

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ»**

Кафедра комп'ютерних наук, інформаційних технологій та
прикладної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з навчально-
виховної роботи



Галина ЄВССЄВА

« 02 » вересня 2021 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія оптимального управління динамічними процесами

спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»
освітньо-професійна програма	«Комп'ютерні науки»
освітній ступінь	бакалавр
форма навчання	денна
розробник	Єршова Ніна Михайлівна

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Теорія оптимального управління динамічними процесами» входить до варіативних компонентів циклу професійної підготовки освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки». Предметом вивчення навчальної дисципліни є математичні моделі і методи дослідження коливального процесу динамічних систем і оптимального проектування процесу взаємодії підприємств в спільному підприємстві та технології їх реалізації в системах моделювання і комп'ютерних програмах. Розглядається проблема створення процесів і систем з потрібними динамічними властивостями. Для забезпечення стабільного функціонування підприємств в спільному підприємстві необхідно мати методики процесу їх взаємодії, на основі яких можна визначити частки потоків проміжної і кінцевої продукції. Створені методики оптимального проектування і визначення раціональних параметрів процесу взаємодії трьох підприємств в спільному підприємстві з виробництвом та збуту продукції. Оптимальне проектування виконується на основі методу динамічного програмування. Обґрунтований вибір вагових коефіцієнтів квадратичного функціоналу якості. Крім квадратичного функціоналу якості, запроваджено додаткові обмеження. Виконується: аналіз стійкості коливального процесу динамічних систем по коренням характеристичного рівняння, фазової траєкторії і критерію Гурвица; дослідження вимушених коливань інамічних систем; визначення раціональних значень проміжної продукції трьох підприємств шляхом варіантного моделювання. Математичні моделі реалізуються в системі динамічного моделювання SimInTech і комп'ютерній програмі «ОПТИМА».

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
				VIII
Всього годин за навчальним планом, з них:	150	5		150
Аудиторні заняття, у т.ч:	52			52
лекції	22			22
лабораторні роботи	30			30
практичні заняття				
Самостійна робота, у т.ч:	98			98
підготовка до аудиторних занять	30			30
підготовка до контрольних заходів	2			2
виконання курсового проекту або роботи				
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	36			36
підготовка до екзамену	30	1		30
Форма підсумкового контролю				екзамен

3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни: формування систем теоретичних і прикладних знань з методології та інструментарію побудови і використання різних типів математичних моделей динамічних процесів.

Завдання дисципліни: вивчення основних методів і алгоритмів аналітичного проектування динамічних процесів, принципів постановки задач, побудови математичних моделей динамічних процесів, їх комп'ютерних схем моделювання, технології реалізації в системах моделювання, комп'ютерних програмах і аналіз результатів з метою використання в практиці.

Пререквізити дисципліни: дисципліна побудована на знаннях, які отримані з дисциплін: «Лінійна алгебра», «Аналітична геометрія», «Математичний аналіз», «Диференціальні рівняння», «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси та математична статистика», «Алгоритмізація та програмування», «Математичні методи дослідження операцій», «Теорія прийняття рішень», «Моделювання систем».

Постреквізити дисципліни: Знання, які бакалаври отримують під час вивчення дисципліни «Теорія оптимального управління динамічними процесами», будуть використані при виконанні кваліфікаційної роботи, а також в професійної і наукової діяльності.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерних наук, інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

СК-1. 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 в галузі комп'ютерних наук, інтерпретування отриманих результатів.

СК-2. Здатність до виявлення закономірностей випадкових явищ, застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів реального світу.

СК-7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання, реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити експерименти за програмою моделювання з обробкою й аналізом результатів.

Програмні результати навчання.

РН-4. Оцінювати предмет навчальної діяльності, визначати загальну мету і конкретні задачі, вибирати адекватні засоби їх розв'язання для досягнення результату, здійснювати необхідний самоконтроль, використовувати довідкову літературу і технічну документацію, розвивати та застосовувати у професійній діяльності свої творчі здібності, організовувати робоче місце, планувати робочий час.

РН-8. Проводити аналіз сильних і слабких сторін рішення, зважувати і аналізувати можливості і ризики ухвалених рішень, оцінювати ефективність прийнятих рішень.

РН-11. Реалізовувати систему моральних стосунків у професійній діяльності.

РН-12. Ефективно використовувати сучасний математичний апарат в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі аналізу, синтезу та проектування інформаційних систем за галузями.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- типи динамічні ланки і їх характеристики;
- методи розробки математичних моделей динамічних процесів виробничих і технічних систем;
- засоби створення для математичної моделі комп'ютерної схеми моделювання;
- методи аналізу динамічних процесів;
- технологію реалізації математичних моделей в системах моделювання і комп'ютерних програмах.

вміти:

- створити математичну модель розглянутих задач;
- отримати результати з допомогою програми «ОПТИМА»;
- отримати результати в системі динамічного моделювання SimInTech;
- виконати аналіз результатів дослідження.

Методи навчання: словесні методи (лекція); наочні методи (ілюстрація); практичні методи (вправа, практична робота).

Форми навчання: фронтальні; групові; аудиторні; позааудиторні.

4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
Змістовий модуль 1. Моделювання і оптимізація коливального процесу динамічних систем					
Розробка математичних моделей коливального процесу динамічних систем	8	2		2	4
Аналіз стійкості коливального процесу динамічних систем	16	4		4	8
Моделювання вимушених коливань динамічних систем	22	2		8	12
Оптимальне проектування параметрів коливального процесу динамічних систем на основі методу динамічного програмування	14	4		4	6
Разом за змістовим модулем 1	60	12		18	30

Змістовий модуль 2. Оптимальне проектування процесу взаємодії трьох підприємств спільного підприємства					
Оптимізація параметрів процесу взаємодії трьох підприємств в спільному підприємстві з виробництва та збуту продукції	32	6		6	20
Визначення раціональних значень проміжної продукції трьох підприємств шляхом варіантного моделювання	28	4		6	18
Разом за змістовим модулем 2	60	10		12	38
Підготовка до екзамену	30				30
Усього годин	150	22		30	98

5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Розробка математичних моделей коливального процесу динамічних систем. Математична модель вільних і вимушених коливань динамічних систем. Розробка структурних схем і комп'ютерних схем моделювання.	2
2-3	Аналіз стійкості коливального процесу динамічних систем: по коренням характеристичного рівняння, фазової траєкторії і критерію Гурвица.	4
4	Моделювання вимушених коливань динамічних систем. Дослідження вимушених коливань динамічних систем та одержання рівнянь резонансу і биття.	2
5-6	Оптимальне проектування параметрів коливального процесу динамічних систем на основі методу динамічного програмування. Загальні відомості. Розробка математичних моделей. Оптимізація параметрів коливального процесу динамічних систем матричним методом динамічного програмування. Вибір вагових коефіцієнтів квадратичного функціоналу якості. Створення алгоритму пошуку проектних рішень.	4
7-9	Оптимізація параметрів процесу взаємодії трьох підприємств в спільному підприємстві з виробництва та збуту продукції. Загальні відомості. Розробка математичних моделей. Оптимізація параметрів процесу взаємодії трьох підприємств матричним методом динамічного програмування. Вибір вагових коефіцієнтів квадратичного функціоналу якості. Створення алгоритму пошуку проектних рішень. Методика роботи користувача з програмою «ОРТІМА». Моделювання процесу взаємодії трьох підприємств в спільному підприємстві.	6
10-11	Визначення раціональних значень проміжної продукції трьох підприємств спільного підприємства з виробництва та збуту продукції шляхом варіантного моделювання. Програма досліджень і її реалізація в системі динамічного моделювання SimInTech. Технологія одержання функцій апроксимації.	4

6. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1, 2	Робота № 1. Аналіз стійкості коливального процесу динамічних систем	4
3-6	Робота № 2. Дослідження вимушених коливань динамічних систем	8
10-12	Робота № 3. Оптимальне проектування процесу взаємодії трьох підприємств в спільному підприємстві	6
13-15	Робота № 4. Визначення раціональних значень проміжної продукції трьох підприємств спільного підприємства	6

7. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичні роботи навчальним планом не передбачені.

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до аудиторних занять	30
2	Підготовка до контрольних заходів	2
3	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях:	36
	Постановка задач оптимізації. Метод невизначених множників Лагранжа. Принцип максимуму Л.С. Понтрягіна. Динамічне програмування Р. Беллмана.	
4	Підготовка до екзамену	30
	Всього	98

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю з дисципліни «Теорія оптимального управління динамічними процесами» є усний метод, письмовий, самоконтроль та самооцінка.

10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Структура оцінювання видів навчальної роботи студента у кожному змістовому модулі

Змістовий модуль 1. Моделювання і оптимізація коливального процесу динамічних систем

№ п/п	Вид навчальної роботи студента	Максимальна кількість балів
1.	Виконання лабораторних робіт:	40 (20 балів * 2 лабораторні роботи)
	1. Аналіз стійкості коливального процесу динамічних систем	
	2. Дослідження вимушених коливань динамічних систем	
2.	Захист лабораторних робіт	20
	Разом	100

Змістовий модуль 2. Оптимальне проектування процесу взаємодії трьох підприємств спільного підприємства

№ п/п	Вид навчальної роботи студента	Максимальна кількість балів
1.	Виконання лабораторних робіт: 1. Оптимальне проектування процесу взаємодії трьох підприємств в спільному підприємстві	40 (20 балів * 2 лабораторні роботи)
	2. Визначення раціональних значень проміжної продукції трьох підприємств спільного підприємства	
2.	Захист лабораторних робіт	20
Разом		100

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Максимальна кількість балів за виконання однієї лабораторної роботи – 40. Загальна кількість лабораторних робіт – 2.

Кількість балів «40» – ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав обсяг робіт відповідно до передбаченого варіанта. Моделювання задач виконано логічно послідовно, отримано правильні результати. Робота оформлена охайно.

Кількість балів «37-39» – ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав обсяг робіт відповідно до передбаченого варіанта. Моделювання задач виконано логічно послідовно, отримано в цілому правильні результати, однак мають місце несуттєві помилки. Робота оформлена охайно.

Кількість балів «34-36» – ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав обсяг робіт відповідно до передбаченого варіанта. Моделювання задач виконано логічно послідовно, отримано в цілому правильні результати, однак мають місце несуттєві помилки. Робота оформлена не досить охайно.

Кількість балів «20-33» – ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав обсяг робіт відповідно до передбаченого варіанта. При моделюванні задач отримано в цілому правильні результати, однак мають місце суттєві помилки. Робота оформлена не досить охайно.

Кількість балів «11-19» – ставиться, якщо студент у відведений час неповністю виконав обсяг робіт відповідно до передбаченого варіанта, не всі отримані результати є правильними, робота оформлена неохайно.

Кількість балів «0-10» – ставиться, якщо студент у відведений час не виконав обсяг робіт відповідно до передбаченого варіанта, при моделюванні задач мають місце суттєві помилки.

Критерії оцінювання захисту лабораторних робіт

Максимальна кількість балів за захист однієї лабораторної роботи – 10. Загальна кількість лабораторних робіт – 2.

При захисті лабораторної роботи студент повинен відповісти на 2 питання щодо даної роботи. Максимальна кількість балів за відповідь на 1 питання – 5 балів.

Відповідь на питання

Кількість балів «5» – ставиться студенту за повну, змістовну, правильну відповідь на питання щодо даної роботи.

Кількість балів «4» – ставиться студенту за загалом правильну відповідь на питання щодо даної роботи. Але відповідь не повністю розкриває суть питання.

Кількість балів «3» – ставиться студенту за відповідь на питання щодо даної роботи, в якій не повністю розкривається суть поставленого питання і мають місце різні незначні помилки.

Кількість балів «0-2» – ставиться студенту за відсутність конкретної відповіді на питання щодо даної роботи. Відповідь носить поверхневий безсистемний характер, наявні грубі помилки, що свідчить про відсутність у студента мінімуму знань з дисципліни.

Критерії оцінювання знань студентів на екзамені

Максимальна кількість балів на екзамені – **100**.

Екзамен проводиться в письмовий формі у вигляді відповідей на білети, що містять теоретичні і практичні запитання з вивченого матеріалу дисципліни. Білет містить три питання (2 теоретичних і 1 практичне завдання).

Максимальна кількість балів за відповідь на одне теоретичне питання – 25. Загальна кількість теоретичних питань – 2.

- **25 балів** ставиться за змістовну, логічно послідовну, правильну відповідь на теоретичне питання;
- **16-24 балів** ставиться за змістовну, логічно послідовну, загалом правильну відповідь на теоретичне питання, але окремі підпункти питання розкриті не в повному обсязі, мають місце незначні помилки;
- **10-15 балів** ставиться за відповідь на теоретичне питання, якщо студент надав поверхову відповідь. Допущені суттєві помилки, відсутня логічна послідовність відповіді;
- **0-9 балів** ставиться студенту за відсутність конкретних відповідей на теоретичне питання, відповідь носить безсистемний характер і свідчить про відсутність у студента мінімуму знань з дисципліни.

Максимальна кількість балів за виконання практичного завдання 50 балів.

- **50 балів** ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав завдання і відповів на поставлені питання;
- **40-49 балів** ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав завдання і відповів на поставлені питання; при виконанні практичних розрахунків допущені незначні помилки, наприклад, при аналізі результатів розрахунків.
- **30-39 балів** ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав завдання, а при виконанні практичних розрахунків допущені незначні помилки; студент відповів на поставлені питання;
- **20-29 балів** ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав завдання, а при виконанні практичних розрахунків допущені значні помилки; студент відповів на поставлені питання;
- **10-19 балів** ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав завдання, при виконанні практичних розрахунків допущені значні помилки, наприклад, при створенні комп'ютерної схеми моделювання, і студент не відповів на поставлені питання;
- **0-9 балів** ставиться за відсутність розв'язання задачі, що свідчить про відсутність у студента мінімуму знань з дисципліни.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середня між оцінкою змістових модулів 1 і 2 та оцінкою екзамену.

11. ПОЛІТИКА КУРСУ

Порядок зарахування пропущених занять:

- пропущена лекція відпрацьовується підготовкою реферату відповідно до теми пропущеного заняття та його захистом.
- пропущені лабораторні заняття відпрацьовуються студентами виконанням відповідної лабораторної роботи самостійно та її захистом.
- пропущені практичні заняття відпрацьовуються студентами виконанням відповідної практичної роботи самостійно.

Зміни в нарахуванні балів у випадках несвоєчасного виконання завдань не відбувається.

Дотримання академічної доброчесності студента передбачає:

- самостійне та добросовісне виконання завдань, в тому числі поточного та підсумкового контролю;
- відповідальне ставлення до своїх обов'язків;
- повага до честі й гідності інших осіб;
- посилення на джерела інформації у разі запозичення ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- використання при виконанні завдань лише перевірених та достовірних джерел інформації.

За порушення академічної доброчесності студент може бути притягнутий до академічної відповідальності (повторне проходження оцінювання).

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Ладієва Л. Р. Оптимальное керування системами: навчальний посібник. К.: НМЦ ВО, 2000. 187 с.
2. Корнієнко В. Ш., Гусев О. Ю., Герасіна О. В., Щокін В. П. Теорія систем керування: підручник. Дніпро: НГУ, 2017. 497 с.
3. Ершова Н. М., Теренчук С. А. Методы моделирования и проектирования сложных динамических систем: учебник для вузов. Днепр: ПГАСА, 2017. 314 с.
4. Ершова Н. М. Современные методы теории проектирования и управления сложными динамическими системами: Монография. Д.: ПГАСА, 2016. 282 с.
5. Карташов Б. А., Шабаев Е. А., Козлов О. С., Щекотуров А. М. Среда динамического моделирования SimInTech: практикум по моделированию технических систем автоматического регулирования. ДМК Пресс, 2017. 424 с.
6. Специальные разделы теории управления. Оптимальное управление динамическими системами: учеб. Пособие / Ю. Ю. Громов, Н. А. Земской, А. В. Лагутин, О. Г. Иванова, В. М. Тютюнник. 2-е изд. Тамбов: Изд-во Тамб. Гос. Техн. Ун-та, 2007. 108 с.

Допоміжна

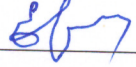
1. Ершова Н. М., Вельмагіна Н. О. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Оптимізація параметрів процесу взаємодії трьох підприємств в спільному підприємстві з виробництва і збуту продукції» з дисципліни «Теорія оптимального управління динамічними процесами» для здобувачів ступеня бакалавр спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» денної і заочної форм навчання. Дніпро: ПДАБА, 2021. 40 с.
2. Ведянова А. О., Милованович Е. В., Слита О. В., Тертычный-Даури В. Ю. Методы теории оптимального управления: учебное пособие. СПб: Ун-т ИТМО, 2021. 219 с.
3. Заболотнов Ю. М. Оптимальное управление непрерывными динамическими системами: Учебное пособие. Самара: Самар. гос. аэрокосмический ун-т, 2005. 117 с.
4. Шишмарев В. Ю. Теория автоматического управления: учебник. М.: Издательский центр «Академия», 2012. 352 с.

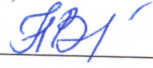
13. INTERNET – РЕСУРСИ

1. Рачков М. Ю. Оптимальное управление в технических системах: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. М.: Изд-во Юрайт, 2019, 120 с. <https://avidreaders.ru/book/optimalnoe-upravlenie-v-tehnicheskikh-sistemah-2.html>
2. Романова И. К. Методы теории оптимального управления в проектировании технических систем: учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. 152 с.

ebooks.bmstu.ru/catalog/201/book1609.html

3. Оптимальное управление в динамических системах. <http://www.mipt.ipu.ru/node/38589>
4. Андреева Е. А. Оптимальное управление динамическими системами: учебное пособие в 2 ч. Том. II. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26627718>
5. Метод динамического программирования. <http://www.myshared.ru/slide/151800/>

Розробник  (Ніна ЄРШОВА)
(підпис)

Гарант освітньої програми  (Наталя ВЕЛЬМАГІНА)
(підпис)

Силабус затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики

Протокол від 30.08.2021 року № 1.