МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

(повна назва підрозділу)

Кафедра двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ТЕОРІЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Technical Systems Theory

рівень вищої освіти перший, бакалаврський

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни вибіркова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська

українська/англійська

Миколаїв – 2024

Вивчення дисципліни «Теорія технічних систем» сприяє поглибленій підготовці та більш повному задоволенню освітніх і кваліфікаційних запитів здобувачів освіти всіх спеціальностей галузей знань 13 «Механічна інженерія» та 14 «Електрична інженерія»

«___»_____ 2024 року. – _____ с.

Розробник: Тимошевський Борис Георгійович, д.т.н., професор

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Теорія технічних систем» розглянуто на засіданні кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації

Протокол № 9 від « 23 » квітня 2024 р.

В.о. завідувача кафедри Олексій ГОГОРЕНКО

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Теорія технічних систем» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 2 від « 15 » травня 2024 р.

Голова Сергій СЕРБІН

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Теорія технічних систем» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія технічних систем» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 4 від « 29 » травня 2024 р.

Голова НМР НУК Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2024

ЗМІСТ

Анотація..... 4

1. Опис навчальної дисципліни 6
2. Мета навчальної дисципліни..... 7
3. Передумови для вивчення дисципліни 7
4. Очікувані результати навчання 7
5. Програма навчальної дисципліни 8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування..... 12
7. Форми поточного та підсумкового контролю 13
8. Критерії оцінювання результатів навчання 14
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна…….. 14
10. Рекомендовані джерела інформації 15

Анотація

Дисципліна "Теорія технічних систем" входить до циклу вибіркових дисциплін і охоплює системний підхід до всіх етапів життєвого циклу технічних систем. Ця дисципліна є ключовою, оскільки лише системний підхід дозволяє ефективно створювати сучасні технічні системи, установки та інше енергетичне обладнання. Вона поєднує загальну теорію систем з практичними аспектами, що забезпечують практичне володіння студентами навчальним матеріалом.

Базуючись на основних положень теорії систем, будь-яка система представляється сукупністю елементів, які знаходяться у відношеннях та зв'язках між собою та утворюють певну цілісність, єдність з метою досягнення певної мети. При цьому вважається, що зв'язки між окремими елементами системи являють собою взаємодіючі в часі процеси, які певним чином об'єктивно організовані, тобто мають свій порядок.

Цей порядок базується на причинно-наслідкових зв'язках між явищами. Іншим фундаментальним поняттям теорії систем є поняття стану системи. На базі цих понять теорії систем розв'язуються задачі моделювання, аналізу, синтезу та керування технічних систем різної фізичної природи.

Робоча програма складена на основі аналізу та опрацювання вітчизняної та зарубіжної навчальної і методичної літератури з дисциплін "Теорія технічних систем" та "Основи системного аналізу". Вона розрахована на здобувачів освіти в галузях знань 13 "Механічна інженерія" та 14 "Електрична інженерія".

Ключові слова: *технічна система, сукупність елементів, стан системи, аналіз та синтез, моделювання, оптимізація.*

Abstract

The course "Theory of Technical Systems" is part of the elective disciplines and encompasses a systematic approach to all stages of the life cycle of technical systems. This discipline is key because only a systematic approach allows for the effective creation of modern technical systems, installations, and other energy equipment. It combines general system theory with practical aspects that ensure students' practical mastery of the study material.

Based on the main principles of system theory, any system is represented as a set of elements that are in relationships and connections with each other, forming a certain integrity and unity to achieve a specific goal. It is assumed that the connections between individual elements of the system are time-interacting processes that are objectively organized in a certain way, meaning they have their own order.

This order is based on cause-and-effect relationships between phenomena. Another fundamental concept of system theory is the notion of the system's state. Based on these concepts, system theory addresses tasks of modeling, analysis, synthesis, and control of technical systems of various physical natures.

The syllabus is based on the analysis and study of domestic and foreign educational and methodological literature on the disciplines "Theory of Technical Systems" and "Fundamentals of Systems Analysis." It is designed for students in the fields of knowledge 13 "Mechanical Engineering" and 14 "Electrical Engineering."

Keywords: *technical system set of elements, system state, analysis and synthesis, modeling, optimization.*

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">Галузі знані

13 Механічна інженерія

14 Електрична інженерія</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 4</td><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="7">Спеціальність

135 Суднобудування

142 Енергетичне машинобудування

144 Теплоенергетика</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання

Контрольна робота (заочна форма навчання)</td><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 150</td><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4;

самостійної роботи студента – 6;</td><td rowspan="5">Освітній рівень:

перший (бакалаврський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>130 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:
–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни "Теорія технічних систем" полягає в наданні здобувачам освіти фундаментальних знань і навичок, необхідних для аналізу, проєктування та оптимізації технічних систем різного рівня складності. Здобувачі мають навчитися системно підходити до вирішення інженерних задач, розуміти принципи роботи та взаємодії компонентів у складних технічних системах, оцінювати їхню надійність, ефективність і стійкість. Також важливо розвинути вміння застосовувати сучасні методи моделювання та оптимізації для вдосконалення технічних систем, враховуючи економічні, екологічні та соціальні аспекти..

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумови для вивчення дисципліни "Теорія технічних систем" включають наявність базових знань і навичок у таких галузях:

Математика: Рівень, що включає лінійну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, а також основи ймовірності та статистики, необхідні для моделювання та аналізу технічних систем.

Фізика: Знання основних фізичних принципів, особливо механіки, електрики та магнетизму, які є важливими для розуміння роботи компонентів технічних систем.

Основи інформатики та програмування: Вміння використовувати комп'ютерні засоби для моделювання, аналізу та оптимізації технічних систем, а також базові навички програмування.

Технічна механіка: Розуміння принципів роботи механічних систем, що дозволяє аналізувати та проектувати елементи технічних систем.

Основи інженерної графіки: Вміння читати та створювати технічні креслення.

4. Очікувані результати навчання

В результаті вивчення дисципліни "Теорія технічних систем" здобувачі освіти повинні досягти таких програмних результатів навчання:

- знати основні принципі побудування технічних систем;
- визначати засоби функціонування та властивості технічних систем;
- володіти базовою термінологією конструювання;
- використовувати теорію та робочі методи конструювання;

– аналізувати технічну проблему в цілому, з позицій системного підходу;

– прогнозувати розвиток технічної системи;

– проводити оцінку системи на основі моделювання, та уявляти систему у різних видах;

– обирати раціональний тип та склад технічної системи;

– використовувати науково-технічну інформацію для розробки та створення технічних систем;

– виконувати оцінку досконалості технічних систем, в складі яких використовуються ДВЗ та інше енергетичне устаткування;

– працювати з нормативно-технічною документацією щодо вдосконалення технічних систем на базі двигунів внутрішнього згоряння та допоміжного енерготехнологічного обладнання.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Основні поняття теорії технічних систем. Зв’язок теорії технічних систем з іншими дисциплінами. Визначення систем.

Тема 2. Суть системного підходу, формалізація уявлень систем. Типи систем та задач.

Тема 3. Система перетворень та її елементи. Модель та елементи технічного процесу..

Тема 3. Параметри та ефективність технічного процесу. Класифікації технічних процесів. Загальні ознаки технічних об’єктів.

Тема 4. Загальна модель технічних об’єктів. Типові моделі технічних об’єктів на прикладах ДВЗ, установок та енергетичного обладнання.

Змістовий модуль 2.

Тема 5. Класифікація технічних об’єктів за виконуваною функцією, принципом дії, рівнем складності, способом виготовлення, ступенем конструктивної складності, ступенем оригінальності конструкції та типом виробництва.

Тема 6. Параметри технічних об’єктів**.** Класифікації параметрів технічних об’єктів та зв’язки між параметрами.

Тема 7. Складання переліку заданих параметрів технічних об’єктів та реалізація параметрів.

Тема 8. Стадії створення та використання технічних систем. Стадії створення та використання технічних систем високого рівня складності.

Змістовий модуль 3.

Тема 9. Часова послідовність стадій створення та використання технічних систем. Закономірності еволюції технічних систем.

Тема 10. Тенденції технічного розвитку. Керування процесом технічного розвитку. Мотивація досліджень та розробок.

Тема 11. Методологія створення технічних систем та роль прогнозування. Основні поняття про процес проектування.

Тема 12. Стадії та етапи технічного проектування технічних систем. Розробка технічного завдання. Загальнотехнічні основи конструювання.

Змістовий модуль 4.

Тема 13. Проектні критерії. Поняття про функцію мети і проектні обмеження. Поняття про оптимальне проектування технічних систем

Тема 14. Сучасні погляди щодо створення та передбачення характеристик нових технічних систем.

Тема 15. Поняття керування технічними системами, оптимізація процесу, критерій якості. Обмеження, що накладаються на процес керування. Захист інтелектуальної власності в галузі енергетичного машинобудування.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Разом	у тому числі			Разом	у тому числі		
		Лек.	Прак.	с.р.		Лек.	Прак.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1.								
Змістовий модуль 1.								
Лекція 1. Основні поняття теорії технічних систем. Зв’язок теорії технічних систем з іншими дисциплінами. Визначення систем.	7	2	2	3	9	2	2	5
Лекція 2. Суть системного підходу, формалізація уявлень систем. Типи систем та задач.	7	2	2	3	7	–	–	7

Лекція 3. Система перетворень та її елементи. Модель та елементи технічного процесу.	8	2	2	4	7	–	–	7
Лекція 4. Параметри та ефективність технічного процесу. Класифікації технічних процесів. Загальні ознаки технічних об'єктів.	8	2	2	4	7	–	–	7
Разом за змістовим модулем 1	30	8	8	14	30	2	2	26
Змістовий модуль 2.								
Лекція 5. Класифікація технічних об'єктів за виконуваною функцією, принципом дії, рівнем складності, способом виготовлення, ступенем конструктивної складності, ступенем оригінальності конструкції та типом виробництва.	11	2	2	7	14	2	2	10
Лекція 6. Параметри технічних об'єктів**.** Класифікації параметрів технічних об'єктів та зв'язки між параметрами.	11	2	2	7	11	–	–	11
Лекція 7. Складання переліку заданих параметрів технічних об'єктів та реалізація параметрів.	11	2	2	7	10	–	–	10
Лекція 8. Стадії створення та використання технічних систем. Стадії створення та використання технічних систем високого рівня складності.	12	2	2	8	10	–	–	10
Разом за змістовим модулем 2	45	8	8	29	45	2	2	41
Змістовий модуль 3.								
Лекція 9. Часова послідовність стадій створення та використання технічних систем. Закономірності еволюції технічних систем.	11	2	2	7	13	2	2	9
Лекція 10. Тенденції технічного розвитку. Керування процесом технічного розвитку. Мотивація досліджень та розробок.	11	2	2	7	13	2	2	9
Лекція 11. Методологія створення технічних систем та роль прогнозування. Основні поняття про процес проектування.	11	2	2	7	10	–	–	10
Лекція 12. Стадії та етапи технічного проектування технічних систем. Розробка технічного завдання. Загальнотехнічні основи конструювання.	12	2	2	8	9	–	–	9

Разом за змістовим модулем 3	45	8	8	29	45	4	4	37
Змістовий модуль 4.								
Лекція 13. Проектні критерії. Поняття про функцію мети і проектні обмеження. Поняття про оптимальне проектування технічних систем	10	2	2	6	12	2	2	8
Лекція 14. Сучасні погляди щодо створення та передбачення характеристик нових технічних систем.	10	2	2	6	9	–	–	9
Лекція 15. Поняття керування технічними системами, оптимізація процесу, критерій якості. Обмеження, що накладаються на процес керування. Захист інтелектуальної власності в галузі енергетичного машинобудування.	10	2	2	6	9	–	–	9
Разом за змістовим модулем 4	30	6	6	18	30	2	2	26
Разом за курсом	**150**	**30**	**30**	**90**	**150**	**10**	**10**	**130**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вивчення основних понять теорії технічних систем, опанування предметом та завданнями ТТС.	2	2
2	Аналіз особливостей системного підходу до ТС, ознайомлення з типами систем та задач.	2	–
3	Вивчення принципів системи перетворень та її елементів. Представлення моделі та елементів технічного процесу.	2	–
4	Ознайомлення з параметрами та ефективність технічного процесу. Вивчення структури класифікації технічних процесів.	2	–
5	Аналіз технічних об’єктів за виконуваною функцією, принципом дії, рівнем складності, способом виготовлення, ступенем конструктивної складності та типом виробництва	2	2
6	Визначення параметри технічних об’єктів**.** Опанування основами класифікації параметрів технічних.	2	–
7	Вивчення основних принципів складання переліку заданих параметрів технічних об’єктів.	2	–
8	Вивчення стадій створення та використання технічних систем високого рівня складності.	2	–
9	Визначення послідовності стадій створення та використання технічних систем.	2	2
10	Ознайомлення з тенденціями технічного розвитку. Керу-	2	2

	вання процесом технічного розвитку.		
11	Ознайомлення з методологією створення технічних систем та роль прогнозування. Визначення основних понять про процес проектування.	2	–
12	Аналіз стадій та етапів проектування технічних систем. Приклади розробки технічного завдання.	2	–
13	Визначення проектних критеріїв. Поняття про функцію мети та проектні обмеження, оптимальне проектування технічних систем	2	2
14	Ознайомлення з сучасними поглядами щодо створення та передбачення характеристик нових технічних систем.	2	–
15	Вивчення основних понять щодо керування технічними системами, оптимізації процесу. Встановлення обмежень, які накладаються на процес керування. Ознайомлення з принципами захисту інтелектуальної власності в галузі енергетичного машинобудування.	2	–
	Разом	**30**	**10**

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	30	10
2	Підготовка до практичних робіт	30	20
3	Підготовка до письмових модульних контрольних робіт	30	100
	Разом	90	130

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

– лекції;

– робота із літературою;

– репродуктивні бесіди;

– практичні роботи.

Контроль успішності навчання здобувачів проводиться у формах поточного і підсумкового контролю.

Поточний контроль полягає у перевірці знань і практичної підготовленості здобувачів з певної завершеної частини змістового модуля, умінь виконання індивідуальних практичних завдань.

Формами поточного контролю є:

– усне опитування на практичних заняттях;

– виступ на практичних заняттях;

– письмова модульна контрольна робота (ПМК).

Підсумковий контроль – залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати до 100 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок.

Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

		Вид роботи	Кількість балів	
			Денна форма	Заочна форма
ЗМ 1	Тема 1	Практичне заняття 1-4	15	15
	Тема 2			
	Тема 3			
	Тема 4			
	ПМК	Лекційний курс (4 теми)	10	10
Всього за змістовним модулем 1			25	25
ЗМ 2	Тема 5	Практичне заняття 5-8	15	15
	Тема 6			
	Тема 7			
	Тема 8			
	ПМК	Лекційний курс (4 теми)	10	10
Всього за змістовним модулем 2			25	25
ЗМ 3	Тема 9	Практичне заняття 9-12	15	15
	Тема 10			
	Тема 11			
	Тема 12			
	ПМК	Лекційний курс (4 теми)	10	10
Всього за змістовним модулем 3			25	25

ЗМ 4	Тема 13	Практичне заняття 13-15	15	15
	Тема 14			
	Тема 15			
	ПМК	Лекційний курс (3 теми)	10	10
Всього за змістовним модулем 4			25	25
Сума			100	100

Заключний залік проводиться після закінчення вивчення дисципліни, до початку екзаменаційної сесії. Залік виставляється за результатами роботи студента в семестрі, якщо він отримав не менше 60 балів під час проміжного оцінювання.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

8.1. Контроль та оцінювання знань на практичних заняттях

Критерії оцінювання	Бали
Глибоке розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом, активна участь у роботі семінару, виступ у дискусіях	15
Розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом	12
Розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом	8
Неповне розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом	4
Незадовільне розкриття питання теми	0

8.2. Письмова контрольна робота

Критерії оцінювання	Бали
Робота виконана у встановлений терміні і містить повні відповіді	10
Робота виконана вчасно, але містить неповні відповіді або допущені деякі неточності	8
Робота виконана вчасно, але містить неповні відповіді і допущені окремі помилки	6
Робота виконана з порушенням встановлених строків містить неповні відповіді, допущені суттєві помилки	4
Контрольна робота не здана вчасно, або містить незадовільні відповіді	0

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Вивчення дисципліни передбачає застосування навчальної та методичної літератури з теорії технічних систем. Передбачається широке використання комп'ютерної та

мультимедійної техніки, що дозволяє наочно демонструвати навчальний матеріал на моніторах та екранах за допомогою проекторів.

Крім того, для організації дистанційного навчання та обміну інформацією використовується мережа ІНТЕРНЕТ, месенджер Zoom та Google Classroom.

Для більш ефективного опанування основами теорії технічних систем в процесі навчання використовується експериментальна база кафедри:

– діючий зразок відцентрового компресора для наддуву дизельних двигунів;
– діючий двигун типу 6ЧН 25/34, обладнаний допоміжними системами;
– двигун типу ЯАЗ-204 у вигляді макета;
– діючий дослідний стенд з двигуном типу 6ЧН 12/14;
– дослідний стенд з двигуном типу 6ЧН 31,8/33;
– стенд для виробництва альтернативних палив для теплових двигунів;
– стенд з двигуном типу 6ЧН 12/13 для дослідження роботи ДВЗ на альтернативних паливах, включаючи водень.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Кузнєцов Ю. М. Теорія технічних систем в аспектах досліджень та технічної творчості : підручник / Ю. М., Кузнєцов, Б. І. Придальний. – Луцьк: ЛНТУ, видав. Вежа-Друк, 2023 р. – 285 с.

2. Севостьянов І. В. Теорія технічних систем ч. І : навч. посібник / І. В. Севостьянов. – Вінниця: ВНТУ, 2004 р. – 124 с.

3. Ловейкін В. С. Теорія технічних систем: навч. посібник / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич. – Київ: видав. НУБПУ, 2017 р. – 292 с.

4. Кузнєцов Ю. М. Теорія технічних систем: підручник / Ю. М. Кузнєцов, Ю. К. Новосьолов, І. В. Луців. – Севастополь : СевНТУ, 2011. – 246 с.

5. Кравець С. В. Теорія технічних систем. Навч. Посібник / С. В. Кравець, А. А. Нечедюк, О. Л. Романовський. – Рівне: НУВГП, 2015 р. – 139 с.

Додаткова література

1. Кузнецов Ю. М. Прогнозування розвитку технічних систем: навч. посібник / Ю. М. Кузнецов, Р. А. Скляров; під ред. Ю. М. Кузнєцова. – К.: ТОВ "ЗМОК" – ПП "Гнозіс", 2004. – 323 с.

2. Придальний Б. І. Електронний посібник з дисципліни: "Теорія технічних систем" [Електронний ресурс] / Придальний Б. І. – Луцьк, 2011. Режим доступу: http://lib.lntu.info/books/tf/kpv_ta_tm/2011/11-84/.

3. Вірич С. О. Методичні вказівки до самостійної роботи з нормативної навчальної дисципліни професійної та практичної підготовки «Теорія технічних систем» (для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» / С. О. Вірич, М. О. Бабенко. – Красноармійськ : Видавництво КІІ, 2012. – 25 с.

4. Теорія технічних систем. Методичні вказівки до вивчення дисципліни та виконання контрольних завдань для студентів ЗДІА … / Укладач Коваль М.В. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2007 р. – 51 с.

5. Theory of technical systems (TTS) – its role for design theory and methodology and challenges in the future: Christian Weber, 2008. – 14 p.

6. Theory of Technical Systems – Educational Tool for Engineering. Wolfgang Ernst Eder. Universal Journal of Educational Research 4(6): 1395-1405, 2016. DOI: 10.13189/ujer.2016.040617. Available from: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1103203.pdf

Інформаційні ресурси

Coursera, edX, Udemy – платформи з онлайн-курсами з теорії технічних систем, системного аналізу, моделювання та оптимізації.

IEEE Xplore Digital Library – цифрова бібліотека, що містить наукові статті, конференційні матеріали та стандарти в галузі інженерії та технічних систем.

SpringerLink – доступ до наукових статей, книг і журналів, що охоплюють сучасні дослідження в галузі технічних систем та інженерії.