

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОЗИТИВНИХ СИСТЕМ

Викладач: к.ф.-м.н., доц. Леонтєва Вікторія Володимирівна.

Кафедра: фундаментальної та прикладної математики, 1й корп. ЗНУ, ауд. 21-б (1^й поверх)

Email: : vleonteva15@gmail.com

Телефон: (061) 289-12-24 (кафедра), 289-41-11 (деканат)

Інші засоби зв'язку: Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)

Освітня програма, рівень вищої освіти	Прикладна математика. Магістр					
Статус дисципліни	Вибіркова					
Кредити ECTS	3	Навч. рік	2021-2022 3 семестр	Рік навчання - 2	Тижні	14
Кількість годин	90	Кількість змістових модулів¹	6	Лекційні заняття – 14 год Лабораторні заняття – 28 год Самостійна робота – 48 год.		
Вид контролю	Екзамен					
Посилання на курс в Moodle	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=2009					
Консультації: особисті – щотижнево за розкладом (1 год.), I корпус, ауд. 21-б (1 ^й поверх); дистанційні – Zoom, за попередньою домовленістю. <i>Запис на консультації:</i> особисті повідомлення в Moodle						

ОПИС КУРСУ

Метою курсу є надання систематичних знань студентам загальних принципів та підходів до побудови математичних моделей позитивних статичних та динамічних, дискретних та неперервних систем, проведення аналізу побудованих моделей, перевірки основних обмежень, які дозволяють отримувати на нескінченному інтервалі часу розв'язки, що відповідають заданим властивостям моделей. В даному курсі розглядаються методи та приклади побудови й аналізу математичних моделей для різних задач, що оперують позитивними змінними.

Основні завдання курсу:

- вивчення основних понять, аксіом, теорем, на які спирається теорія позитивних систем;
- ознайомлення з поняттям процесу математичного моделювання позитивних систем;
- вивчення основних обмежень, що накладаються на змінні в математичних моделях позитивних систем та забезпечують їх позитивність на нескінченному інтервалі часу;
- надання студентам практичних навичок проведення аналізу вхідних характеристик математичних моделей позитивних систем;
- вивчення існуючих математичних моделей позитивних систем та проведення аналізу динамічних властивостей отримуваних за ними розв'язків;
- надання студентам практичних навичок проведення аналізу керованості позитивних систем;
- ознайомлення з методикою застосування різних підходів теорії автоматичного керування та регулювання (модальне керування, програмне керування) до розв'язання задачі синтезу керованої позитивної системи у випадку невиконання окремих обмежень вхідних характеристик та параметрів математичних моделей.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен

¹ 1 змістовий модуль = 15 годин (0,5 кредита ECTS). Детальна формула розрахунку – в рекомендаціях.



знати:

- основні поняття та визначення теорії позитивних систем;
- основні аксіоми та теореми теорії позитивних систем;
- загальні принципи методики побудови математичних моделей позитивних систем;
- основні види математичних моделей позитивних систем;
- основні обмеження на змінні в математичних моделях позитивних систем та забезпечують їх позитивність на нескінченному інтервалі часу;
- матричний метод розв'язання різницевих та диференціальних векторно-матричних рівнянь;
- умови керованості за Калманом динамічних систем;
- основні принципи застосування різних підходів теорії автоматичного керування та регулювання до розв'язання задачі синтезу керованої позитивної системи;

вміти:

- складати статичні та динамічні математичні моделі позитивних систем;
- перевіряти позитивність вхідних та вихідних характеристик позитивних систем;
- перевіряти керованість за Калманом позитивних систем;
- проводити аналіз математичних моделей позитивних систем;
- отримувати розв'язки за математичними моделями позитивних систем;
- застосовувати модальне керування до керованих позитивних систем;
- застосовувати методику побудови програмних керувань у керованих позитивних системах;
- робити порівняльний аналіз отриманих розв'язків.

ОСНОВНІ НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ

1. Квакуернаак Х. Линейные оптимальные системы управления / Х. Квакернаак, Р. Сиван. – М.: Мир, 1977. – 656 с.
 2. Farina L. Positive systems in the state space approach: main issues and recent results / L. Farina. – Режим доступу: https://www3.nd.edu/~mtns/papers/14900_1.pdf.
 3. Krause U. Positive Dynamical Systems in Discrete Time: Theory, Models, and Applications / Ulrich Krause. – Berlin, Munich, Boston: Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2015. – 363 p. – Режим доступу: <http://zeabooks.com/readbook.php?asin=3110369753&no=348>.
- Презентації, завдання практичних та самостійних робіт, методичні рекомендації до виконання практичних та самостійних робіт, розміщені на платформі Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=2009>.
- + до кожного заняття рекомендуються додаткові джерела (див. Moodle).**

КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

Поточні контрольні заходи:

Теоретичні завдання (опитування на парі) – 4 роботи, виконання і захист кожної оцінюється в 4 бали. Загалом 16 балів.

Лабораторні роботи – 4 роботи, виконання і захист кожної оцінюється в 6 балів. Загалом 24 балів.

Частина теоретичних завдань та лабораторних робіт передбачає представлення їх на занятті. Якщо студент відмовляється представляти доповідь або матеріали, він отримує кількість балів меншу на 1 бал.

Поточні контрольні роботи – 2 тести по 10 балів кожен (проводяться на базі Moodle). Загалом 20 балів.



Підсумкові контрольні заходи:

Екзамен складається з 3 запитань: 2 теоретичних та 1 практичного. Методичне забезпечення екзамену: Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=2009> . Оцінювання: теоретичні запитання по 20 балів, практичне завдання – 20 балів. Загалом **40 балів**.

Контрольний захід		Термін виконання	% від загальної оцінки
Поточний контроль (max 60%)			
Змістовий модуль 1	Вид теоретичного завдання: опитування	1, 3 тиждень	4%
	Лабораторна робота №1	3, 4 тиждень	6%
	Тестові завдання контрольної роботи №1	8 тиждень	5%
Змістовий модуль 2	Вид теоретичного завдання: опитування	5, 7 тиждень	4%
	Лабораторна робота №2	7, 8 тиждень	6%
	Тестові завдання контрольної роботи №1	8 тиждень	5%
Змістовий модуль 3	Вид теоретичного завдання: опитування	9, 11 тиждень	4%
	Лабораторна робота №3	11,12 тиждень	6%
	Тестові завдання контрольної роботи №2	14 тиждень	5%
Змістовий модуль 4	Вид теоретичного завдання: опитування	13 тиждень	4%
	Лабораторна робота №4	13,14 тиждень	6%
	Тестові завдання контрольної роботи №2	14 тиждень	5%
Підсумковий контроль (max 40%)			
Два теоретичних завдання екзамену		За розкладом	20%
Практичне завдання екзамену		За розкладом	20%
Разом			100%

Критерії оцінювання

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		



РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Тиждень і вид заняття	Тема змістового модулю	Зміст і контрольний захід	Кількість балів
Змістовий модуль 1.			
Тиждень 1, 3 Лекція	Основні поняття та визначення теорії позитивних систем. Предмет та задачі курсу. Математичні моделі динаміки позитивних систем.	Предмет та задачі курсу. Основні поняття теорії позитивних систем. Поняття про позитивні змінні. Основні теореми, на які спирається теорія позитивних систем. Поняття про М-матриці та їх основні властивості. Характеристика властивості позитивності систем та умови позитивності для дискретних та неперервних математичних моделей позитивних систем. Загальна характеристика математичних моделей позитивних систем. Основні вимоги до математичних моделей позитивних систем. Види математичних моделей позитивних систем різної фізичної природи, їх аналіз та порівняння. Основні положення з теорії матриць. Умови продуктивності та позитивності матриць у математичних моделях позитивних систем. Опитування на парі.	4
Тиждень 1-3 Лабораторне заняття	Лабораторна робота №1. Основні поняття та визначення теорії позитивних систем. Предмет та задачі курсу. Математичні моделі динаміки позитивних систем.	Розв'язання типових прикладів за темою.	
Тиждень 4 Лабораторне заняття	Лабораторна робота №1. Основні поняття та визначення теорії позитивних систем. Предмет та задачі курсу. Математичні моделі динаміки позитивних систем.	Захист лабораторної роботи №1. Представлення звіту з лабораторної роботи та доповіді. Звіт з лабораторної роботи та доповідь завантажуються в Moodle.	6
Змістовий модуль 2.			
Тиждень 5, 7 Лекція	Побудова та аналіз статичної математичної моделі В.В. Леонтєва.	Схематичне зображення статичної складної системи. Побудова статичної математичної моделі В.В. Леонтєва. Основні обмеження на матриці коефіцієнтів статичної математичної моделі В.В. Леонтєва.	4



Тиждень і вид заняття	Тема змістового модулю	Зміст і контрольний захід	Кількість балів
	<p>Побудова та аналіз динамічних математичних моделей В.В. Леонтьєва.</p>	<p>Отримання розв'язку за побудованою математичною моделлю. Аналіз отриманих результатів. Схематичне зображення розімкненої динамічної складної системи. Побудова дискретної та неперервної математичних моделей В.В. Леонтьєва. Основні обмеження на матриці коефіцієнтів у побудованих математичних моделях. Отримання розв'язків за побудованими математичними моделями. Визначення умови рівноваги в моделях та перевірка збіжності отримуваних розв'язків за динамічними моделями до розв'язку статичної моделі В.В. Леонтьєва. Графічне зображення отриманих розв'язків. Аналіз отриманих результатів. Визначення умов, за якими отримані розв'язки є нестійкими за Ляпуновим.</p> <p>Опитування на парі.</p>	
<p>Тиждень 5-7 Лабораторне заняття</p>	<p>Лабораторна робота №2. Побудова та аналіз статичної математичної моделі В.В. Леонтьєва. Побудова та аналіз динамічних математичних моделей В.В. Леонтьєва.</p>	<p>Розв'язання типових прикладів за темою.</p>	
<p>Тиждень 8 Лабораторне заняття</p>	<p>Лабораторна робота №2 Побудова та аналіз статичної математичної моделі В.В. Леонтьєва. Побудова та аналіз динамічних математичних моделей В.В. Леонтьєва.</p>	<p>Захист лабораторної роботи №2. Представлення звіту з лабораторної роботи та доповіді. Звіт з лабораторної роботи та доповідь завантажуються в Moodle.</p>	<p>6</p>
	<p>Контрольна робота №1</p>	<p>Тестування в Moodle. Перевіряється on-line.</p>	<p>10</p>



Тиждень і вид заняття	Тема змістового модулю	Зміст і контрольний захід	Кількість балів
Змістовий модуль 3.			
Тиждень 9, 11 Лекція	Побудова та аналіз динамічних математичних моделей С. Карліна	Схематичне зображення розімкненої динамічної складної системи. Побудова дискретної та неперервної математичних моделей С. Карліна. Основні обмеження на матриці коефіцієнтів у побудованих математичних моделях. Отримання розв'язків за побудованими математичними моделями. Визначення умови рівноваги в моделях та перевірка збіжності отримуваних розв'язків за динамічними моделями до розв'язку статичної моделі В.В. Леонтєва. Графічне зображення отриманих розв'язків. Аналіз отриманих результатів. Опитування на парі.	4
Тиждень 9-11 Лабораторне заняття	Лабораторна робота №3 Побудова та аналіз динамічних математичних моделей С. Карліна	Розв'язання типових прикладів за темою.	
Тиждень 12 Лабораторне заняття	Лабораторна робота №3 Побудова та аналіз динамічних математичних моделей С. Карліна	Захист лабораторної роботи №3. Представлення звіту з лабораторної роботи та доповіді. Звіт з лабораторної роботи та доповідь завантажуються в Moodle.	6
Змістовий модуль 4.			
Тиждень 13 Лекція	Побудова та аналіз математичних моделей динаміки позитивних систем балансового типу	Схематичне зображення розімкненої динамічної позитивної системи. Побудова дискретної та неперервної математичних моделей позитивної динамічної системи балансового типу. Відмінності від моделей В.В.Леонтєва та С.Карліна. Основні обмеження на матриці коефіцієнтів у побудованих математичних моделях. Отримання розв'язків за побудованими моделями. Визначення умови рівноваги в моделях та перевірка збіжності отримуваних розв'язків за динамічними моделями до розв'язку статичної моделі В.В. Леонтєва. Графічне зображення отриманих розв'язків. Аналіз отриманих результатів. Опитування на парі.	4



Тиждень і вид заняття	Тема змістового модулю	Зміст і контрольний захід	Кількість балів
Тиждень 13-14 Лабораторне заняття	Лабораторна робота №4 Побудова та аналіз математичних моделей динаміки позитивних систем балансового типу	Розв'язання типових прикладів за темою. Захист лабораторної роботи №4. Представлення звіту з лабораторної роботи та доповіді. Звіт з лабораторної роботи та доповідь завантажуються в Moodle.	6
	Контрольна робота №2	Тестування в Moodle. Перевіряється on-line.	10

ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

1. Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами / Андреев Ю.Н. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1976. – 424 с.
2. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости / Барбашин Е.А. – М.: Наука, 1967. – 223 с.
3. Болнокин В.Е. Анализ и синтез систем автоматического управления на ЭВМ. Алгоритмы и программы / В.Е. Болнокин, П.И. Чинаев. – М.: Радио и связь, 1986. – 248 с.
4. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Бусленко Н. П. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
5. Воронов А.А. Введение в динамику сложных управляемых систем / Воронов А.А. – М.: Наука. Главная редакция физико-математических наук, 1985. – 352 с.
6. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Гантмахер Ф.Р. – М.: Наука, 1988. – 552 с.
7. Гельфонд А.О. Исчисление конечных разностей. – М.: Физматгиз, 1959. – 400 с.
8. Иванов В.А., Чемоданов Б.К., Медведев В.С. Математические основы теории автоматического регулирования: [учеб. пособ. для вузов] / Иванов В.А., Чемоданов Б.К., Медведев В.С.; под ред. Б.К. Чемоданова. – М.: Высшая школа, 1971. – 808 с.
9. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике / Карлин С. – М.: Мир, 1964. – 838 с.
10. Квакернаак Х. Линейные оптимальные системы управления / Х. Квакернаак, Р. Сиван. – М.: Мир, 1977. – 656 с.
11. Кириченко Н.Ф. Введение в теорию стабилизации движения / Кириченко Н.Ф. – К.: Вища школа, 1978. – 184 с.
12. Кириченко Н.Ф. Оптимальный синтез структур для линейных систем управления / Н.Ф. Кириченко, В.Т. Матвиенко // Проблемы управления и информатики. – 1996. – №1,2. – С. 162 – 171.
13. Кириченко Н.Ф., Матвиенко В.Т. Оптимизация в задаче модального управления / Н.Ф. Кириченко, В.Т. Матвиенко // Вопросы оптимизации в динамических системах с непрерывно-дискретными параметрами. – К.: Наукова думка, 1980. – С. 27-34.
14. Кобринский Н.Е. Точность экономико-математических моделей / Н.Е. Кобринский, В.И. Кузьмин. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 255 с.
15. Красносельский М.А. Позитивные линейные системы: метод положительных операторов / Красносельский М.А., Лифшиц Е.А., Соболев А.В. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 256 с.
16. Красовский Н.Н. Теория управления движением / Красовский Н.Н. – М.: Наука, 1968. – 476 с.
17. Леонтьева В.В. Построение и анализ замкнутых дискретной и непрерывной математических моделей позитивных динамических систем балансового типа / В.В. Леонтьева // Шоста регіональна наукова конференція молодих дослідників «Актуальні проблеми математики та інформатики» (24-25 квітня 2008 р., м. Запоріжжя). Збірка тез доповідей. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – С. 34-37.



18. Математическое моделирование: Процессы в сложных экономических и экологических системах / Под ред. А.А. Самарского, Н.Н. Моисеева, А.А. Петрова. – М.: Наука, 1986. – 294 с.
19. Молчанов А.А. Моделирование и проектирование сложных систем / Молчанов А.А. – К.: Выща школа, 1988. – 520 с.
20. Неймарк Ю.И. Динамические системы и управляемые процессы / Неймарк Ю.И. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1978. – 336 с.
21. Основы теории оптимального управления / [Кротов В.Ф., Лагоша Б.А., Лобанов С.М. и др.] ; под ред. В.Ф. Кротова – М.: Высшая школа, 1990. – 430 с.
22. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление / Ройтенберг Я.Н. – М.: Наука, 1971. – 396 с.
23. Савин М.М. Теория автоматического управления: учеб. пособие / М.М. Савин, В.С. Елсуков, О.Н. Пятна; под ред. д.т.н., проф. В.И. Лачина. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 469 с.
24. Сейдж Э.П., Уайт III Ч.С. Оптимальное управление системами / Э.П.Сейдж, Ч.С. III Уайт. – М.: Радио и связь, 1982. – 392 с.
25. Спици К. Теория управления: Идентификация и оптимальное управления / Спици К., Браун Р., Гудвин Дж.; пер. с англ. Ю.Ф. Кичатова. – М.: Мир, 1973. – 248 с.
26. Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления / Стрейц В.; пер. с англ. Э.Д. Аведьяна; под ред. Я.З.Цыпкина. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 296 с.

Додаткова

1. Benvenuti L. Filtering through combination of positive filters / L.Benvenuti, L. Farina, B.D.O. Anderson // IEEE Trans. Circuits Syst. I. – Vol. 46, Dec. – P. 1431-1440.
2. Caswell H. Matrix Population Models: Construction, Analysis, and Interpretation / Caswell H. – [2nd ed.]. – Sunderland (Massachusetts): Sinauer Associates. – 722 p.
3. Hirsch M.W. Competitive and cooperative systems: mini-review. Positive systems / M.W. Hirsch, H. Smith // Lecture Notes in Control and Inform. Sci. – 2003. – Vol. 294. – P. 183-190.
4. Kaczorek T. Some recent developments in positive systems / T.Kaczorek // Proc. 7th Conf. on Dynamical Systems: Theory and Applications. – Łydz, 2003. – P. 25-35.
5. Krause U. Concave Perron-Frobenius theory and applications / U. Krause // Nonlinear Analysis (TMA). – 2001. – Vol. 47. – P. 1457-1466.
6. Maruyama T. Nonlinear and Convex Analysis in Economic Theory / T. Maruyama, W. Takahashi. – Eds. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag. – 1995. – P. 181-195.
7. Rumchev V.G. Controllability of positive linear discrete-time systems / V.G. Rumchev, D.J.G. James // International Journal of Control. – 1989. – No. 50. – P. 845-857.
8. Seneta E. Non-Negative Matrices and Markov Chains / Seneta E. – [2nd ed.]. – New York: Springer, 1981. – 288 p.
9. Valcher M.E. Controllability and reachability criteria for discrete-time positive systems / M.E. Valcher // International Journal of Control. – 1996. – Vol. 65. – P. 511-536.
10. van den Hof J.M. Realization of positive linear systems / J.M. van den Hof // Linear Algebra and its Applications. – 1997. – Vol. 256. – P. 287-308.
11. Zaslavsky B.G. Positive realizability of linear control systems / B.G. Zaslavsky // Automath. Telemekh. – 1989. – Vol. 6. – P. 13-22.
12. Алилуйко А.Н. Инвариантные множества и устойчивость линейных дифференциальных систем произвольного порядка / А.Н.Алилуйко, А.Г. Мазко // Метод функций Ляпунова и его приложения : Тези Восьмої Кримської Міжнародної математичної школи (10–17 вересня 2006 р., Алушта). – Сімферополь: Нац. Таврійський ун-т України, 2006. – С. 10.
13. Алілуйко А.М. Інваріантні конуси та стійкість лінійних динамічних систем / А.М.Алілуйко, О.Г.Мазко // Укр. мат. журн. – 2006. – Т.58, № 11. – С. 1446–1461.
14. Зінчук М.О. Взаємне перетворення неперервних та дискретних моделей лінійних динамічних систем у виродженому випадку / М.О.Зінчук, В.В.Новицький // Сучасні проблеми аналітичної



- механіки: Збірник праць Інституту математики НАН України.– К.: Ін-т математики НАН України, 2004. – Т.1, № 2. – С. 94-105.
15. Иванилов Ю.П. Математические модели в экономике: [учеб. пособ. для вузов] / Ю.П. Иванилов, А.В. Лотов. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 304 с.
 16. Крейн М.Г. Линейные операторы, оставляющие инвариантным конус в пространстве Банаха / М.Г. Крейн, М.А. Рутман // Успехи мат. наук. – 1948. – Т. 3, № 1. – С. 3–95.
 17. Моисеев Н.Н. Простейшие математические модели экономического прогнозирования / Моисеев Н.Н. – М.: Знание, 1975. – 63 с.
 18. Немчинов В.С. Экономико-математические методы и модели / Немчинов В.С. – М.: Мысль, 1965. – 478 с.
 19. Чезари Л. Асимптотическое поведение и устойчивость решений обыкновенных дифференциальных уравнений / Чезари Л.; под ред. В.В. Немыцкого; пер. с англ. – М.: Мир, 1964. – 477 с.
 20. Экланд И. Элементы математической экономики / Экланд И.; под ред. А.А. Корбута; пер с франц. – М.: Мир, 1983. – 248 с.
 21. Экономико-математические методы и прикладные модели: учеб. пособие для вузов / [В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.] ; под ред. В.В. Федорсеева. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 391 с.

Інформаційні ресурси

1. Abara P.U. On the stability of positive nonlinear systems: Cooperative and concave system dynamics with applications to distributed networks / Abara P.U. – Padova: University of Padova; Linköping: Linköping University, 2014. – 77 p. – Режим доступу: <http://tesi.cab.unipd.it/47179/1/UgoAbara1057486.pdf>. – Назва з екрана.
2. Bokharaie V.S. Stability Analysis of Positive Systems with Applications to Epidemiology / V.S. Bokharaie. – Hamilton: Hamilton Institute, 2012. – 166 p. – Режим доступу: http://www.hamilton.ie/publications/Vahid_Thesis.pdf. – Назва з екрана.
3. Control system // Wikipedia, the free encyclopedia. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Control_system. – Назва з екрана.
4. Farina L. Positive Linear Systems: Theory and Applications / L. Farina, S. Rinaldi. – New York, Chichester: John Wiley & Sons, 2011. – 318 p. – Режим доступу: https://books.google.com.ua/books?id=uuMdlpC5h3EC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_g_e_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. – Назва з екрана.
5. Farina L. Positive systems in the state space approach: main issues and recent results / L. Farina. – Режим доступу: https://www3.nd.edu/~mtns/papers/14900_1.pdf. – Назва з екрана.
6. Krause U. Positive Dynamical Systems in Discrete Time: Theory, Models, and Applications / Ulrich Krause. – Berlin, Munich, Boston: Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2015. – 363 p. – Режим доступу: <http://zeabooks.com/readbook.php?asin=3110369753&no=348>. – Назва з екрана.
7. Palm W. J. System dynamics / William J. Palm III. – 3rd edition. – New York: McGraw-Hill, 2014. – 926 p. – Режим доступу: <http://zeabooks.com/readbook.php?asin=0073398063&no=928>. – Назва з екрана.
8. Positive Systems // Wikipedia, the free encyclopedia. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Positive_systems. – Назва з екрана.
9. Rami M.A. Positive observation problem for linear discrete positive systems / M. Ait Rami, F. Tadeo // Proceedings of the IEEE Conference on Decision and Control, December 13-15, 2006, San Diego, CA, USA. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/224700213_Positive_observation_problem_for_linear_discrete_positive_systems. – Назва з екрана.



10. Rami M.A. Positive observation problem for linear time-delay positive systems / M. Ait Rami, U. Helmke, F. Tadeo // Proceedings of the 15th Mediterranean Conference on Control & Automation, July 27-29, 2007, Athens, Greece. – Режим доступу: <http://advantech.gr/med07/papers/T19-027-598.pdf>;
https://www.researchgate.net/publication/4312678_Positive_observation_problem_for_linear_time-delay_positive_systems. – Назва з екрана.
11. Shorten R. A Positive Systems Model of TCP-Like Congestion Control: Asymptotic Results / R. Shorten, F. Wirth, D. Leith // Transactions on networking. – 2006. – Vol. 14, No. 3. – P. 616-629. – Режим доступу: <http://eprints.maynoothuniversity.ie/1764/1/HamiltonPositiveSystems.pdf>. – Назва з екрана.
12. Wang G. Positive observer design for discrete-time positive system with missing data in output / Guoliang Wang, Boyu Li, Qingling Zhang, Chunyu Yang // Neurocomputing. – 2015. – No.168. – P. 427–434. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/283655824_Positive_observer_design_for_discrete-time_positive_system_with_missing_data_in_output. – Назва з екрана.
13. Краснощеков П.С. Принципы построения моделей. [Электронный ресурс] / П.С. Краснощеков, А.А. Петров. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 264 с. – Режим доступа: http://www.studmed.ru/krasnoschekov-ps-petrov-aa-principyu-postroeniya-modeley_157d821bba6.html
14. Михайлов А.П. Математическое моделирование. [Электронный ресурс] / А.П. Михайлов под ред. Дж. Эндрюса, Р. Мак-Лоуна; пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 278 с. – Режим доступа: <http://techlibrary.ru/bookpage.htm>
15. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. [Электронный ресурс] / Н.Н.Моисеев. – М.: Наука, 1981. – 488 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/937361/>
16. Петров А.А. Опыт математического моделирования экономики. [Электронный ресурс] / А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин. – М.: Энергоиздат, 1996. – 544 с. – Режим доступа: <http://simulation.su/uploads/files/default/immod-2005-1-32-41.pdf>
17. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов. [Электронный ресурс] / В.Г. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкредидзе, Е.Ф. Мищенко. – М.: Гостехиздат, 1961. – 392 с. – Режим доступа: <http://log-in.ru/books/matematiceskaya-teoriya-optimalnykh-processov-pontiryagin-l-s-boltyanskiiy-v-g-gamkrelidze-r-v-mishenko-e-f-nauka-i-obrazovanie>.
18. Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс] / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с. – Режим доступа: <http://padabum.com/d.php?id=21299>



РЕГУЛЯЦІЯ І ПОЛІТИКИ КУРСУ²

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Відвідування занять обов'язкове, оскільки курс зорієнтовано на максимальну практику використання методики прийняття рішення. Очікується, що і викладач, і студенти в аудиторії постійно застосовують методики прийняття рішення до задач різної фізичної природи.. Будь ласка, беріть участь у дискусіях, навіть якщо соромитесь чи не впевнені у своїх знаннях!

Завдання мають бути виконані перед заняттями. Пропуски можливі лише з поважної причини. Відпрацювання пропущених занять має бути регулярним за домовленістю з викладачем у години консультацій. Накопичення відпрацювань неприпустиме! За умови систематичних пропусків може бути застосована процедура повторного вивчення дисципліни (див. посилання на Положення у додатку до силабусу).

Політика академічної доброчесності

Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Письмові завдання з використанням часткових або повнотекстових запозичень з інших робіт без зазначення авторства – це *плагіат*. Використання будь-якої інформації (текст, фото, ілюстрації тощо) мають бути правильно процитовані з посиланням на автора! Якщо ви не впевнені, що таке плагіат, фабрикація, фальсифікація, порадьтеся з викладачем. До студентів, у роботах яких буде виявлено списування, плагіат чи інші прояви недоброчесної поведінки можуть бути застосовані різні дисциплінарні заходи (див. посилання на Кодекс академічної доброчесності ЗНУ в додатку до силабусу).

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Будь ласка, вимкніть на беззвучний режим свої мобільні телефони та не користуйтеся ними під час занять. Мобільні телефони відволікають викладача та ваших колег. Під час занять заборонено надсилання текстових повідомлень, прослуховування музики, перевірка електронної пошти, соціальних мереж тощо. Електронні пристрої можна використовувати лише за умови виробничої необхідності в них (за погодженням з викладачем).

Комунікація

Очікується, що студенти перевірятимуть свою електронну пошту і сторінку дисципліни в Moodle та реагуватимуть своєчасно. Всі робочі оголошення можуть надсилатися через старосту, на електронну пошту та розміщуватимуться в Moodle. Будь ласка, перевіряйте повідомлення вчасно. Ел. пошта має бути підписана справжнім ім'ям і прізвищем. Адреси типу user123@gmail.com не приймаються!

² Тут зазначається все, що важливо для курсу: наприклад, умови допуску до лабораторій, реактивів тощо. Викладач сам вирішує, що треба знати студенту для успішного проходження курсу!



ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ ЗНУ – 2020-2021 рр.

ГРАФІК НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ 2020-2021 н. р. (посилання на сторінку сайту ЗНУ)

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ. Студенти і викладачі Запорізького національного університету несуть персональну відповідальність за дотримання принципів академічної доброчесності, затверджених **Кодексом академічної доброчесності ЗНУ**: <https://tinyurl.com/ya6yk4ad>. Декларація академічної доброчесності здобувача вищої освіти (додається в обов'язковому порядку до письмових кваліфікаційних робіт, виконаних здобувачем, та засвідчується особистим підписом): <https://tinyurl.com/y6wzzlu3>.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до *Положення про організацію та методу проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається *Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються *Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА. Порядок зарахування результатів навчання, підтверджених сертифікатами, свідоцтвами, іншими документами, здобутими поза основним місцем навчання, регулюється *Положенням про порядок визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті*: <https://tinyurl.com/y8gbt4xs>.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються *Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/ycyfws9v>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: *Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; *Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога (061)228-15-84 (щоденно з 9 до 21).

ЗАПОБІГАННЯ КОРУПЦІЇ. Уповноважена особа з питань запобігання та виявлення корупції (Воронков В. В., 1 корп., 29 каб., тел. +38 (061) 289-14-18).

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь-ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ. Наукова бібліотека: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок – п'ятниця з 08.00 до 17.00; субота з 09.00 до 15.00.

ЕЛЕКТРОННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): <https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресами:

- для студентів ЗНУ - moodle.znu@gmail.com, Савченко Тетяна Володимирівна
- для студентів Інженерного інституту ЗНУ - alexvask54@gmail.com, Василенко Олексій Володимирович

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

Центр інтенсивного вивчення іноземних мов: <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

Центр німецької мови, партнер Гете-інституту: <https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocnu/nim>

Школа Конфуція (вивчення китайської мови): <http://sites.znu.edu.ua/confucius>