МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ І МЕХАНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

_____ С.І. Гоменюк
(підпис) (ініціали та прізвище)
«02» 09 2021 р.

МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 113 – «Прикладна математика»,
освітньо-професійна програма «Прикладна математика»

Укладач Кондрат'єва Н.О., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри прикладної математики і механіки.

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри прикладної
математики і механіки

Протокол № 1 від 31 серпня 2021 р.

Завідувач кафедри

_____ В.З. Грищак
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
математичного факультету

Протокол № 1 від 02 вересня 2021 р.

Голова науково-методичної ради
математичного факультету

_____ О.С. Пшенична
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом

_____ О.В. Лещинська
(підпис) (ініціали, прізвище)

2021 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><th>1</th><th>2</th><th colspan="2">3</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти</td><td rowspan="2">Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>очна (денна) форма здобуття освіти</td><td>заочна (дистанційна) форма здобуття освіти</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Галузь знань
12 – «Системні науки та кібернетика»</td><td rowspan="2">Кількість кредитів – 4</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td colspan="2">Цикл загальної підготовки</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Спеціальність:
113 – «Прикладна математика</td><td rowspan="2">Загальна кількість годин –120</td><td colspan="2">Семестр:</td></tr>
<tr><td>8-й</td><td>9-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Освітньо-професійна програма «Прикладна математика»</td><td rowspan="3">Змістових модулів – 6</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>12 год.</td><td>8 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Рівень вищої освіти:
бакалаврський</td><td rowspan="5">Кількість поточних контрольних заходів – 12</td><td>24 год.</td><td>8 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>84 год.</td><td>104 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид підсумкового семестрового контролю:
залік</td></tr>
</table>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Математичне та комп’ютерне моделювання складних систем» є оволодіння системними знаннями з основ теорії віброзахисту, основ сучасних методів теорії віброзахисту, основних підходів до віброзахисту, сучасних напрямків розвитку теорії віброзахисту.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Математичне та комп’ютерне моделювання складних систем» є:

- ознайомлення з основами застосування методології захисту об’єктів від механічних впливів;
- ознайомлення з основні поняттями теорії захисту об’єктів від механічних впливів;
- ознайомлення з методами та алгоритмами теорії захисту об’єктів від механічних впливів;
- ознайомлення з моделями захисту об’єктів від механічних впливів;
- набуття вмінь та оволодіння навичками проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень, здійснювати аналіз та систематизацію результатів дослідження.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	**2**
Результати навчання	
Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проєктування і використання інформаційних систем та технологій.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрування, керовані дискусії, виконання завдань практичних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист практичних робіт, опитування, тестування.
Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх впровадження у професійній діяльності.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрування, керовані дискусії та дебати, виконання завдань практичних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист практичних робіт, опитування, тестування.
Компетентності	
Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрування, виконання завдань практичних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист практичних робіт, опитування, тестування.
Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрування, виконання завдань практичних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист практичних робіт, опитування, тестування.
Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрування, виконання завдань практичних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист практичних робіт, опитування, тестування.
Здатність аналізувати об'єкт проєктування або функціонування та його предметну область.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрування, керовані дискусії, виконання завдань практичних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист практичних робіт, опитування, тестування.
Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрування, виконання завдань практичних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист практичних робіт, опитування, тестування.

Всі, зазначені вище методи навчання і контрольні заходи, спрямованні на набуття інтегральної компетентності: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області інформаційних систем та технологій, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів інформаційних технологій.(ІК).

Міждисциплінарні зв'язки. Курс «Математичне та комп'ютерне моделювання складних систем» є логічним продовженням курсів «Організація та обробка електронної інформації», застосовує досвід, отриманий здобувачами вищої освіти під час вивчення дисципліни «Дискретна математика», «Технології розробки програмного забезпечення». Набуті при вивченні даного курсу знання та навички необхідні для виконання кваліфікаційних робіт та подальшої професійній діяльності.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. *Предмет та задачі курсу. Загальна характеристика зовнішніх і внутрішніх механічних впливів та чинників, що впливають на об'єкти, які встановлюються на рухомих носіях.*

Види механічних впливів на об'єкти, які встановлюються на рухомих носіях. Поняття вібростійкості і вібропрочності. Поняття жорсткості та механічної міцності конструкції. Амортизація конструкції.

Змістовий модуль 2. *Моделювання плоскої схеми віброзахисної системи. Статичний розрахунок систем віброізоляції. Типові схеми розміщення амортизаторів.*

Етапи проведення статичного розрахунку віброзахисної системи. Аналіз зовнішніх умов функціонування об'єкту захисту. Аналіз об'єкту захисту. Моделювання плоскої схеми віброзахисної системи з трьома, чотирма, п'ятьма віброізоляторами при врахуванні плоскостей симетрії. Визначення навантажень на віброізолятори, оптимальних координат кріплення віброізоляторів до рухомого об'єкту. Алгоритмізація та автоматизація процесу статичного розрахунку віброзахисної системи з трьома віброізоляторами.

Змістовий модуль 3. *Моделювання просторової схеми віброзахисної системи. Статичний розрахунок систем віброізоляції. Схеми розміщення амортизаторів.*

Моделювання просторової схеми віброзахисної системи з *n* віброізоляторами. Визначення навантажень на віброізолятори, оптимальних координат кріплення віброізоляторів до рухомого об'єкту. Алгоритмізація та автоматизація процесу статичного розрахунку віброзахисної системи з n віброізоляторами.

Змістовий модуль 4. *Динамічні властивості конструкцій РЕЗ і їх основні динамічні характеристики.*

Малі коливання в системах з багатьма ступенями свободи. Монтаж об'єкту без перекосів на амортизаторах, що мають однакові жорсткості. Установка об'єкту без перекосів на рівножорстких амортизаторах, розташованих в одній площині. Наявність площин симетрії при встановленні об'єкту на амортизаторах. Фланцеве кріплення об'єкту на амортизаторах. Симетрична схема кріплення об'єкту. Установка об'єкту на похилих опорах.

Змістовий модуль 5. *Моделювання динамічних характеристик віброзахисної системи.*

Математичне і комп'ютерне моделювання динамічних характеристик віброзахисної системи. Побудова та розв'язання рівнянь Лагранжа 2 роду. Оцінка ефективності віброзахисту об'єкту. Алгоритмізація та автоматизація процесу динамічного розрахунку.

Змістовий модуль 6. *Підхід до автоматизованого синтезу параметрів системи віброізоляції об'єктів, які встановлюються на рухомих носіях.*

Укрупнений алгоритм автоматичного синтезу оптимальних систем віброізоляції. Системи автоматизованого проектування.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Практичні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
				о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.			
1	**2**	**3**		**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
		о/дф.	з/дист. ф.									
1	15	6	2	2	1	4	1	9	12	4	4	8
2	15	6	2	2	1	4	1	9	12	4	4	8
3	15	6	2	2	1	4	1	9	12	7	7	14
4	15	6	2	2	1	4	1	9	12	4	4	8
5	15	6	4	2	2	4	2	9	12	4	4	8
6	15	6	4	2	2	4	2	9	14	7	7	14
Усього за змістові модулі	90	36	16	12	8	24	8	54	74	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30							30	30	20	20	40
Загалом	**120**									**100**		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Предмет та задачі курсу. Загальна характеристика зовнішніх і внутрішніх механічних впливів та чинників, що впливають на об'єкти, які встановлюються на рухомих носіях.	2	1
2	Моделювання плоскої схеми віброзахисної системи. Статичний розрахунок систем віброізоляції. Типові схеми розміщення амортизаторів.	2	1
3	Моделювання просторової схеми віброзахисної системи. Статичний розрахунок систем віброізоляції. Схеми розміщення амортизаторів.	2	1
4	Динамічні властивості конструкцій РЕЗ і їх основні динамічні характеристики.	2	1
5	Моделювання динамічних характеристик віброзахисної системи.	2	2
6	Підхід до автоматизованого синтезу параметрів системи віброізоляції об'єктів, які встановлюються на рухомих носіях.	2	2
	Всього	**12**	**8**

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Предмет та задачі курсу. Загальна характеристика зовнішніх і внутрішніх механічних впливів та чинників, що впливають на об'єкти, які встановлюються на рухомих носіях.	4	1
2	Моделювання плоскої схеми віброзахисної системи. Статичний розрахунок систем віброізоляції. Типові схеми розміщення амортизаторів.	4	1
3	Моделювання просторової схеми віброзахисної системи. Статичний розрахунок систем віброізоляції. Схеми розміщення амортизаторів.	4	1
4	Динамічні властивості конструкцій РЕЗ і їх основні динамічні характеристики.	4	1
5	Моделювання динамічних характеристик віброзахисної системи.	4	2
6	Підхід до автоматизованого синтезу параметрів системи віброізоляції об'єктів, які встановлюються на рухомих носіях.	4	2
	Всього	**24**	**8**

7. Самостійна робота

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Предмет та задачі курсу. Загальна характеристика зовнішніх і внутрішніх механічних впливів та чинників, що впливають на об'єкти, які встановлюються на рухомих носіях.	9	12
2	Моделювання плоскої схеми віброзахисної системи. Статичний розрахунок систем віброізоляції. Типові схеми розміщення амортизаторів.	9	12
3	Моделювання просторової схеми віброзахисної системи. Статичний розрахунок систем віброізоляції. Схеми розміщення амортизаторів.	9	12
4	Динамічні властивості конструкцій РЕЗ і їх основні динамічні характеристики.	9	12
5	Моделювання динамічних характеристик віброзахисної системи.	9	12
6	Підхід до автоматизованого синтезу параметрів системи віброізоляції об'єктів, які встановлюються на рухомих носіях.	9	14
	Всього	54	74

8. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи №1	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи	**6**
	Звіт про виконання практичної роботи №1	Завдання для виконання практичної роботи викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання практичної роботи	**4**
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	**2**			**10**
2	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи №2	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи	**6**
	Звіт про виконання практичної роботи №2	Завдання для виконання практичної роботи викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання практичної роботи	**4**
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	**2**			**10**
3	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи №3	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи	**6**
	Звіт про виконання практичної роботи №3	Завдання для виконання практичної роботи викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання практичної роботи	**4**
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	**2**			**10**

1	2	3	4	5
4	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи №4	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи	**6**
	Звіт про виконання практичної роботи №4	Завдання для виконання практичної роботи викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання практичної роботи	**4**
Усього за ЗМ 4 контр. заходів	**2**			**10**
5	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи №5	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи	**6**
	Звіт про виконання практичної роботи №5	Завдання для виконання практичної роботи викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання практичної роботи	**4**
Усього за ЗМ 5 контр. заходів	**2**			**10**
6	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи №6	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті практичної роботи	**6**
	Звіт про виконання практичної роботи №6	Завдання для виконання практичної роботи викладено у методичних рекомендаціях до практичних занять у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання практичної роботи	**4**
Усього за ЗМ 6 контр. заходів	**2**			**10**
Усього за змістові модулі контр. заходів	**12**			**60**

Примітка: До кожної практичної роботи потрібно скласти **звіт про їх виконання**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету. і розміщуються на платформі Moodle. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. У випадку, коли завдання включає розробку алгоритму та написання програмного коду, у звіт додаються алгоритм, програмний код для кожного завдання та вихідні файли розробленої програми.

З**ахист кожного практичного завдання** є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів розв'язання завдання.

9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Залік	Теоретичне завдання в MoodleZNU	Тестові завдання з тем курсу. Питання для підготовки викладено секції курсу «Підсумковий контроль» у системі MoodleZNU.	Підсумкове теоретичне завдання у формі тестування проводиться на платформі Moodle. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни. Максимальна кількість балів за підсумковий тест становить 20 балів.	**20**
	Практичне завдання в MoodleZNU	Змістовна форма практичного завдання відповідає завданням у практичних роботах, розв'язуваних протягом семестру.	Підсумкове практичне завдання у формі Завдання (розв'язання задач з наданням повної відповіді) проводиться на платформі Moodle. Максимальна кількість балів за підсумкове практичне завдання становить 20 балів.	**20**
Усього за підсумковий семестровий контроль				**40**

10. Рекомендована література

Основна:

1. Чуйко Г. П., Дворник О. В., Яремчук О. М. Математичне моделювання систем і процесів : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2015. 244 с.
2. Хусаінов Д. Я., Харченко І. І., Шатирко А. В. Введення в моделювання динамічних систем : навч. посіб. Київ : Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, 2010. 128 с.
3. Павленко П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів : навч. посіб. Київ : НАУ, 2014. 274 с.
4. Плескач В. Л., Затонацька Т. Г. Інформаційні системи і технології на підприємствах : підручник. Київ : Знання, 2011. 718 с.
5. Постіл С. Д. UML. Уніфікована мова моделювання інформаційних систем : навч. посіб. Ірпінь : Ун-т держ. фіск. служби України, 2019. 321 с.

Додаткова:

6. Бутко М. П. та ін. Системи і моделі: теорія, методологія, практика : навч. посіб. Ніжин : ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2007. 380 с.
7. Інформаційні технології : навч. посіб. / під заг. ред. А. В. Нєлєпова. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 200 с.
8. Кириленко О. В., Сегеда М. С., Буткевич О. Ф., Мазур Т. А. Математичне моделювання в електроенергетиці : підручник. Львів : Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2010. 608 с.
9. Кириленко О. В., Сегеда М. С., Буткевич О. Ф., Мазур Т. А. Математичне моделювання в електроенергетиці : підручник. Львів : 2-е видання. Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2013. 608 с.
10. Кундрат А. М., Кундрат М. М. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2014. 252 с.
11. Мінухін С. В., Беседовський О. М., Знахур С. В. Методи і моделі проектування на основі сучасних CASE–засобів : навч. посіб. Харків : ХНЕУ, 2008. 272 с.
12. Нікітенко О. М. Maple. Розв'язання інженерних та наукових задач : навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2014. 289 с.
13. Сегеда М. С. Математичне моделювання в електроенергетиці : навч. посіб. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2002. 300 с.
14. Сегеда М. С. Електричні мережі та системи: підручник. Львів : Вид.-во Нац. ун.-ту «Львівська політехніка», 2015. 540 с.
15. Law A. M., Kelton W. D. Simulation, Modeling and Analysis. New York : McGraw-Hill Publishing Co, 2000. 560 p.

Інформаційні ресурси

1. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з інформатики та обчислювальної техніки. URL: https://www.twirpx.com/files/#files_informatics.
2. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з математики. URL: https://www.twirpx.com/files/#files_mathematics.
3. Бібліотека оцифрованої технічної та математичної літератури. URL: https://techlibrary.ru/.
4. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: http://www.nbuv.gov.ua/.
5. Maplesoft Media Releases. URL: https://www.maplesoft.com/company/news/releases/2021/2021-03-10-maple-2021-provides-even-more-tools-to-help-students-learn-math.aspx.
6. Computer Graphics Tutorial. .URL: https://www.tutorialspoint.com/computer_graphics/index.htm
7. Інструменти візуалізація даних, які ви можете використовувати на веб-сайті. URL: https://azbyka.com.ua/uk/instrumenty-vizualizatsiya-dannyh/.