

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут кібернетики, інформаційних технологій та інженерії

04-01-144S

СИЛАБУС SYLLABUS	<i>Стохастичні системи</i> <i>Stochastic systems</i>	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	BK 36	
Освітній рівень Level of Education	Бакалаврський(другий) Bachelor's (second)	
Галузь знань Field of Knowledge	11	Математика і статистика Mathematics and Statistics
Спеціальність Field of Study	113	Прикладна математика Applied Mathematics
Освітня програма Degree Programme	Прикладна математика Applied Mathematics	

РІВНЕ – 2024

Силабус навчальної дисципліни «Стохастичні системи» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за

*освітньо-професійною програмою «Прикладна математика» 113
Прикладна математика. Рівне. НУВГП. 2024. 10 стор.*

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/22960/>

*Розробник силабусу: Прищеп О.В., к.ф.-м.н., доцент, доцент
кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики*

*Силабус схвалений на засіданні кафедри комп'ютерних наук та
прикладної математики
Протокол №2 від "18" вересня 2024 року*

*Завідувач кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики:
Турбал Ю.В., д.т.н., професор*

Керівник (гарант) ОП:

*Прищеп О.В., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук
та прикладної математики*

*Схвалено науково-методичною радою з якості ННІКІТІ
Протокол №1 від "28" жовтня 2024 року*


*Голова науково-методичної ради з якості ННІКІТІ:
Мартинюк П.М., д.т.н., професор*

**ПРОГРАМА навчальної дисципліни
«Стохастичні системи»**

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Освітня програма	Прикладна математика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Рік навчання, семестр	4 рік навчання, 7 семестр
Кількість кредитів	4
Лекції:	24 годин
Лабораторні заняття:	20 години
Самостійна робота:	76 години
Курсова робота:	ні
Форма навчання	денна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	українська

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА (ІВ)

Лектор 	Прищепа Оксана Володимирівна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики
Вікіситет	https://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/ Прищепа Оксана Володимирівна
ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8032-1223
Як комунікувати	https://o.v.pryshchepa@nuwm.edu.ua

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

Мета та завдання

Дисципліна «Стохастичні системи» є навчальною дисципліною, що сприяє формуванню сучасного фахівця галузі «Математика і статистика». ґрунтується на сукупності теоретичних знань та практичних навичок з основ імовірнісного-статистичного апарату. Сприяє вивченню основних теоретичних понять, методів випадкових процесів, принципів моделювання стохастичних систем для розв'язання типових задач та прийняття рішень.

Мета: засвоєння студентами основних понять, методів моделювання та аналізу стохастичних систем. Вміння розв'язувати практичні задачі та прийняття рішень щодо поставленого завдання.

Завдання: сформулювати у студентів знання щодо основних понять, методів аналізу стохастичних систем; навчити аналізувати та розв'язувати прикладні задачі.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=6591>

**Передумови вивчення*
(місце освітнього компонента в структурно-логічній схемі)**

Навчальна дисципліна «Стохастичні системи» передбачає попереднє вивчення дисципліни «Теорія ймовірностей і випадкові процеси», що вивчається у четвертому семестрі другого року підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та дисципліни «Математична статистика та аналіз даних», що вивчається у шостому семестрі третього року підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Компетентності

ЗК06. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК08. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.

ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проєктування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

ФК09. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК17. Здатність проводити дослідження процесів стосовно задач водного господарства та природокористування з використанням математичних методів, моделей, програмного забезпечення з можливістю проводити інтерпретацію отриманих результатів.

Програмні результати навчання (ПРН). Результати навчання (РН)*

PH01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

PH03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

PH06. Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв'язку.

PH12. Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.

Структура та зміст освітнього компонента

Лекцій 24 год

Лаб. зан. 20 год

Сам. роб. 76 год

Лекції

Змістовий модуль №1

Тема №1. Вступ до дисципліни «Стохастичні системи». (2 год)

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Стохастичні процеси та стохастичні системи. Практичне значення.

Тема 2. Моделювання дискретних та неперервних випадкових величин. (4 год)

Псевдовипадкові числа та їх генерування. Методи моделювання дискретних та неперервних випадкових величин. Статистичний аналіз змодельованих даних. Метод Монте-Карло та практичне використання.

Тема №3. Випадкові процеси та їх характеристики. (4 год)

Поняття випадкового процесу. Найпростіші класи випадкових процесів. Характеристики випадкових процесів. Елементи стохастичного аналізу. Стаціонарні випадкові процеси та їх характеристики.

Змістовий модуль №2

Тема №4. Процес Пуассона. (2 год)

Процеси з незалежними приростами. Процес Пуассона. Найпростіший потік подій.

Тема №5. Процеси Маркова з дискретним часом. (2 год)

Поняття процесу Маркова з дискретним часом та дискретними станами (ланцюг Маркова). Граф станів, класифікація станів. Теорема солідарності. Випадкові блукання Стаціонарний та ергодичний розподіли.

Тема №6. Процеси Маркова з неперервним часом. (4 год)

Поняття процесу Маркова з неперервним часом. Перехідні ймовірності ланцюга Маркова. Інфінітезимальні характеристики. Системи диференціальних рівнянь Колмогорова. Стаціонарний та ергодичний розподіли.

Тема №7. Системи масового обслуговування(6 год)

Поняття системи масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування. Процеси народження на загибелі та їх використання для моделювання систем масового обслуговування. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування. Системи масового обслуговування з повторними викликами.

Теми лабораторних занять

	Тема	Кількість годин
1.	<i>Моделювання дискретних та неперервних випадкових величин.</i>	2
2.	<i>Метод Монте-Карло та його практичне використання.</i>	2
3.	<i>Випадкові процеси та їх характеристики</i>	4
4.	<i>Модульний контроль № 1.</i>	2
5.	<i>Процеси Маркова з дискретним часом.</i>	2
6.	<i>Процеси Маркова з неперервним часом.</i>	2
7.	<i>Обробка потоку подій. Моделювання одноканальних систем масового обслуговування.</i>	2
8.	<i>Моделювання багатоканальних систем масового обслуговування.</i>	2
9.	<i>Модульний контроль № 2.</i>	2
	Всього	20

Форми та методи навчання

Інформаційний, ілюстративний та проблемний методи навчання із застосуванням: лекції у супроводі мультимедійної презентації з елементами дискусії; розв'язування задач теоретичного та прикладного характеру з використанням методів та інструментарію досліджень, сучасних комп'ютерних технологій.

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Комп'ютерний клас, мультимедійний проектор, навчальна платформа Moodle.

**Порядок оцінювання програмних результатів навчання/
результатів навчання**

Для оцінювання знань використовується 100-бальна шкала. Для досягнення мети курсу потрібно вчасно виконати завдання лабораторних робіт; вчасно здати модульні контролі знань, які зараховуються як підсумковий контроль.

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента за результатами поточного та підсумкового (модульного) контролів, є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, що передбачені цим силабусом;

- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни;

- характер відповідей на питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);

- обґрунтування вибору методу для розв'язання задач;

- рівень вміння аналізувати та захищати отримані результати.

Оцінювання результатів роботи проводиться у % від кількості балів, виділених на завдання, із заокругленням до цілого числа:

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки;

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Поточна (практична) складова оцінки (60 балів) нараховується за виконання лабораторних робіт. Підсумкова (теоретична) складова оцінки курсу (40 балів) нараховується за модульні контролі (МК1 – 20 балів; МК2 – 20 балів), кожен з яких визначається структурою: 1 рівень - 15 завдань, 2 рівень – 4 завдання, 3 рівень – 1 завдання. Модульні контролі знань проводяться через ЦНО НУВГП у формі комп'ютерного тестування на платформі Moodle, що містять тестові питання трьох рівнів складності.

Додаткові бали студенти можуть отримати за виконання спеціальних завдань, що узгоджуються з викладачем (не більше, ніж 10 балів), зокрема, за підготовку тез на наукову конференцію за тематикою навчальної дисципліни; за участь з доповіддю на конференції; за наукову статтю.

Порядок та критерії оцінювання проводяться відповідно «Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти» <https://ep3.nuwm.edu.ua/25889/>, а також згідно «Системи оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти (семестровий поточний та підсумковий контроль) зі змінами та доповненнями» <https://ep3.nuwm.edu.ua/21123/>.

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Всі навчально-методичні матеріали у вільному доступі на сторінці дисципліни в Навчальній платформі НУВГП: <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=6591>

Основна література:

1. Jones P. W., Smith P. *Stochastic Processes: An Introduction. Third Edition. Chapman and Hall/CRC. 2017. P. 267.*
2. Kulkarni V.G. *Modeling and Analysis of Stochastic Systems. Third Edition. Chapman and Hall/CRC. 2017. P. 606.*
3. Гармаш О.В. *Теорія випадкових процесів: Задачі для самостійної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. С. 44.*
4. Мішура Ю. С., Ральченко К. В., Шевченко Г. М. *Випадкові процеси: теорія, статистика, застосування : підручник /– 2-ге вид., випр. і допов. К. : ВПЦ "Київський університет", 2021. С. 496 с.*

Додаткова література:

5. Жлуктенко В. І., Тарасова Л. Г., Ігнатова Ю. В. *Стохастичні процеси та моделі в економіці [Електронний ресурс] : навч. посіб. К. : КНЕУ, 2014. С. 230.*
6. Pryshchepa O.V., Lebedev E.O. *On a Multi-Channel Retrial Queueing System. Cybernetics and Systems Analysis. 2017. Vol. 53, №3. P. 441–449.*

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Кабінет Міністрів України. URL: <http://www.kmu.gov.ua/>
2. Законодавство України . URL: <http://rada.gov.ua/>
3. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека. URL: <http://libr.rv.ua/>

Поєднання навчання та досліджень

Студенти можуть додатково виконувати індивідуальні завдання у вигляді досліджень; бути долученими до написання та опублікування наукових статей; приймати участь у науково-практичних конференціях, наукових конкурсах. Здобувачі вищої освіти можуть долучатися до виконання кафедральних науково-дослідних тем, а також тем, що фінансуються з державного бюджету.

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

- Уміння працювати самостійно (виконання індивідуальних завдань, підготовка до занять, пошук інформації з використанням мережі Internet).
- Використання комп'ютерних технологій та відповідного програмного забезпечення для виконання завдань.
- Навички спілкування та критичне мислення: конспектування лекцій, обговорення лекцій, опитування на заняттях, формулювання запитань до викладача, висновки щодо результатів, отриманих на практичних та лабораторних роботах.
- Здатність логічно обґрунтовувати свою позицію, здатність до навчання та прийняття рішень.

Дедлайни та перескладання

Студенти повинні вчасно виконувати та здавати завдання лабораторних занять. Якщо, без вагомої причини, завдання здане невчасно, то бали за нього можуть зніматися. Студент може доздавати завдання на консультаціях та інших парах в межах даної дисципліни. Ліквідація академічної заборгованості здійснюється згідно «Порядку ліквідації академічних заборгованостей здобувачів вищої освіти у НУВГП (нова редакція)», <https://ep3.nuwm.edu.ua/30369>. Згідно цього документу і реалізується право студента на повторне складання підсумкового контролю, повторне вивчення дисципліни чи повторне курс навчання.

Неформальна та інформальна освіта (за потреби)

Студенти мають право на визнання (перезарахування) результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті згідно з відповідним Положенням: <https://nuwm.edu.ua/struktorni-pidrozdili/centr-neformalnoji-osviti/dokumenty>. Зокрема студенти можуть самостійно проходити онлайн-курси на таких навчальних платформах, як Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn та інших, для наступного перезарахування результатів навчання. При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з очікуваними навчальними результатами даної дисципліни (освітньої програми) та перевірялись в підсумковому оцінюванні.

Правила академічної доброчесності

Кожен студент несе індивідуальну відповідальність за виконання поставлених перед ним завдань. Дотримання академічної доброчесності регламентується Положенням про академічну доброчесність в НУВГП, <https://ep3.nuwm.edu.ua/25004/> та Положенням про організацію освітнього процесу у НУВГП, <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/4088>. У разі виявлення академічної недоброчесності зі сторони студента під час виконання завдань, бали не зараховуються, а студенту видається нове завдання. За списування під час проведення модульного контролю чи підсумкового контролю, студент позбавляється подальшого права здавати тестування і отримує академічну заборгованість.

Вимоги до відвідування

Заняття відбуваються в офлайн або онлайн режимі згідно розкладу <http://desk.nuwm.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi>. Консультації проводяться онлайн за допомогою Google Meet за кодом у домовлений зі студентами час. Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись в он-лайн формі (змішана форма навчання) за погодженням з викладачем. У випадку відсутності з поважних причин (індивідуальний план, лікарняний, мобільність тощо) здобувач самостійно опрацьовує теоретичний матеріал і виконує завдання з відповідної практичної або лабораторної роботи. Здобувачі можуть на заняттях використовувати мобільні телефони та ноутбуки, але виключно в навчальних цілях з даної дисципліни.

Автор
Доцент

Оксана ПРИЩЕПА

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №1583
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100