Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Нелінійна механіка твердого деформованого тіла

Шифр та назва спеціальності
113 – Прикладна математика

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма
Комп'ютерне та математичне моделювання

Кафедра
Математичне моделювання та інтелектуальні обчислення в інженерії (161)

Рівень освіти
Магістр-професіонал (1 рік 4 місяці)
Магістр-науковець (1 рік 9 місяців)ї

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова), обов'язкова

Семестр
2

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

Львов Геннадій Іванович
Gennadiy.Lvovl@khpi.edu.ua
Доктор технічних наук. професор
Сфера наукових інтересів:
- дослідження нелінійних задач динаміки і міцності структур;
- чисельні методи розв'язання задач теорії пружності, пластичності і вібрації;
- чисельні методи гомогенізації композитів.
Scopus: Scopus Author ID: 6506190655
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0297-9227
ResearcherID: U-8774-2017
Детальніше про викладача на сайті кафедри

Загальна інформація

Анотація

Курс «Нелінійна механіка» є одним із основних у забезпеченні спеціалізації в області механіки деформованого твердого тіла (МДТТ), зокрема теорії пружності, пластичності та міцності. Дає систему загальних понять теоретичних підходів до вивчення процесів фізично та геометрично нелінійного деформування пружних середовищ на основі різноманітних мір деформації. Охоплює чотири розділи: теорія деформацій, теорія напружень, особливості нелінійного деформування пружних тіл, головні властивості полімерних матеріалів, еластомери: потенціали та їхні визначальні співвідношення.

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення нормативної дисципліни «Нелінійна механіка твердого деформованого тіла» є ознайомити студентів із основними математичними моделями і засобами вивчення деформування фізично та геометрично нелінійних суцільних середовищ і допомогти засвоїти використовувані для цієї мети поняття мір деформації та цілої множини тензорів деформацій та напружень; продемонструвати приклади використання у теорії пружності фізично та

геометрично нелінійних математичних моделей та методів їхньої побудови; викласти основи математичної теорії та дати початкові навики в оперуванні широким колом нових понять та методів сучасної нелінійної механіки.
Набуті студентами вміння та навички будуть корисними при написанні дипломних робіт, проходженні обчислювальних практик, проведенні наукових досліджень та подальшій роботі у галузі інженерії.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК7. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СК2. Здатність проводити наукові дослідження з розробки нових та адаптації існуючих математичних та комп'ютерних моделей для дослідження різноманітних процесів, явищ і систем, здійснювати відповідні експерименти та аналізувати одержані результати.
СК4 Здатність розробляти та досліджувати математичні та комп'ютерні моделі, проводити обчислювальний експеримент та розв'язувати формалізовані задачі за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
СК9. Здатність математично формалізувати постановку наукових та практичних задач, обирати математичний аналітичний або чисельний метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.
СК10. Здатність розробляти математичні методи та алгоритми комп'ютерного моделювання нелінійних фізичних явищ та процесів в інноваційних технологічних системах.
СК12. Здатність виявляти сутність науково-технічних проблем в професійній діяльності, застосовувати відповідні математичні моделі для дослідження механічних об'єктів та процесів.

Результати навчання

РН4. Будувати математичні моделі складних систем і вибирати методи їх дослідження, реалізовувати побудовані моделі програмно та перевіряти їх адекватність за допомогою комп'ютерних технологій.
РН16. Вміти розробляти математичні методи та алгоритми комп'ютерного моделювання нелінійних фізичних явищ та процесів в інноваційних технологічних системах.
РН18. Розуміти сутність науково-технічних проблем в професійній діяльності, застосовувати відповідні математичні моделі для дослідження механічних об'єктів та процесів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредитів ECTS): лекції – 16 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 58 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з
- диференціальної геометрії;
- тензорного аналізу;
- теоретичної механіки;
- лінійної теорії пружності;
- навички застосування програмних засобів розв'язання математичних задач.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Навчальний процес включає: лекції з використанням комп'ютерно-інформаційних засобів; лабораторні роботи, самостійна робота. При викладанні лекційного курсу використовуються методи проблемного навчання шляхом застосування таких форм навчання, як тематичні та

проблемні лекції. Метою таких лекцій є розвиток у студентів логічного та самостійного розуміння матеріалу.

Лабораторні заняття змістовних модулів плануються до кожної теми, включають підготовку до лабораторних занять за визначеним планом; виконання контрольних завдань; огляд наукових публікацій з обраної проблеми. Використовуються такі форми і методи навчання: пояснення, дискусія, диспут.

Самостійна робота студентів включає: підготовку до практичних занять, вивчення рекомендованої наукової літератури, написання звітів з лабораторних робіт. Завдання самостійної роботи студентів вважаються виконаними, якщо вони: подані в установлений термін і повністю виконані та не мають логічних і розрахункових помилок.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1.
Вступ. Матеріальний опис суцільного середовища. Рух. Вектор переміщення і швидкості руху точки.

Тема 2. Деіормація. Градієнти деформації і переміщень.
Тензори деформації Ґріна та Коші. Логарифмічні міри деформації
Тема 3. Узагальнені тензори деформації та їхні головні значення.
Геометричні рівняння.
Тема 4. Мала деформація. Відносна зміна об'єму під час деформування. Формули Коши
Тема 5. Зовнішні сили. Рівняння рівноваги в проекціях на локальні базиси деформованого стану
Тема 6. Рівняння рівноваги в початковому базиси. Тензор напружень Піола-Кіргоффа
Тема 7. Потенціальна енергія деформацій. Енергетичний тензор напружень
Тема 8. Приклади деформованих станів. Афінне перетворення. Плоске поле переміщень.

Теми практичних занять

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Основи тензорної алгебри в косо кутових координатах. Коваріантні та контрваріантні компоненти.
Тема 2. Апроксимація діаграм деформування за різними моделями матеріалів.
Тема 3. Моделювання розтягу зразків при великих деформаціях в програмному комплексі ANSYS.
Тема 4 . Модулювання нелінійного деформування в програмних комплексах. Поліноміальна модель загального вигляду.
Тема 5. Модель гіперпружного мвтеріалу Муні – Рівліна.
Тема 6. Чисельний аналіз деформування товстостінних труб з гіперпружних матеріалів.
Тема 7. Моделювання деформування гумових амортизаторів
Тема 8. Чисельний аналіз пневматичних амортизаторів.

Самостійна робота

Виконання розрахункових індивідуальних завдань за темами лабораторних робіт. Перевірка звітів виконується викладачем.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Lurie A. I., Nonlinear Theory of Elasticity, Paperback: North Holland, 2012. – 632p.
2. Божидарник В. В., Сулим Г. Т. Елементи теорії пружності, Львів: Світ,1994. — 560 с.
3. Nonlinear Elasticity: Theory and Applications (London Mathematical Society Lecture Note Series No 282) / Editors Y.B. Fu, R.W. Ogden. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. XI – 525 p.

4. Truesdell C., Noll W. The Non-Linear Field Theories of Mechanics. Third Edition. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2004. – 602 p.

Додаткова література

1. Bar-Sinai Y., Librandi G., Bertoldi K., Moshe M. Geometric charges and nonlinear elasticity of two-dimensional elastic metamaterials// Northwestern University, Evanston, 2020. – 10195 – 10202p.
2. Zeidler E. Basic Equations of Nonlinear Elasticity Theory / Nonlinear Functional Analysis and its Applications. IV: Applications to Mathematical Physics, 1988. Springer - Verlag New York, Inc. P. 158 – 232.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Для оцінювання успішності студента використовується система накопичення балів. Максимальна кількість балів за:
- самостійна робота 10 балів,
- контрольна робота 20 балів

В якості альтернативи системі накопичувальних балів можна скласти усний іспит

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/

Погодження

Силабус погоджено	Дата погодження 30.08.2023	Завідувач кафедри Олексій ВОДКА
	Дата погодження 30.08.2023	Гарант ОПП (1 рік 4 місяці) Олексій ЛАРІН
		Гарант ОНП (1 рік 9 місяців) Геннадій МАРТИНЕНКО