделювання випадкових процесів за різницевиими рівняннями. | | |
| 3 | Тема 3. Методи параметричної ідентифікації стохастичних систем Задача ідентифікації. Класифікація ідентифікації. Структурна ідентифікація. Параметрична ідентифікація. Існуючі підходи до вирішення задач ідентифікації систем і процесів. Функція втрат та її застосування для вирішення задач ідентифікації систем і процесів. Функція правдоподібності та її застосування для вирішення задач ідентифікації систем і процесів. Побудова функції правдоподібності. Існуючі методи параметричної ідентифікації стохастичних систем. Оцінювання параметрів математичних моделей за методом найменших квадратів, за методом максимальної правдоподібності, за методом моментів, за узагальненим методом моментів. | 14 | 24 |
| 4 | Тема 4. Методи оптимізації Основні поняття оптимізації функції. Задача оптимізації. Класифікація особливих точок. Необхідні та достатні умови існування локального екстремума функції однієї змінної і функції багатьох змінних. Методи оптимізації та їх класифікація. Градієнтні методи оптимізації. Розробка моделі, обробка даних в розподілених системах. Оптимізацію програмного забезпечення з урахуванням вимог до надійності. | 10 | 20 |
| | Всього | 64 | 112 |

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає наступні види та методи контролю:

| Види контролю | Складові оцінювання |
|---|---------------------|
| поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання індивідуального завдання; проведення консультацій та відпрацювань. | 50% |
| підсумковий контроль , який здійснюється у ході проведення іспиту. | 50% |

| | |
|--|---|
| Методи діагностики знань (контролю) | фронтальне опитування; наукова доповідь, реферат, усне повідомлення, індивідуальне опитування, практичних завдань, іспит. |
|--|---|

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ПІДСУМКОВИМ КОНТРОЛЕМ У ФОРМІ ЕКЗАМЕНУ/ ЗАЛІКУ

| Денна форма навчання | | | |
|---|---|--|----------------------------------|
| <i>Поточний контроль</i> | | | |
| Види роботи | Планові терміни виконання | Форми контролю та звітності | Максимальний відсоток оцінювання |
| Систематичність і активність роботи на семінарських (практичних) заняттях | | | |
| 1.1. Підготовка до практичних занять | Відповідно до робочої програми та розкладу занять | Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять | 25 |
| Виконання завдань для самостійного опрацювання | | | |
| 1.2. Підготовка програмного матеріалу (тем, питань), що виносяться на самостійне вивчення | Відповідно до робочої програми та розкладу занять | Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо | 10 |
| Виконання індивідуальних завдань (науково-дослідна робота студента) | | | |
| 1.3. Підготовка реферату за заданою тематикою | Відповідно до робочої програми та розкладу занять | Обговорення (захист) матеріалів реферату | 10 |
| 1.4. 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 або ІКР, наукових конференцій та круглих столів. | 5 |
| Разом балів за поточний контроль | | | 50 |
| <i>Підсумковий контроль</i> | | | |
| екзамен | | | 50 |
| Всього балів | | | 100 |

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ (для іспиту / заліку)

Рівень знань оцінюється:

- «відмінно» / «зараховано» А - від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі студентами

- «добре» / «зараховано» В - від 82 до 89 балів. Студент 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 та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

- «добре» / «зараховано» С - від 74 до 81 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. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

- «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, рефератів (есе);

- «задовільно» / «зараховано» E - від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських 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, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

- «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» Fx – від 35 до 59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

- «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 0 до 34 балів. Студент не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

| 100-бальною шкалою | Шкала за ECTS | За національною шкалою | |
|--------------------|---------------|------------------------|---------------|
| | | екзамен | залік |
| 90-100 (10-12) | A | Відмінно | зараховано |
| 82-89 (8-9) | B | Добре | |
| 74-81(6-7) | C | Задовільно | |
| 64-73 (5) | D | | |
| 60-63 (4) | E | | |
| 35-59 (3) | Fx | незадовільно | не зараховано |
| 1-34 (2) | F | | |

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Математичне моделювання систем і процесів та методи оптимізації» [Текст] / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, Л. М. Макарова, А. В. Пухалевич. – Миколаїв: НУК, 2020. – 40 с.

2. Приходько, С.Б. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Обробка експериментальних даних на комп'ютері" / С. Б. Приходько, Л. М. Макарова, К. С. Пуґаченко. – Миколаїв: НУК, 2018. – 76 с.

3. Обод І.І. Математичне моделювання систем: навч. посіб. для студентів спеціальностей «Комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» / І. І. Обод, Г. Е. Заволодько, І. В. Свид. – Харків : Друкарня МАДРИД, 2019. – 268 с.
4. Стрелковська І.В. Операційне числення для фахівців у галузі зв'язку (для студентів та аспірантів) / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ОНАЗ, 2017. – 120 с.
5. Стрелковська І.В. Вища математика для фахівців в галузі зв'язку. Ч.5 / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ВМВ, 2018. – 508 с.
6. Стрелковська І.В. Диференціальні рівняння для фахівців в галузі ІТ-галузі / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ОНАЗ, 2018. – 188 с.
7. Стрелковська І.В. Теорія ймовірностей та випадкові процеси (для фахівців у галузі ІТ-технологій) / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ОНАЗ, 2018. – 384 с.
8. Стрелковська І.В. Математична статистика / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ОНАЗ, 2019. – 110 с.
9. Томашевський В.М. Моделювання систем [Текст] / В. М. Томашевський. – К: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.

Допоміжна

1. Моделювання та оптимізація систем: підручник / [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., Усов А. В.] – Вінниця : ПП «ГД«Едельвейс», 2017. – 804 с.
2. Приходько, С.Б. Моделювання гаусівських випадкових величин на основі перетворення Джонсона із сім'ї S_B [Текст] / С. Б. Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2012. – т.2, №1. – С. 64-69.
3. Приходько, С.Б. Використання перетворення Джонсона для отримання випадкових чисел з рівномірним розподілом за значеннями випадкової величини з довільним розподілом [Текст] / С. Б. Приходько // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 4 (102), Т.2. – С. 128-130. – ISSN 1681-7710.
4. Приходько, С.Б. Моделювання залежних гаусівських випадкових величин на основі декомпозиції кореляційної матриці та перетворення Джонсона [Текст] / С. Б. Приходько // Проблеми інформаційних технологій. – 2013. – №2 (014) – С. 75-77. – ISSN 1998-7005
5. Приходько, С.Б. Моделювання гаусівських випадкових величин із використанням перетворення Джонсона із сім'ї S_U [Текст] / С. Б. Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – т.5, №1. – С. 92-97.
6. Ситнік, В.Ф. Імітаційне моделювання: Навч. посібник [Текст] / В. Ф. Ситнік, Н. С. Орленко. – К.: КНЕУ, 1998. – 232 с.
7. Основи комп'ютерного моделювання: навч. посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. 2-е вид. стер. – К.: НАУ, 2019. – 492 с.
8. Heinz S. Mathematical Modeling. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. – 476 p.
9. Prykhodko, S. Mathematical Modeling of Non-Gaussian Dependent Random Variables by Nonlinear Regression Models Based on the Multivariate Normalizing Transformations / S. Prykhodko, N. Prykhodko // In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020). MODS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1265, 2021. – P. 166-174. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_16

Інформаційні ресурси в інтернет

1. <http://nbuv.gov.ua/> – Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського.
2. <http://www.dnrb.gov.ua/> – Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського.

3. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посібник [Електронний ресурс] / І. В. Стеценко. – Черкаси: ЧДУ, 2010. – 399 с. – Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=VFEIR&P21DBN=VFEIR&Z21ID=&Image_file_name=DOC%20FRE0000097.PDF&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1
4. Ситнік, В.Ф. Імітаційне моделювання: Навч. посібник [Електронний ресурс] / В.Ф. Ситнік, Н.С. Орленко. – К.: КНЕУ, 1998. – 232 с. – Режим доступу: <http://www.kneu.dp.ua/moodle-new/mod/resource/view.php?id=16533&lang=en>
5. Приходько, С.Б. Моделювання гаусівських випадкових величин на основі перетворення Джонсона із сім'ї S_B [Електронний ресурс] / С. Б. Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2012. – т.2, №1. – С. 64-69. – Режим доступу: http://immm.opu.ua/files/archive/n1_v2_2012/n1_v2_2012.pdf
6. Приходько, С.Б. Генерування випадкових чисел з розподілом Гауса на основі перетворення Джонсона із сім'ї S_U [Електронний ресурс] / С. Б. Приходько // Електронне видання "Вісник Національного університету кораблебудування". – Миколаїв: НУК, 2013. – № 4. – Режим доступу: <http://evn.nuos.edu.ua/article/download/28205/25142>
7. Приходько, С.Б. Моделювання гаусівських випадкових величин із використанням перетворення Джонсона із сім'ї S_U [Електронний ресурс] / С. Б. Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – т.5, №1. – С. 92-97. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/307212325_SIMULATION_OF_GAUSSIAN_RANDOM_VARIABLES_USING_JOHNSON_SU_TRANSFORMATION_in_Ukrainian_Modeluvanna_gausivskih_vipadkovih_velicin_iz_vikoristannam_peretvorennia_Dzonsona_iz_sim%27i_SU_S_B_Prihodko_Informati
8. Thomas, D.B. Gaussian Random Number Generators [E-resource] / D. B. Thomas, W. Luk, P. H. W. Leong, J. D. Villasenor // ACM Computing Surveys. – 2007. – Vol. 39. – No. 4. – P. 1-38. Access mode: http://www.cse.cuhk.edu.hk/~phwl/mt/public/archives/papers/grng_acmcs07.pdf
9. Prykhodko S. A Modified Technique for Constructing Nonlinear Regression Models Based on the Multivariate Normalizing Transformations [E-resource] / Sergiy Prykhodko, Natalia Prykhodko // Selected Papers of the VIII International Scientific Conference "Information Technology and Implementation" (IT&I-2021). Workshop Proceedings (IT&I-WS-2021), Kyiv, Ukraine, December 1-3, 2021. CEUR Workshop Proceedings. – 2022. – Vol.3179. – CEUR-WS.org – P. 156-166. ISSN 1613-0073. http://ceur-ws.org/Vol-3179/Paper_15.pdf