

**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 ЄВСЄВА

03 вересня 2021 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасна теорія управління динамічними системами

| | |
|------------------------------|-------------------------|
| 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 «Сучасна теорія управління динамічними системами» входить до варіативних компонентів циклу професійної підготовки освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки». Предметом вивчення навчальної дисципліни є математичні моделі і методи аналітичного проектування та аналітичного конструювання динамічних систем і технології їх реалізації в системах моделювання. Розглядаються методи аналітичного проектування (невизначених множників Лагранжа, принцип максимуму Л.С. Понтрягіна, динамічне програмування Р. Беллмана, матричний метод динамічного програмування) та аналітичного конструювання (оптимальних фільтрів Калмана-Б'юсі, стохастичне динамічне програмування) динамічних систем, частотний метод розрахунку динамічних показників, принципи постановки задач оптимізації і управління параметрами, побудови математичних моделей динамічних систем, їх структурних схем. Виконується: дослідження вимушених коливань динамічних систем; аналіз стійкості динамічних систем по коренням характеристичного рівняння, фазової траєкторії і критерію Гурвица; оцінка якості динамічних систем по перехідній, амплитудно-частотній характеристикам та динамічним показникам при випадковому зовнішньому обуренні; оптимізація параметрів пружно-дисипативних зв'язків підвіски транспортного екіпажа, вибір вагових коефіцієнтів квадратичного функціоналу якості. Матричним методом динамічного програмування отримуються аналітичні залежності для проектуємих параметрів. Розрахунок динамічних показників проектованої системи виконується з метою перевірки фізичної здійсненності отриманих сукупностей параметрів проектування і забезпечення ними потрібних динамічних властивостей екіпажа в робочому діапазоні швидкостей руху.

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 | | | 90 |
| 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 систем.

Завдання дисципліни: вивчення основних методів і алгоритмів аналітичного проектування та аналітичного конструювання динамічних систем, принципів постановки задач, побудови математичних моделей динамічних систем, їх структурних схем, технології реалізації в системах моделювання 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 «Сучасна теорія управління динамічними системами», 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:

- типови динамічні ланки і їх характеристики;
- методи розробки математичних моделей динамічних систем;
- засоби створення для математичної моделі комп'ютерної схеми моделювання;
- методи аналізу стійкості динамічних систем;
- методи оцінки якості динамічних систем;
- методи проектування процесів і систем з наперед заданими динамічними властивостями;
- технологію реалізації математичних моделей в системах моделювання і комп'ютерних програмах.

вміти:

- створити математичну модель розглянутих задач;
- отримати результати з допомогою комп'ютерних програм «DINAM» і «ОРТІМА»;
- 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 коливань динамічних систем | | | | | |
| Розробка математичних моделей динамічних систем і їх структурних схем | 8 | 2 | | 2 | 4 |
| Стійкість динамічних систем | 16 | 4 | | 4 | 8 |
| Моделювання вимушених коливань динамічних систем | 22 | 2 | | 8 | 12 |
| Оцінка якості динамічних систем | 14 | 4 | | 4 | 6 |
| Разом за змістовим модулем 1 | 60 | 12 | | 18 | 30 |
| Змістовий модуль 2. Проектування і управління параметрами динамічних систем | | | | | |
| Проектування процесів и систем з наперед | 32 | 6 | | 6 | 20 |

| | | | | |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|
| заданими динамічними властивостями | | | | |
| Основи теорії управління параметрами динамічних систем | 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 динамічних систем і їх структурних схем. Математична модель вільних і вимушених коливань колісної машини. Розробка структурних схем і комп'ютерних схем моделювання. | 2 |
| 2-3 | Стійкість динамічних систем. Аналіз стійкості систем по коренням характеристичного рівняння, фазової траєкторії і критерію Гурвица. | 4 |
| 4 | Моделювання вимушених коливань колісної машини, Дослідження вимушених коливань колісної машини, одержання рівнянь резонансу і биття. | 2 |
| 5-6 | Оцінка якості динамічних систем. Оцінка якості динамічних систем по перехідній, амплітудно-частотній характеристикам і динамічним показникам при випадковому зовнішньому обуренні. Характеристики стаціонарних ймовірнісних процесів. Частотний метод розрахунку динамічних показників. Комп'ютерна програма «DINAM». | 4 |
| 7-9 | Проектування процесів и систем з наперед заданими динамічними властивостями. Постановки задач оптимізації. Метод невизначених множників Лагранжа. Принцип максимуму Л.С. Понтрягіна. Динамічне програмування Р. Беллмана. Матричний метод динамічного програмування. Вибір вагових коефіцієнтів квадратичного функціоналу якості. Алгоритм пошуку проектних рішень. Комп'ютерна програма «ОРТИМА». | 6 |
| 10-11 | Основи теорії управління параметрами динамічних систем Загальні відомості про активні віброзахисні системи. Метод оптимальних фільтрів Калмана-Б'юси. Стохастичне динамічне програмування. | 4 |

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичні заняття навчальним планом не передбачені.

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

| № зан. | Тема занять | Кількість годин |
|--------|---|-----------------|
| 1-3 | Робота 1. Аналіз стійкості коливань колісної машини | 6 |
| 4-9 | Робота 2. Дослідження вимушених коливань колісної машини | 12 |
| 10-12 | Робота 3. Оцінка якості колісної машини по динамічним показникам при випадковому зовнішньому обуренні | 6 |
| 13-15 | Робота 4. Оптимальне проектування підвіски колісної машини | 6 |

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 |
| | 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 знань з дисципліни «Сучасна теорія управління динамічними системами» 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 коливань динамічних систем

| № п/п | Вид навчальної роботи студента | Максимальна кількість балів |
|-------|---|---|
| 1. | Виконання лабораторних робіт: | 80 (40 балів * 2 лабораторні роботи) |
| | 1. Аналіз стійкості коливань колісної машини | |
| | 2. Дослідження вимушених коливань колісної машини | |
| 2. | Захист лабораторних робіт | 20 |
| | Разом | 100 |

Змістовий модуль 2. Проектування і управління параметрами динамічних систем

| № п/п | Вид навчальної роботи студента | Максимальна кількість балів |
|-------|--|---|
| 1. | Виконання лабораторних робіт: | 80 (40 балів * 2 лабораторні роботи) |
| | 3. Оцінка якості колісної машини по динамічним показникам при випадковому зовнішньому обуренні | |
| | 4. Оптимальне проектування підвіски колісної машини | |
| 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).

– відповідь на теоретичне питання 1 і 2

25 балів;

- **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.

- 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 конспекту лекцій 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;
- посилання 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. Оптимальне керування системами: навчальний посібник. К.: НМЦ ВО, 2000. 187 с.
2. Ершова Н. М., Теренчук С. А. Методы моделирования и проектирования сложных динамических систем: учебник для вузов. Днепр: ПГАСА, 2017. 314 с.
3. Ершова Н. М. Современные методы теории проектирования и управления сложными динамическими системами: Монография. Д.: ПГАСА, 2016. 282 с.

4. Карташов Б. А., Шабаетв Е. А., Козлов О. С., Щекотуров А. М. Среда динамического моделирования SimInTech: практикум по моделированию технических систем автоматического регулирования. ДМК Пресс, 2017. 424 с.
5. 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.
6. Сучасна теорія управління. Частина 2. Прикладні аспекти сучасної теорії управління: підручник. / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 155 с.

Допоміжна

1. Єршова Н. М., Вельмагіна Н.А., Будянський С. Г.* Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Оптимізація параметрів підвіски транспортного екіпажа» з дисципліни «Сучасна теорія управління динамічними системами» для студентів ступеня бакалавр спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» денної форми навчання Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2019. 25 с.
2. Зарубин В. С. Моделирование: учеб. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 336 с.
3. 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.