



Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
Факультет інформатики, математики та економіки
Кафедра математики і фізики



Назва курсу	Теорія нелінійних коливань
Викладачі	Фоменко В.Г., ст. викладач кафедри математики і фізики
Профайл викладачів	http://fim.mdpu.org.ua/fakultet-informatiki-matematiki-ta/kafedra-matematiki-i-fiziki/sklad-kafedrimatematiki-i-fiziki/fomenko-volodymyr-gennadijovych/
E-mail:	fomenko.vladymyr@gmail.com
Сторінка курсу в ЦОДТ МДПУ імені Богдана Хмельницького	http://www.dfn.mdpu.org.ua/enrol/index.php?id=4819
Консультації	<i>Очні консультації:</i> щовівторка з 12 ³⁰ до 13 ³⁰ , аудиторія № 65 <i>Онлайн-консультації:</i> через систему ЦОДТ МДПУ імені Богдана Хмельницького

1. Коротка анотація до курсу

Різні розділи фізики вивчають досить різні форми руху матерії. Ці форми руху сприймаються різними органами відчуття, тож і сприймаються вони як різні явища. Більшість з таких рухів є коливальними процесами. Коливальні явища, які виникають в так званих нелінійних системах вивчаються в дисципліні теорія нелінійних коливань. За допомогою систем диференціальних рівнянь та наближених аналітичних методів їх розв'язків проводиться дослідження цих динамічних систем.

2. Мета та завдання курсу

Предмет вивчення навчальної дисципліни «Теорія нелінійних коливань» - диференціальні рівняння, що описують нелінійні коливальні процеси.

Метою є ознайомлення та оволодіння теоретичними і практичними знаннями з основ теорії нелінійних коливань.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Теорія нелінійних коливань» є:

- формування у студентів базових понять з основними теоретичними положень про рух коливальних систем;
- формування в студентів уявлення про значення та область використання теорії нелінійних коливань;
- розвиток навичок розв'язання основних задач про рух нелінійних коливальних систем.

3. Формат курсу

Очний (offline) у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи.
Змішаний (blended) через систему Центру освітніх дистанційних технологій МДПУ імені Богдана Хмельницького.

4. Компетентності та програмні результати навчання, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу та синтезу, оцінювання сучасних наукових досягнень, генерування нових ідей при вирішенні дослідницьких і практичних завдань.

ЗК3. Здатність діяти соціально відповідально та громадянськи свідомо, організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони життя і здоров'я здобувачів в освітньому процесі та позаурочній діяльності, застосовувати принципи енергозбереження в своїй професійній діяльності.

ЗК4. Здатність до нестандартного розв'язання задач, самостійності міркувань та умовиводів, навички інтелектуального пошуку, вміння виявляти та розв'язувати проблеми.

ЗК10. Здатність використовувати навички роботи в галузі сучасних інформаційних та комунікаційних технологій для розв'язання експериментальних і практичних завдань.

ФК1. Здатність аналізувати та математично моделювати різноманітні процеси і явища, досліджувати відповідні моделі та інтерпретувати одержані результати.

ФК3. Здатність до розв'язання прикладних задач за допомогою розділів вищої математики.

ФК11. Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики.

ФК12. Здатність обирати адекватні методи для ефективного вирішення конкретних науково-практичних задач у галузі математики і фізики.

ПРН2. Застосовувати спеціалізовані знання для розуміння наукової літератури за обраними предметними спеціальностями та готувати до опублікування статті за результатами проведених досліджень з математики, фізики або методики їх викладання.

ПРН7. Будувати математичні моделі для розв'язання прикладних задач.

ПРН13. Демонструвати та застосовувати знання з математики, фізики та методики їх викладання.

5. Обсяг курсу

Вид заняття	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Кількість кредитів
Кількість годин	12	28	80	4

6. Ознаки курсу:

Рік викладання	Семестр	Спеціальність	Курс, (рік навчання)	Нормативний\вибірковий
2021-2022	3-й	014.04 Середня освіта (Математика)	2 рік магістратури	Вибірковий (ВК)

7. Технічне й програмне забезпечення / обладнання

Підручники, посібники, довідники, методичні рекомендації до практичних занять. Технічне та мультимедійне обладнання. Забезпечення доступу здобувачів вищої освіти до Інтернет-ресурсів.

8. Політики курсу

Політика академічної поведінки та етики:

- Відвідування лекційних занять і опрацювання їх матеріалів.
- Виконання завдань практичних занять і опрацювання питань самостійної роботи.
- Виконання контрольних-модульних завдань.

10. Схема курсу

Тиж. / дата / год.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) / Формат	Матеріали	Література Ресурси в інтернеті	Завдання, год
Блок 1. Елементи теорії нелінійних коливань					
Тиж. 1. 4 акад. год.	Тема 1: Вступ. Класифікація коливань та коливальних систем. 1. Вступ до теорії коливань, історія її розвитку. 2. Класифікація коливань за кінематичним принципом. 3. Класифікація за характером збудження коливання. 4. Класифікація за властивостями коливальних систем. 5. Приклади простіших моделей.	Лекція <i>F2F</i> Практичне заняття	Презентація, відеоматеріали, методичні рекомендації	1, 3, 5	Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до семінарського заняття 1. Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми http://www.dfn.mdu.org.ua/enrol/index.php?id=4819

<p>Тиж. 2-3.</p> <p>6 акад. год.</p>	<p>Тема 2: Математичні моделі коливальних систем.</p> <p>1. Автоколивальні системи. 2. Типові нелінійності. 3. Фазовий портрет динамічної системи. Поняття динамічної системи. 4. Поняття стійкості руху.</p>	<p>Лекція <i>F2F</i></p> <p>Практичне заняття</p>	<p>Презентація, відео-матеріали, методичні рекомендації</p>	<p>1, 3</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу</p> <p>Підготовка до семінарського заняття 2-3.</p> <p>Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми</p> <p>http://www.dfn.mdu.org.ua/enrol/index.php?id=4819</p>
<p>Тиж. 4-5</p> <p>6 акад. год.</p>	<p>Тема 3: Автоколивальні системи.</p> <p>1. Осциляторні автоколивальні системи. 2. Релаксаційні колювання.</p>	<p>Лекція <i>F2F</i></p> <p>Практичне заняття</p> <p>ПКР</p>	<p>Презентація, відео-матеріали, методичні рекомендації</p>	<p>1-3</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу</p> <p>Підготовка до семінарського заняття 4-5.</p> <p>Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми</p> <p>http://www.dfn.mdu.org.ua/enrol/index.php?id=4819</p>
<p>Блок 2. Основні методи теорії нелінійних колювань</p>					
<p>Тиж. 6-9</p> <p>14 акад. год</p>	<p>Тема 4: Наближені аналітичні методи аналізу колювань нелінійних осциляторів.</p> <p>1. Постановка задачі. 2. Метод розкладання у ряд за малим параметром. 3. Метод Пуанкаре. 4. Метод перенормування. 5. Метод багатьох масштабів. 6. Метод Бубнова-Гальоркіна. 7. Метод гармонічного балансу.</p>	<p>Лекція <i>F2F</i></p> <p>Практичне заняття</p>	<p>Презентація, відео-матеріали, методичні рекомендації</p>	<p>1- 4</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу</p> <p>Підготовка до семінарського заняття 6-10.</p> <p>Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми</p> <p>http://www.dfn.mdu.org.ua/enrol/index.php?id=4819</p>

<p>Тиж. 10-12 10 акад. год</p>	<p>Тема 5: Асимптотичні методи в теорії нелінійних коливань. 1. Постановка задачі. 2. Побудова асимптотичних розв'язків для періодичних коливань. 3. Побудова асимптотичних розв'язків для коливань в системах, близьких до лінійних.</p>	<p>Лекція <i>F2F</i> Практичне заняття</p>	<p>Презентація, відео-матеріали, методичні рекомендації.</p>	<p>2, 4</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до семінарського заняття 11-14 Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми http://www.dfn.mdu.org.ua/enrol/index.php?id=4819</p>
--	--	---	--	-------------	---

10. Система оцінювання та вимоги

Методи контролю результатів навчання: поточний контроль здійснюється у формі усних відповідей на практичних заняттях, бліц-опитувань, презентацій, тестових завдань, розрахунково-графічних завдань. Підсумковий контроль – у формі заліку.

Система оцінювання результатів навчальних досягнень здобувачів вищої освіти на ОП Математика базується на «Положенні про організацію освітнього процесу в Мелітопольському державному педагогічному університеті імені Богдана Хмельницького» (протокол від 20.09.2019 р. № 3) і «Положенні про бально-накопичувальну систему оцінювання навчальних досягнень» (від 28.11.2017 р., протокол №7), що затверджені Вченою радою МДПУ імені Богдана Хмельницького.

Контроль за видами діяльності здобувачів вищої освіти здійснюється шляхом поточного оцінювання знань (усні відповіді, тестові завдання, виконання завдань різного рівня складності), періодичного тестового (контрольних робіт за матеріалами кожного блоку). За результатами суми балів поточного оцінювання та двох періодичних контрольних робіт (ПКР) виставляється підсумкова оцінка за національною, 100-бальною шкалами і ECTS.

За семестр з курсу дисципліни проводяться два періодичні контролю (ПКР), результати яких є складовою результатів контрольних точок першої (КТ1) і другої (КТ2). Результати контрольної точки (КТ) є сумою поточного (ПК) і періодичного контролю (ПКР): $КТ = ПК + ПКР$. Максимальна кількість балів за контрольну точку (КТ) складає **50 балів**. Максимальна кількість балів за періодичний контроль (ПКР) становить 60 % від максимальної кількості балів за контрольну точку (КТ), тобто **30 балів**. А 40 % балів, тобто решта балів контрольної точки, є бали за поточний контроль, а саме **20 балів**. Результати поточного контролю обчислюються як середньозважена оцінок ($X_{ср}$) за діяльність студента на практичних (семінарських) заняттях, що входять в число певної контрольної точки. Для трансферу середньозваженої оцінки ($X_{ср}$) в бали, що входять до 40 % балів контрольної точки (КТ), треба скористатися формулою: $ПК = (X_{ср}) * 20 / 5$.

Наприклад, якщо за поточний контроль (ПК) видів діяльності студента на всіх заняттях $X_{ср} = 4.1$ бали, які були до періодичного контролю (ПКР), то їх перерахування на 20 балів здійснюється так: $ПК = 4.1 * 20 / 5 = 4.1 * 4 = 16.4 // 16$ (балів). За періодичний контроль

(ПКР) студентом отримано 30 балів. Тоді за контрольну точку (КТ) буде отримано $КТ = ПК + ПКР = 16 + 30 = 46$ (балів).

Студент має право на підвищення результату тільки одного періодичного контролю (ПКР) протягом двох тижнів після його складання у випадку отримання незадовільної оцінки.

Критерії оцінювання: форма контролю – залік.

11. Критерії оцінювання знань і вмінь студентів

Методи контролю результатів навчання	Максимальна кількість балів та вимоги до їх накопичення
Поточний контроль (відповідь на практичному занятті)	<p style="text-align: center;">5 балів</p> <p><i>5 балів</i> – Розв’язання правильне, супроводжується необхідним повним поясненням і обґрунтуванням, може бути допущена арифметична помилка, яка є наслідком неухважності, і не демонструє незнання математичних законів, виконаний вірно рисунок.</p> <p><i>4 бала</i> – Розв’язання супроводжується неповним поясненням, порушено логічно правильний ланцюг міркувань, але відповідь правильна, виконаний вірно рисунок.</p> <p><i>3 бала</i> – Завдання розв’язане правильно, але пояснення неповне, пропущені логічні кроки, відсутня чітка відповідь, виконаний рисунок з деякими неточностями.</p> <p><i>2 бала</i> – При розв’язанні зроблені помилкові теоретичні пояснення, наслідком яких є частковий розв’язок, рисунок виконаний не вірно.</p> <p><i>1 бал</i> – Розв’язання відсутнє, але наведено теоретичні пояснення, формули, необхідні для виконання завдання, є спроба застосування формул до розв’язання, рисунок виконаний не вірно.</p>
Поточний контроль (реферат, есе, презентація, творче завдання)	<p style="text-align: center;">В сумі 5 балів</p> <p><i>1 бал</i> – Відповідність змісту обраній темі</p> <p><i>1 бал</i> – Логічна структурованість матеріалу, ґрунтовність, повнота і критичність аналізу літератури з теми завдання.</p> <p><i>1 бал</i> – Успішність виконання завдання (математично вірно розв’язане завдання, глибина аналізу зібраного фактичного матеріалу, відображення практичного застосування).</p> <p><i>1 бал</i> – Літературне, технічне й естетичне оформлення роботи з використанням пакетів динамічної геометрії.</p> <p><i>1 бал</i> – Публічний захист роботи</p>
Поточний контроль (самостійні контрольні роботи)	<p style="text-align: center;">5 балів</p> <p>Розподіл балів, як за відповідь на практичному занятті.</p>
Поточний контроль (підсумкове тестування)	<p style="text-align: center;">5 балів</p> <p>0,5 бала за кожен правильну відповідь на кожне з 10 тестових завдань</p>
Періодичний контроль (ПКР)	<p style="text-align: center;">30 балів</p> <p>10 балів – тестування (по 0,5 бал за кожен правильну відповідь на кожне з 10 тестових завдань теоретичного змісту та по 1 балу за 5 тестових завдань практичного змісту);</p>

	20 балів - за кожне з 4 завдань (розподіл балів за кожне завдання, як за відповідь на практичному занятті)
Підсумковий контроль (іспит)	<p style="text-align: center;">100 балів:</p> <p>30 балів – відповідь на теоретичне питання; 50 балів – розв’язання практичного завдання; 20 балів – відповіді на 4 тестових завдань.</p> <p style="text-align: center;"><i>Відповідь на теоретичне питання</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повна, розгорнута відповідь за кожним з питань з обґрунтованими математичними твердженнями, сформульовано необхідні теореми, наведено приклади застосування даного теоретичного питання з необхідним поясненням (13-15 балів по кожному з питань). 2. Відповідь неповна, дані обґрунтування, сформульовані теореми, але в доведенні порушено правильний ланцюг міркувань, відсутні приклади (11-12 балів по кожному з питань) 3. Дано пояснення питання, наведено приклади, сформульовано теореми з поясненнями, але доведення відсутнє (9-10 балів по кожному з питань) 4. Дано часткове пояснення питання. Сформульовано теореми без пояснень, наведено приклади застосування до розв’язання задач (7-8 балів по кожному з питань) 5. Дано часткове пояснення питання. Сформульовано теореми без пояснень, приклади відсутні (4-6 балів по кожному з питань) 6. Відповідь неповна, дано часткове пояснення питання, відсутні обґрунтування, приклади, теореми сформульовані частково (1-3 бали по кожному з питань) <p style="text-align: center;"><i>Розв’язання практичного завдання</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Завдання розв’язано правильно, при цьому виявляється варіативність мислення, раціональність у виборі способу розв’язання, розв’язання супроводжується необхідним повним поясненням і обґрунтуванням, вказано можливі помилки, запропонована методика розв’язання завдання, виконаний вірно рисунок. (9-10 балів) 2. Розв’язання супроводжується необхідним повним поясненням і обґрунтуванням, але допущена арифметична помилка, яка є наслідком неуважності, і не демонструє незнання математичних законів, вказано можливі помилки, запропонована методика розв’язання завдання, виконаний рисунок. (7-8 балів) 3. Розв’язання супроводжується неповним поясненням, порушено логічно правильний ланцюг міркувань, але відповідь правильна, вказано можливі помилки, запропонована методика розв’язання завдання, виконаний рисунок з деякими неточностями (6-7 балів) 4. Завдання розв’язується правильно, але пояснення неповне, пропущені логічні кроки, відсутня чітка відповідь, вказано можливі помилки, запропонована методика розв’язання завдання, виконаний рисунок з деякими неточностями (5-6 балів) 5. При розв’язанні зроблені помилкові теоретичні пояснення, наслідком яких є частковий розв’язок завдання, а також частково запропонована методика розв’язання завдання,

	<p>рисунок виконаний не вірно (3-4 балів)</p> <p>6. Розв'язання відсутнє, але наведено теоретичні пояснення, формули, необхідні для виконання завдання, є спроба застосування формул до розв'язання, рисунок не виконаний. (1-2 балів)</p> <p style="text-align: center;"><i>Відповіді на тестові завдання</i></p> <p>Тестові завдання: 5 балів – відповідь правильна, 0 балів – відповідь неправильна.</p>
--	---

12. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	
A	90-100	відмінно	Студент виявляє всебічні, системні й глибокі знання навчального матеріалу, здатний використовувати набуті знання та вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища й факти. Мова логічно обґрунтована і граматично правильна
B	82-89	добре	Студент виявляє вміння самостійно та аргументовано викладати матеріал, аналізувати явища й факти, робити самостійні узагальнення та висновки, правильно виконує навчальні завдання, виправляє допущені помилки, кількість яких незначна. Відповіді досить повні, логічні, з елементами самостійності, але містять деякі неточності
C	74-81		
D	64-73	задовільно	Студент виявляє наявність знань лише основного матеріалу, відповідає по суті питання і в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь не повна, нечітка, містить неточності, дає недостатньо правильні формулювання, порушує послідовність викладу матеріалу, відчуває труднощі, застосовуючи знання при рішенні практичних задач
E	60-63		
FX	0-59	незадовільно з можливістю повторного складання	Студент не знає значної частини матеріалу курсу, допускає суттєві помилки при висвітленні основних питань, при формулюванні понять, на додаткові питання відповідає не по суті, не може провести зв'язок між теоретичним матеріалом і сучасною дійсністю, не може правильно вирішити конкретну задачу, зорієнтуватись в конкретній ситуації, робить велику кількість помилок в усній відповіді.

13. Рекомендована література

Основна

1. Азаренков М.О., Гірка В.О., Лапшин В.І., Муратов В.І. Теорія коливань та хвиль. – Харків, 2005. – 154 с.
2. Васищенко М.В., Алексейчук О.М. Теорія коливань і стійкості руху: підручник / К.: Вища школа, 2004. – 525 с.
3. Бутенин Н.В., Неймарк Ю.И., Фуфаев Н.А. Введение в теорию нелинейных колебаний. М.: Наука, 1987. – 382 с.
4. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / М.: Наука, 1974. – 503 с.
5. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння: підручник/ К.: Либідь, 2003. – 600 с.

Додаткова

1. Вірченко Н.О. Основні методи розв'язання задач математичної фізики / К.: КПІ, 1997. – 370 с.
2. Krylova A. S. Homogenization of spectral problem on small-periodic networks / A.S. Krylova, G.V. Sandrakov // Journal of Mathematical Physics, Analysis, Geometry, 2012. – Vol. 8. No. 4. P. 336 – 356.
3. L. Kutsenko, V. Vanin, O. Shoman, P. Yablonsyi, L. Zapolskiy, N. Hrytsyna, S. Nazarenko, V. Danylenko, E. Sivak, S. Sevchenko. Modeling the resonance of a swinging spring based on the synthesis of a motion trajectory of its load. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Applied mechanics, 2019. Vol. No.7. P. 53–64.

Інформаційні ресурси

1. Робоча програма на сайті ЦОДТ МДПУ імені Богдана Хмельницького.
2. Лекції та матеріали до практичних занять на сайті ЦОДТ МДПУ імені Богдана Хмельницького.
3. Інтернет-ресурси:
<http://home.iitk.ac.in/~anindya/NLVnotes.pdf>
https://www.researchgate.net/publication/228682155_Lecture_notes_on_nonlinear_vibrations
<https://www.youtube.com/watch?v=c8sIaLj5Uc&list=PLbMVogVj5nJSjU9TQ8hnRt0o1anUGcnrQ&index=1>