Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

ОПЕРАЦІЙНЕ ЧИСЛЕННЯ В МОДЕЛЮВАННІ ГІДРОПРИВОДІВ

Вибірковий освітній компонент

Рівень підготовки вищої освіти – третій (освітньо-науковий)

Викладачі: **Березюк О.В., д.т.н., доцент**

Мова викладання: **українська**
Семестр – 3
Кредитів ЕКТС – **3**
Лекцій – **16 год.**
Практичних– **16 год.**
Самостійна робота – **58 год.**
Вид контролю: **диференційований залік**

Передумови для вивчення дисципліни

Операційне числення є ефективним апаратом дослідження багатьох теоретичних питань і прикладних задач як у самій математиці, так і в техніці, зокрема під час моделювання процесів у гідроприводах, особливо тих питань і задач, які пов'язані з розв'язуванням лінійних диференціальних рівнянь (звичайних і з частинними похідними), диференціально-різницевих, інтегральних, інтегро-диференціальних тощо. Дисципліна безпосередньо пов’язана й доповнює такі дисципліни, як «Математичне моделювання в наукових дослідженнях», «Приводи машин, їх структурний та параметричний синтез», «Апаратні та програмні засоби керування приводами машин», «Моделювання та імітаційні дослідження технологічних процесів, механізмів та машин» тощо. Зміст курсу передбачає формування уявлень про ключові концепції щодо застосовування операційного числення під час моделювання процесів у гідроприводах.

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо здатності застосовувати операційне числення, зокрема інтегральні перетворення Лапласа, для розв’язання лінійних звичайних диференціальних рівнянь, лінійних рівнянь з частинними похідними, диференціально-різницевих рівнянь та інтегральних рівнянь типу згортки та їхніх систем, до яких приводяться задачі, головним чином, з перехідних процесів лінійних фізичних систем гідроприводу, імпульсної техніки, теорії автоматичного регулювання.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті

вивчення дисципліни

ІК. Здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної, у тому числі дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

ЗК.01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК.02. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК.01. Застосування сучасних знань в галузі наукових досліджень і проектування конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та на межі суміжних предметних галузей.

ФК.04. Застосування інформаційних технологій в науковій діяльності.

ФК.07. Здатність поставити задачу і визначити шляхи вирішення проблеми засобами прикладної механіки та суміжних предметних галузей, знання методів пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК.08. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

ФК.11. Здатність виконувати структурний та параметричний синтез і оптимізацію систем приводів, вузлів та деталей машин з метою покращення їх експлуатаційних характеристик.

Програмні результати навчання

ПРН.01. Знати і розуміти процеси та закони прикладної механіки та вміти їх практично застосовувати для дослідження об’єктів в галузі механічної інженерії.

ПРН.03. Знати і розуміти принципи функціонування, вибору, розрахунку і використання сучасного електро-, гідро-, пневмоприводу в конструкціях машин, теоретичних основ гідравліки, електротехніки, теплотехніки.

ПРН.04. Знати і вміти застосовувати принципи та методи теорії автоматичного керування, сучасну мікропроцесорну техніку для вдосконалення існуючого та розроблення нового обладнанням та машин.

ПРН.05. Знати методи одержання, обробки та аналізу інформації, у тому числі з іншомовних джерел, теорію і методики проведення наукових досліджень та вміти їх практично застосовувати для досліджень об’єктів в галузі прикладної механіки.

ПРН.06. Здійснювати параметричний та структурний синтез, оптимізацію параметрів приводів машин.

ПРН.07. Знати теорію планування експериментів, методики та принципи моделювання, експериментальних та імітаційних досліджень технологічних процесів, механізмів та машин.

Тематика

Тема 1. Перетворення Лапласа та його властивості

Поняття перетворення Лапласа. Оригінал та зображення. Одинична функція Хевісайда. Зображення деяких функцій. Основні властивості перетворення Лапласа. Теореми лінійності, подібності. Зображення тригонометричних та гіперболічних функцій. Інтегрування оригіналу, інтегрування зображення, множення зображення, множення оригіналів.

Тема 2. Знаходження оригіналу за заданим зображенням

Таблиця оригіналів та зображень. Елементарний метод знаходження оригіналу за заданим зображенням. Перша теорема розкладу. Друга теорема розкладу. Застосування 1-ї та 2-ї теореми розкладу до знаходження оригіналу за зображенням Лапласа.

Тема 3. Застосування операційного числення до розв'язування диференціальних рівнянь

Застосування перетворення Лапласа до розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. Диференціальне рівняння першого порядку. Диференціальне рівняння другого порядку. Диференціального рівняння n-го порядку. Операційний метод розв'язання звичайних лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Розв'язання диференціальних рівнянь за допомогою формули Дюамеля.

Тема 4. Застосування операційного числення до розв'язування систем диференціальних рівнянь

Розв'язання систем лінійних диференціальних рівнянь. Системи лінійних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами.

Тема 5. Застосування перетворення Лапласа до моделювання гідроприводів

Основні відомості про перехідні процеси в гідроприводі. Застосування операційного числення в теорії гідроприводу. Застосування операційного числення в теорії автоматичного регулювання.

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	Перетворення Лапласа та його властивості	3
2	Знаходження оригіналу за заданим зображенням	3
3	Застосування операційного числення до розв'язування диференціальних рівнянь	3
4	Застосування операційного числення до розв'язування систем диференціальних рівнянь	3
5	Застосування перетворення Лапласа до моделювання гідроприводів	4
	Усього	16

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1.	Знаходження зображень із застосуванням теорем лінійності та подібності	2
2.	Знаходження зображень оригіналів, заданих графіками	2
3.	Знаходження оригіналу за заданим зображенням, використовуючи розкладання алгебраїчного дробу на суму простих дробів	2
4.	Знаходження оригіналу за заданим зображенням, використовуючи виділення відомих зображень	2
5.	Знаходження оригіналу за заданим зображенням, використовуючи теореми диференціювання та інтегрування оригіналів	2
6.	Знаходження зображення за заданим оригіналом та оригіналу за заданим зображенням із застосуванням теореми інтегрування оригіналу	2
7.	Розв'язування задачі Коші для диференціальних рівнянь операційним методом	2
8.	Розв'язування задачі Коші для систем диференціальних рівнянь операційним методом	2
	Усього	16

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	К-ть годин
1.	Самостійне опрацювання тем теоретичного матеріалу:	
1.1	Застосування перетворення Лапласа до розв'язування мішаних крайових задач для рівнянь з частинними похідними	4
1.2	Застосування перетворення Лапласа до розв'язування мішаних крайових задач для хвильового рівняння	4
1.3	Застосування перетворення Лапласа до розв'язування гіперболічних рівнянь з різними крайовими та початковими умовами	4
1.4	Застосування перетворення Лапласа до розв'язування мішаних крайових задач для рівняння теплопровідності	4
1.5	Застосування перетворення Лапласа до розв'язування параболічних рівнянь з різними крайовими та початковими умовами для випадку однорідного рівняння	4
1.6	Застосування перетворення Лапласа до розв'язування параболічних рівнянь з різними крайовими та початковими умовами як для випадку неоднорідного рівняння	4

1.7	Представлення функцій інтегралом Фур'є.	4
2.	Опрацювання лекційного матеріалу (16 годин)	4
3.	Підготовка до практичних занять (8 практичних)	16
4.	Підготовка до модульного контролю (два колоквіуми)	7
5.	Підготовка до складання диф. заліку	3
	Усього	58

Методи навчання

Методи навчання: лекція; практична робота; робота з літературою; методи контролю і самоконтролю, контрольні роботи, типові розрахунки.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни є: диференційований залік; усні відповіді; контрольні роботи; типові розрахунки.

У процесі освоєння дисципліни здобувач має:

- виконати індивідуальне завдання за кожним практичним заняттям, оформити паперовий аналітичний звіт у відповідності до цих занять та представити на розгляд викладачу, який оцінює виконання кожної роботи;
- скласти поточні модульні контрольні заходи у вигляді колоквіумів із використанням комп'ютерних тестів для оцінки рівня отриманих теоретичних знань;
- скласти диференційований залік у вигляді комп'ютерних тестів.
- дистанційні методи навчання: телекомунікаційні методи (зустрічі у Google Meet, робота у Viber-групах).

Форми та методи контролю

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань здобувачів під час лекційного та практичного заняття, тестування, колоквіумів. Під час підсумкового контролю враховуються результати здачі всіх видів навчальної роботи згідно із структурою кредитів. Підсумковий контроль знань здійснюється в кінці опанування освітнього компоненту шляхом складання диференційованого заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни та розв'язання задач. Диференційований залік проводиться за допомогою комп'ютерного тестування.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів з окремих видів роботи та в цілому за модулями (в балах):

Вид роботи	Модуль 1	Модуль 2	Разом
1 Практичні заняття (1 заняття – 7 балів)	28	28	56
2 Колоквіуми	22	22	44
Усього	50	50	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82-89	B
75-81	C
64-74	D
60-63	E
35-59	FX з можливістю повторного складання
0-34	F з обов'язковим повторним вивченням

Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетент-ності	За бальною шкалою	За шка-лою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий)	90 – 100	A	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; виявлено глибокі знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, сформовано необхідні практичні навички вирішувати професійні завдання і розв'язувати проблеми у кризових ситуаціях з урахуванням зовнішніх та внутрішніх впливів; усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального
III Достатній (конструк-тивний)	82-89	B	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; сформовано уміння викладати основні ідеї. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального.

	75-81	C	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Вміння викладати базові ідеї, а також практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо; усі передбачені програмою навчання завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками.
II Середній (репро-дуктив-ний)	64-74	D	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, виявлено знання та розуміння основних положень; необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки
	60-63	E	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання завдань не виконано або якість виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального.
I Низький	35-59	FX	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)

	0-34	F	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів за видами робіт

Рівень компетентності	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання	
		Практичне заняття	Колоквіум (тести)
IV Високий (творчий)	A	**7 б.**: виставляється при правильному та безпомилковому проведенні необхідних досліджень з поясненням і коментуванням отриманих результатів	**20-22 б.:** 90-100% правильних відповідей
III Достатній (конструктивний)	B	**6 б.:** при правильному і безпомилковому виконання. практичного завдання, але без пояснень до досліджень, без посилань на певні джерела та нормативи чи методики, при відсутності або помилкових коментарях до отриманих результатів	**18-19 б.:** 82-89% правильних відповідей
	C	**5 б.:** при правильному розв'язанні завдання, з деякими незначними помилками, без пояснень до досліджень, без посилань на певні джерела чи методики, при відсутності або помилкових коментарях до отриманих результатів	**17 б.:** 75-81% правильних відповідей
II Середній (репродуктив-	Д	**3-4 б.:** виставляється, якщо при виконанні завдання допущені помилки, які свідчать про недостатнє знання теорії	**14-16 б.:** 64-74% правильних відповідей

ний)	E	**1-2 б.:** виставляється, якщо при виконанні допущені помилки, які свідчать про недостатнє знання теорії, пояснення відсутні або фрагментарні	**13 б.:** 60-63% правильних відповідей
I Низький	незадовільно	**0 б.:** виставляється у випадку, якщо задача не розв'язана взагалі	**0-12 б.:** 0-59% правильних відповідей

Академічні права та обов'язки учасників освітнього процесу

Здобувачі та викладачі повинні дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у **«Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ»**.

З метою запобігання та виявлення плагіату у навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування, дотримання вимог наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань та активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського твору і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування слід дотримуватись норм **«Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ».**

З метою визнання результатів навчання здобутих під час неформальної та/або інформальної освіти (що здобувалася за освітніми програмами та не передбачала присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але могла завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій, а також освіти, яка здійснювалася у порядку самоосвіти), здобувачі можуть скористатися відповідними процедурами, наведеними у **«Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ».**

Здобувачі мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів, але на лише на підставі аргументованих пояснень, відповідно до **«Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ»,** а також безпосередньо звернувшись до освітнього омбудсмена, згідно **«Положення про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ».**

З метою вирішення конфліктних ситуацій, що можуть виникнути у здобувачів із іншими учасниками освітнього процесу та/або недопущення виникнення конфліктних ситуацій слід бути обізнаним у нормах **«Кодексу етики ВНТУ».**

Здобувачі ВНТУ мають керуватися принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції і повинні вживати всіх передбачених законодавством заходів щодо запобігання, виявлення та протидії корупції і пов'язаним з нею діям (практикам), відповідно до **«Антикорупційної програми ВНТУ».**

Наведені документи оприлюднені на сайті ВНТУ: https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html.

Основні інформаційні ресурси

1. Веретельник В.В., Тимченко Г.М., Веретельник І.О., Веретельник О.В. Операційне числення: навчальний посібник. Харків: НТУ "ХПІ", 2021. 81 с.

2. Стрелковська І.В., Паскаленко В.М. Операційне числення для фахівців в галузі зв'язку: навчальний посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 120 с.

3. Мартиненко М.А., Юрик І.І. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. Київ: Дім «Слово», 2008. 296 с.

4. Гребенюк С.М. Операційне числення: навчальний посібник для студентів освітнього ступеня «бакалавр» напряму підготовки «Математика». Запоріжжя: ЗНУ, 2015. 86 с.

5. Гой Т.П., Малицька Г.П., Соломко А.В. Операційне числення: навчальний посібник. Івано-Франківськ : Сімик, 2014. 208 с.

6. Легеза В.П., Олещенко Л.М. Операційне числення: практикум. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 70 с.

7. Операційне числення. Методичні вказівки до самостійного вивчення окремих розділів вищої математики для студ. технічних напрямів підготовки денної та заочної форм навчання / Уклад. З. В. Бондаренко, С. А. Кирилащук, В. І. Клочко. Вінниця: ВНТУ, 2017. 50 с.

Допоміжні інформаційні ресурси

8. Валєєв К.Г., Джалладова І.А. Операційне числення та його застосування. Київ: КНЕУ, 2003. 295 с.

9. Войцеховський О.А. Операційне числення. Навчальний посібник. Вінниця: ВДТУ, 2000. 148 с.