



ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНО РІЗНОРІДНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитивна навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5,5 кредитів ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>2 атестації, МКР, розрахункова робота, екзамен</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua <i>науковий ступінь, вчене звання, ПІБ, контактні дані¹</i> Практичні / Лабораторні: o.uzunov@kpi.ua к.т.н., , доцент, Ночніченко Ігор Вікторович, igornoch@gmail.com , к.т.н., ст. викладач, Галецький Олександр Сергійович, haletskijos@gmail.com
Розміщення курсу	<i>Електронний Кампус</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «**Основи математичне моделювання і проектування фізично різномірних систем**» (далі **ОММПФРС**) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: - розв'язувати практичні задачі забезпечення потрібних експлуатаційних характеристик пристроїв та систем з фізично різномірними компонентами шляхом математичного моделювання робочих процесів, - виконувати модернізацію існуючих технічних систем та проектування нових систем відповідно до сучасних вимог.

Предметом вивчення дисципліни є: принцип та мова взаємодії розробника з комп'ютерним середовищем, принцип побудови алгоритмів моделювання компонентів та систем, методи представлення математичних моделей фізично різномірних систем, тестування моделей, способи представлення характеристик систем та показники їх оцінювання. Аналітичні та чисельні методи, а також програмні інструментальні засоби визначення характеристик систем,

¹Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

Програмні результати навчання:

Компетенції, що формуються нормативною дисципліною: Здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до створення, тестування та експлуатації систем керування технічних об'єктів та систем, машин та механізмів із засобами механіки, гідронневоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки; здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до автоматизації технічних об'єктів та систем, машин та механізмів засобами механіки, гідронневоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти, застосовувати критерії для оцінки їх функціональної, експлуатаційної, енергетичної та загальної ефективності.

Знання: основних принципів будови фізично різнорідних систем, методів аналізу їх складу та структури, формування типових функціональних частин, методів визначення характеристик, розроблення математичних описів дії елементів і систем і їх представлення в різних математичних формах для вирішення задач аналізу і синтезу, методів проектування систем.

Уміння: застосовувати методи аналізу складу та структури фізично різнорідних систем, виявлення типових функціональних частин, методів визначення характеристик, розроблення математичних описів дії елементів і систем і їх представлення в різних математичних формах для вирішення задач аналізу і синтезу, застосовувати методи проектування систем.

Досвід: аналізу складу та структури фізично різнорідних систем, виявлення типових функціональних частин, визначення характеристик, розроблення математичних описів дії елементів і систем і їх представлення в різних математичних формах для вирішення задач аналізу і синтезу, застосовування методів проектування систем.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Механіка рідину і газу», «Інформатика», «Фізика», «Основи конструювання і проектування», «Машинобудівна гідравліка», «Гідро- і пневмо двигуни мехатронних систем», «Об'ємні гідро і пневмомашини і гідропередачі».

Результати вивчення дисципліни «Основи математичне моделювання і проектування фізично різнорідних систем» є корисними для подальшого вивчення дисциплін: «Комп'ютерне проектування модулів мехатроніки і робототехніки», «Інноваційні пристрої мехатроніки», «Електронні засоби контролю і керування мехатронних систем».

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Основні складові та структура процесу вирішення інженерних задач моделювання. Засоби виконання обчислювальних операцій.
2. Засоби виконання обчислювальних операцій (продовження). Засоби організації багаторазового виконання операцій.
3. Засоби керування ходом обчислювального процесу. Засоби збереження поточної інформації.
4. Засоби отримання інформації від користувача. Засоби передачі інформації користувачеві.
5. Розробка та представлення алгоритмів та програм моделювання складних технічних систем.
6. Підхід до формування математичних описів динамічних процесів.
7. Системи автоматики в житті людини та задачі моделювання фізично різнорідних систем.
8. Приклади автоматичних систем з фізично різнорідними складовими.

9. Загальний погляд на різноманітні автоматичні системи.
10. Складові частини автоматичних систем.
11. Розподіл систем на функціональні компоненти та елементи.
12. Типові функціональні компоненти систем.
13. Характеристики функціонування фізично різнорідних систем.
14. Показники оцінювання системи.
15. Загальні підходи для вирішення задачі встановлення зв'язку поміж будовою і параметрами системи та її експлуатаційними характеристиками.
16. Методи представлення елементів фізично різнорідних систем для вирішення задач аналізу і синтезу.
17. Фізична та математична форми представлення елементів та їх властивості
18. Методи проектування систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси

1. Яхно О.М., Узунов О.В., Луговський О.Ф., Ковалев В.А., Мовчанюк А.В., Коц І.І., Губарев О.П. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка. Вінниця: ВНТУ, 2020. – 712с. id: 1683
2. Узунов О.В. Моделювання та проектування автоматизованих мультифізичних систем та їх елементів. Для виконання графічно-розрахункових, курсових та дипломних робіт, групових лабораторних робіт, самостійних робіт, пов'язаних з розробкою, моделюванням, проектуванням та дослідженням мехатронних та гідропневматичних систем [Електронний ресурс] :навч. посіб. для студ. Спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» та освітньої програми «автоматизовані і роботизовані механічні системи»/ О.В. Узунов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 125 с.
3. Назаренко І.І., Бернік І.М. Основи проектування і конструювання машин та обладнання виробництва. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Видавництво «Аргар Медіа Груп». -К.: - 2013, - 544.
4. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид. перероб. І доп. – К.: Либідь, 2007. -656 с. ISBN 978-966-06-0447-6. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Popovich_2007_656.pdf

Додаткові інформаційні ресурси

6. С.П.Колосов, И.В.Калмыков, Элементы автоматизации, Машиностроение, 1970
7. Корчемний М.О., Клендій П.Б., Потапенко М.В. Теоретичні основи автоматизації. Навч. Посібник. 2011, 304с. «машины», О.М. Яхно, А.В.Узунов, А.Ф.Луговской и др. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. -528с.
8. Введение в мехатронику: Учеб.Пособие для студ. спец.»Гидравл.и пневмат.
9. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем: Учебник для вузов по специальностям «Гидропневоавтоматика и гидропривод» и «Гидравлические машины и средства автоматизации».- 2- изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1987. -464 с.
10. Бесекерский В.А., Попов Е.П., и др. Сборник задач по теории автоматического управления, Физматиз, 1963.
11. Р.Шеннон. Имитационное моделирование систем- искусство и наука. – М.:Мир, 1978.-418с.

12. *System dynamic: a unified approach/ Dean C.I Karnopp, Donald L.Margolis, Ronald C. Rosenberg. A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION John Wiley & Sons Inc. 1990. - 514p.*
13. *The engineering design process/Atila Ertas, Jesse C. Jones, John Wiley& Sons, Inc. 1993. -515p.*
14. *D.A. Bradley, D.Dawson, N.C.Burd, A.J. Loader Mechatronics. Electronics in products and processes. Chapman & Hall, Printed in Great Britain, 1991, ISBN 0 412 58290 2.*
15. *Автоматизация схемотехнического проектирования в машиностроении: Учебное пособие/ А.И.Петренко, В.В Ладозубец, В.В Чкалов. –К.:УМК ВО, 1988.- 180с.*
16. *Simulink 4. Секреты мастерства / Дж.Б. Дэбни, Т. Л. Харман, пер с англ. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 403с.*
17. *Управление в технических системах с газовыми и жидкими компонентами: Учебное пособие/ Ю.А. Абрамов, А.П. Губарев А.В. Узунов, А.А. Деревянко, С.П. Карлаш. - К: ИСМО. 1997.- 288с.*
18. *Mechatronnika. Podrecznik dla uczniow srednih I zawodowych szkol technicznych. DIETMAR Schmid, Albreht Baumann, Hans Kaufmann, Heinz Paetzold, Bernhard Zippel. 2001 by Verlag Europa-Lehmited,Nourney,Volimer GmbH&Co. Haan-Gruiten. For the Polish edition REA Warshawa 2002. ISBN 83-7141-425-0, -384p.*
19. *Inegrated Systems and design. Editors Reiner Dudziak, Carsten Kohn, Raivo Sell, Tallinn, Tallinn University of Technology. ISBN 978-9985-59-850-4. 2008. -208p.*
20. *Гидравлические средства автоматики. Основной курс ТР 501. Учебное пособие FESTO DIDACTIC. Издательство Фесто Дидактик, 1988.- 409 с.*

Рекомендації та роз'яснення:

- *Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПП та в методичному кабінеті кафедри;*
- *Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач проектування мехатронних інтелектуальних систем;*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1.	<i>Основні складові та структура процесу вирішення інженерних задач моделювання. Засоби виконання обчислювальних операцій. Література: [1,2,3,4].</i>
2.	<i>Засоби виконання обчислювальних операцій (продовження). Засоби організації багаторазового виконання операцій. Література: [1,2,3,4].</i>
3.	<i>Засоби керування ходом обчислювального процесу. Засоби збереження поточної інформації. Література: [1,2,3,4].</i>
4.	<i>Засоби отримання інформації від користувача. Засоби передачі інформації користувачеві. Література: [1,2,3,4].</i>
5.	<i>Розробка та представлення алгоритмів та програм моделювання складних технічних</i>

	<i>систем. Література: [1,2,3,4].</i>
6.	<i>Підхід до формування математичних описів динамічних процесів. Література: [1,2,3,4].</i>
7.	<i>Системи автоматики в житті людини та задачі моделювання фізично різноманітних систем. Література: [1,2,3,4].</i>
8.	<i>Приклади автоматичних систем з фізично різноманітними складовими. Література: [1], [6]</i>
9.	<i>Загальний погляд на різноманітні автоматичні системи. Література: [1,2,3,4].</i>
10.	<i>Складові частини автоматичних систем. Література: [1], [7]</i>
11.	<i>Розподіл систем на функціональні компоненти та елементи. Література: [1], [7]</i>
12.	<i>Типові функціональні компоненти систем. Література: [1,2,3,4].</i>
13.	<i>Характеристики функціонування фізично різноманітних систем. Література: [1,2,3,4].</i>
14.	<i>Показники оцінювання системи. Література: [1,2,3,4].</i>
15.	<i>Загальні підходи для вирішення задачі встановлення зв'язку поміж будовою і параметрами системи та її експлуатаційними характеристиками. Література: [6], [3]</i>
16.	<i>Методи представлення елементів фізично різноманітних систем для вирішення задач аналізу і синтезу. Література: [1,2,3,4].</i>
17.	<i>Фізична та математична форми представлення елементів та їх властивості Література: [1,2,3,4].</i>
18.	<i>Методи проектування систем. Література: [1,2,3,4, 19].</i>

Самостійна робота студента

<i>№ з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	53
2.	<i>Виконання РР</i>	24
3.	<i>Підготовка до іспиту</i>	16

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В процесі навчання студенти мають виконувати наступні вимоги

- *відвідувати лекційні, практичні та лабораторні заняття відповідно до розкладу без запізень;*
- *студенти мають приймати активну участь в обговоренні дискусійних питань, які будуть запропоновані викладачем в ході занять та самостійно вирішувати;*
- *систематично готуватись до поточних занять виконуючи завдання для самостійної роботи;*

- сприяти своєю поведінкою ефективному проведенню занять і не створювати зайвих перешкод (тримати мобільні телефони у відключеному стані).
- самостійно виконувати індивідуальні завдання з практичних занять та лабораторних робіт;
- сумлінно дотримуватись термінів захисту лабораторних робіт та індивідуальних завдань та перескладань;
- додержуватись академічної доброчесності.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, практичні/лабораторні заняття.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 25 балів.

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 50 балів складає стартова складова. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (18 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

Відповіді на екзамені оцінюються у 50 балів.

Робота на лабораторних/практичних заняттях (максимум 32 бали):

- захищена робота – 2 бали;
- активна творча робота – 1 бал;
- плідна робота – 0.5 бали;
- пасивна робота – 0 бали.

Виконання РГР:

- якісно виконана робота – 10 балів;
- роботу виконано нераціонально – 9 балів;
- роботу виконано з незначними помилками – 8 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 8 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 7 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

Якщо студент виконав умови PCO щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 50 балів або хоче підвищити поточну оцінку, виконує додаткову контрольну роботу.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу за двома запитаннями та розв'язують практичне завдання. Кожне екзаменаційне завдання містить два запитання з різних тематичних розділів.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, а також відповіді на всі додаткові питання: 49-50 балів;

- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, а також відповіді на більшість додаткових питань: 45-48 балів;
- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, відповіді на окремі додаткові питання: 42-44 бали;
- принципові відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання: 38-41 бал;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 37-40 балів;
- допускаються окремі помилки, які можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача: 33-36 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань: 30-32 бали.

- Завдання не виконано або є грубі помилки 0 балів

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (r_a):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $R_c = \sum_i r_i$

де r - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 1 - 5).

$R_c = 32л/п + 10 РГР + 8МКР = 50$ балів.

Екзаменаційна складова R_E шкали дорівнює: $R_E = 50$ балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $R_D = R_c + R_E = 50 + 50 = 100$ балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання і підготовка до захисту РГР, виконання 80% поточних лабораторних, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг R_c не менше 50% від R_c . Тобто, не менш $R_c = 0,5 \times 50 = 25$ балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни більше $0,5 \times R_c = 25$ балів, допускаються до екзамену.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше $0,5 \times R_c = 25$ балів, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- в процесі опанування навчальної дисципліни використовуються комп'ютерні програмні засоби для моделювання типу Python, MatLab, Simulink. Також за бажанням студентів можуть бути використані інструментальні програми з аналогічними можливостями і середовище об'єктно-орієнтованого програмування VC++ та їх аналоги.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Основи математичного моделювання фізично різномірних систем

Складено:

професором кафедри ПГМ, доктором технічних наук, професором Узуновим Олександром Васильовичем

Ухвалено: кафедрою ПГМ (протокол №17 від 14.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету² (протокол № 11 від 29.08.2022)

² Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.