



НАУКОВА РОБОТА ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ. ЧАСТИНА 2.

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G - Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G9 «Прикладна механіка»
Освітня програма	ОНП Інжиніринг пакування та пакувального обладнання Engineering of packaging products, processes and equipment
Статус освітнього компонента	обов'язкова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг освітнього компонента	4 (120)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: – https://cpsm.kpi.ua/karvatskij-anton-yanovich.html Практичні: https://cpsm.kpi.ua/karvatskij-anton-yanovich.html Лабораторні: –
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс Google classroom, https://cpsm.kpi.ua/navchannya/sylabusy/sylabusy-2025-roku.html

Програма освітнього компонента

1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітній компонент «Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2» включає такі важливі для підготовки магістерської дисертації з прикладної механіки напрямки досліджень як: теоретичні основи з розробки заходів для підвищення енергоефективності, міцності й довговічності обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки; базові принципи дослідження енергоефективності та міцності технологічного обладнання підприємств хімічних виробництв методами математичного моделювання; приклади застосування числового аналізу для розробки енергоефективних конструкцій і регламентів експлуатації конкретного промислового обладнання з підвищеними механічними характеристиками.

Мета освітнього компонента «Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2»

Метою освітнього компонента є формування комплексу знань у студентів щодо методів та інструментів числового аналізу енергоефективності, міцності й довговічності технологічного устаткування пакувальної техніки.

Предмет освітнього компонента «Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2» – методи та інструменти числового аналізу енергоефективності, міцності й довговічності технологічного устаткування пакувальної техніки.

Вивчення освітнього компонента дає можливість студентам проводити теоретичні дослідження процесів пакування та пакувального обладнання з використанням сучасних CAD-CAE-систем проектування.

Відповідно до мети підготовка магістрів за даною спеціальністю вимагає посилення формування таких компетентностей:

Інтегральну компетентність:

- Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

- Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми (ЗК 01);
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК 08).

Фахові компетентності:

- Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог (ФК 01).
- Здатність планувати і виконувати експериментальні й теоретичні дослідження з прикладної механіки та дотичних міждисциплінарних проблем, опрацьовувати і узагальнювати результати досліджень (ФК 05).

Згідно з вимогами програми освітнього компонента, студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

- Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань (ПРН 01);
- Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації (ПРН 04);
- Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення (ПРН 05);
- Зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проектів, доносити власні висновки, аргументи та пояснення державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня (ПРН 07);
- Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах (ПРН 08);

- Організовувати роботу групи при виконанні завдань, комплексних проектів, наукових досліджень, розуміти роботу інших, давати чіткі інструкції (ПРН 09);
- Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію (ПРН 10);
- Застосовувати фундаментальні та прикладні знання та вміння в галузі інноваційних технологій машинобудування (ПРН 14);
- Проводити експериментальні і комп'ютерні дослідження із застосуванням методів планування експерименту і математичного моделювання (ПРН 15);
- Оптимізувати технічні рішення на етапі проектування та експлуатації виробів та обладнання за допомогою сучасних розрахункових алгоритмів та спеціалізованих програмних комплексів (ПРН 16).

2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: освітній компонент «Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2» базується на вивченні таких кредитних модулів: «Вища математика», «Фізика», «Хімія», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Теоретична механіка», «Інформатика», «Матеріалознавство», «Технологія конструкційних матеріалів», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Теорія механізмів і машин», «Теоретичні основи теплотехніки», «Деталі машин і основи конструювання», «Механіка рідини і газу», «Інженерні розрахунки на ПЕОМ», «Технології і обладнання для виготовлення пакувальних матеріалів», «Пакувальні технології і обладнання», «Системи автоматизованого інжинірингу», «Процеси, апарати і машини галузі», «Пакувальне обладнання», «Інжиніринг пакувального обладнання».

Постреквізити: освітній компонент «Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2» забезпечує виконання магістерських дисертацій.

3. Зміст освітнього компонента

Розділ 1. Математичне формулювання та методика числового розв'язання нелінійних задач механіки суцільного середовища

Тема 1.1. Нелінійна нестационарна теплопровідність ізотропного середовища з внутрішніми джерелами теплоти.

Тема 1.2. Нелінійна нестационарна задача тепло-електропровідності.

Тема 1.3. Задача пружно-пластичної поведінки ізотропного матеріалу.

Тема 1.4. Задача пружно-пластичної поведінки сипкого матеріалу.

Розділ 2. Розробка числових моделей та виконання числового аналізу теплового, теплоелектричного, тепло-гідродинамічного або термомеханічного стану промислового обладнання з використанням програмних продуктів ANSYS

Тема 2.1. Стационарна теплопровідність плоскої стінки за граничних умов I – III родів.

Тема 2.2. Статичний аналіз міцності конструкції за різних силових або термосилових навантажень.

Тема 2.3. Змішування потоків рідини різної температури у трубному трійнику.

Тема 2.4. Використання гідродинамічної моделі з дискретною фазою.

Тема 2.5. Охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання.

Тема 2.6. Промивання резервуару – двофазна модель (рідина - газ).

Тема 2.7. Динамічний аналіз руйнування конструкції (алюмінієвої банки).

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Карвацький А. Я. Наукова робота за темою магістерської дисертації. Методи та інструменти числового аналізу фізичних полів обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 234 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23913>
2. Карвацький А. Я. Інжиніринг пакувального обладнання. Конспект лекцій з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 142 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23915>
3. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 391 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23916>
4. Карвацький А. Я. Нелінійні задачі механіки суцільних середовищ. Комп'ютерний практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 158 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27528>
5. Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ. Теоретичні основи навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 290 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23917>

Додаткова література

1. Закономірності процесу високотемпературного оброблення сипучих вуглецевих матеріалів в електричних печах : монографія / Т. В. Лазарев, А. Я. Карвацький, Є. М. Панов, С. В. Лелека, А. Ю. Педченко. Київ : НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. 156 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/15217>
2. Теоретично-експериментальні дослідження печей графітування Кастнера: монографія / А. Ю. Педченко, Є. М. Панов, А. Я. Карвацький, С. В. Лелека, Т. В. Лазарев. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 174 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20800>
3. Енергоресурсоефективне виробництво ізостатичного графіту : монографія / Є. М. Панов, С. В. Лелека, А. Я. Карвацький, І. О. Мікульонок. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 140 с. ISBN 978-617-7734-26-9 URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37590>
4. Енергоресурсоефективне пресування вуглеграфітових виробів : монографія / Є. М. Панов, С. В. Лелека, А. Я. Карвацький, І. О. Мікульонок. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 84 с. ISBN 978-617-7734-27-6 URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37591>

5. Website: OpenFOAM. Open Source Field Operation And Manipulation CFD ToolBox – відкрита інтегрована платформа для числового моделювання задач механіки суцільних середовищ
URL: <http://www.openfoam.com/>
6. Website: LIGGGHTS Open Source Discrete Element Method Particle Simulation Code. URL: <https://www.cfdem.com/>
7. Website: ParaView. An open-source, multi-platform data analysis and visualization application.
URL: <https://www.paraview.org/>
6. Website: ANSYS Engineering Simulation & 3D Design Software ANSYS [Електронний ресурс]. URL : <https://www.ansys.com/>
1. Моделювання статичної і динамічної поведінки матеріалів у LIGGGHTS [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за спеціальностями 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування / А. Я. Карвацький, І. О. Мікульонок, В. М. Витвицький. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 4,16 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 76 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45613>

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. DSpace НТБ КПІ ім. Ігоря Сікорського, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23913>, <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23915>, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23916>, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27528>, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23917>, <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/15217>, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20800>, <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37590>, <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37591>
2. Website кафедри ХПСМ, <https://cpsm.kpi.ua/>
3. Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського, <http://login.kpi.ua/>
4. Платформа дистанційного навчання «Сікорський», <https://sikorsky-distance.kpi.ua/>

5. Методика опанування освітнього компонента

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компонента «Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області сучасних методів механіки суцільних середовищ;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітко і адекватне їх формулюваннях);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, за можливості їх з демонстрацією результатів розрахунків;
- викладання матеріалів освітнього компонента чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
Розділ 1. Математичне формулювання та методика числового розв'язання нелінійних задач механіки суцільного середовища		
1	Тема 1.1. Нелінійна нестационарна теплопровідність ізотропного середовища з внутрішніми джерелами теплоти Лекція 1. Математична постановка нелінійної задачі нестационарної теплопровідності ізотропного середовища. Методика числового розв'язання задачі, побудована на методі скінченних елементів (МСЕ). Література: [4] с. 9–12. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Програмна реалізація числової методики та верифікація. Програмний код Mathcad розв'язання нелінійної задачі нестационарної теплопровідності ізотропного середовища. Література: [4] с. 13–18; с. 55–76.	1
2	Тема 1.2. Нелінійна нестационарна задача тепло-електропровідності Лекція 2. Математична постановка нелінійної задачі нестационарної тепло-електропровідності. Методика числового розв'язання задачі, побудована на МСЕ. Література: [4] с. 20–25. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Програмна реалізація числової методики та верифікація. Програмний код Mathcad розв'язання нелінійної задачі нестационарної тепло-електропровідності ізотропного середовища. Література: [4] с. 26–30; с. 77–104.	2
3	Тема 1.3. Задача пружно-пластичної поведінки ізотропного матеріалу Лекція 3. Математична постановка задачі пружно-пластичної	1

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
	поведінки ізотропного матеріалу. Методика числового розв'язання задачі, побудована на неявному алгоритмі зворотного відображення на базі МСЕ. Література: [4] с. 32–36. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Програмна реалізація числової методики та верифікація. Програмний код Mathcad розв'язання задачі пружно-пластичної поведінки ізотропного матеріалу. Література: [4] с. 37–42; с. 105–139.	
4	Тема 1.4. Задача пружно-пластичної поведінки сипкого матеріалу <u>Лекція 4.</u> Математична постановка задачі пружно-пластичної поведінки сипкого матеріалу. Методика числового розв'язання задачі на базі МСЕ. Література: [4] с. 44–49. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Програмна реалізація числової методики та верифікація. Програмний код Mathcad розв'язання задачі пружно-пластичної поведінки ізотропного сипкого матеріалу. Література: [4] с. 49–53; с. 140–147.	2
Розділ 2. Розробка числових моделей та виконання числового аналізу теплового, теплоелектричного, тепло-гідродинамічного або термомеханічного стану промислового обладнання з використанням програмних продуктів ANSYS		
5	Тема 2.1. Стаціонарна теплопровідність плоскої стінки за граничних умов I – III родів <u>Лекція 5.</u> Математична постановка стаціонарної задачі теплопровідності. Методика числового розв'язання задачі на базі методу скінченних об'ємів (МСО). Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Основи МСО. Література: конспект лекцій.	1
6	<u>Лекція 6.</u> Методика побудови числової моделі для розв'язання задачі стаціонарної теплопровідності з використанням програмних продуктів Workbench Fluent. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Побудова числової моделі. Література: конспект лекцій; файл – «1ua-ANSYS Academic Teaching приклад 1.pdf».	2
7	Тема 2.2. Статичний аналіз міцності конструкції за різних силових або термосилових навантажень <u>Лекція 7.</u> Математична постановка задачі напружено-деформованого стану. Методика числового розв'язання задачі на базі МСЕ. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Статичний аналіз міцності конструкції (пластина). Граничні умови. Література: конспект лекцій.	1
8	<u>Лекція 8.</u> Методика побудови числової моделі для розв'язання задачі для статичного аналізу міцності пластини з використанням програмних продуктів Workbench. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з	2

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
	<i>електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Побудова числової моделі. Література: конспект лекцій; файл – «ANSYS Mechanical статичний аналіз міцності конструкції (пластина) .pdf».</i>	
9	Тема 2.3. Змішування потоків рідини різної температури у трубному трійнику <i>Лекція 9. Математична постановка задачі тепло-гідродинаміки під час турбулентної течії нестисливої ньютонівської рідини на базі стандартної $k-\varepsilon$ моделі. Побудова геометрії трубного трійника та виконання дискретизації з побудовою приграничного шару. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Змішування потоків рідини різної температури у трубному трійнику. Граничні умови. Література: конспект лекцій.</i>	1
10	<i>Лекція 10. Методика побудови числової моделі для розв'язання задачі змішування потоків рідини різної температури у трубному трійнику з використанням програмних продуктів Workbench Fluent. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Побудова числової моделі. Побудова геометрії трубного трійника та виконання дискретизації з побудовою приграничного шару. Література: конспект лекцій; файл – <i>fluent_13.0_workshop01-mixingtee.pdf</i>.</i>	2
11	Тема 2.4. Використання гідродинамічної моделі з дискретною фазою <i>Лекція 11. Математична постановка континуально-дискретної задачі неізотермічної двофазної течії (газ – краплі рідини або рідина – тверді частинки). Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Використання моделі з дискретною фазою для моделювання ізотермічної двофазної течії в реакторі. Граничні умови. Література: конспект лекцій.</i>	1
12	<i>Лекція 12. Методика побудови числової моделі для розв'язання задачі ізотермічної двофазної течії в реакторі з використанням програмних продуктів Workbench Fluent. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Побудова числової моделі для розв'язання задачі ізотермічної двофазної течії в реакторі з використанням програмних продуктів Workbench Fluent. Література: конспект лекцій; файл – <i>fluent_13.0_workshop06-dpm.pdf</i>.</i>	2
13	Тема 2.5. Охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання <i>Лекція 13. Математична постановка задачі тепло-гідродинаміки під час ламінарної течії нестисливої ідеальної рідини з врахуванням радіаційного теплообміну. Література: конспект лекцій.</i>	2

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
	<u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання. Граничні умови. Література: конспект лекцій.	
14	Лекція 14. Методика побудови числової моделі для розв'язання задачі охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання з використанням програмних продуктів Workbench Fluent. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Побудова числової моделі для розв'язання задачі охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання. Література: конспект лекцій; файл – fluent_13.0_workshop04-electronics.pdf.	2
15	Тема 2.6. Промивання резервуару – двофазна модель (рідина - газ) Лекція 15. Математичне формулювання задачі течії двофазного потоку на базі моделі VOF. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Промивання резервуару – двофазна модель. Граничні умови. Література: конспект лекцій.	2
16	Лекція 16. Методика побудови числової моделі для розв'язання задачі Промивання резервуару – двофазна модель VOF з використанням програмних продуктів Workbench Fluent. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Побудова числової моделі для розв'язання задачі Промивання резервуару – двофазна модель VOF. Література: конспект лекцій; файл – fluent_13.0_workshop07-tank-flush.pdf.	2
17	Тема 2.7. Динамічний аналіз руйнування конструкції (алюмінієвої банки) Лекція 17. Математична постановка задачі динамічного аналізу руйнування конструкції. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Динамічний аналіз руйнування конструкції алюмінієвої банки. Граничні умови. Література: конспект лекцій.	2
18	Лекція 18. Методика побудови числової моделі для розв'язання задачі динамічного аналізу руйнування конструкції алюмінієвої банки з використанням програмних продуктів Workbench Fluent. Література: конспект лекцій. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Побудова числової моделі для розв'язання задачі динамічного аналізу руйнування конструкції алюмінієвої банки. Література: конспект лекцій; файл –task8 Explicit Dynamics LS-DYNA.pdf.	2
Всього		30

Практичні заняття

Основними завданнями циклу практичних занять є застосування студентами теоретичних основ з побудови фізичних і математичних моделей теплового, теплоелектричного, тепло-гідродинамічного та термомеханічного стану промислового обладнання пакувальної техніки [1–5] для виконання розробки числових моделей фізичного стану, зокрема теплового, теплоелектричного, тепло-гідродинамічного, механічного та термомеханічного [Д1–Д4] з використанням програмних продуктів Workbench [6], Workbench Fluent [6], OpenFOAM і LIGGGHTS [Д5–Д7], проведення числового аналізу теплового, тепло-гідродинамічного або термомеханічного стану пакувальної техніки.

№ з/п	Назва теми практичних занять та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
1	Комп'ютерний практикум 1. Стаціонарна теплопровідність плоскої стінки, Workbench Fluent – файл методичних розробок – «1ua-ANSYS Academic Teaching приклад 1.pdf». <u>Завдання на СРС.</u> Математична постановка стаціонарної і нестаціонарної задач теплопровідності. Методики числового розв'язання задач. Література: [1] с. 10–16, с. 81–126; [2] с. 105–106, с. 109–111; [3] с. 8–9, с. 23–84, с. 170–191; [4] с. 9–19. Нелінійна нестаціонарна задача тепло-електропровідності. Математична постановка нелінійної задачі і методика її числового розв'язання. Література: [1] с. 178–180; [2] с. 112–114; [4] с. 20–30.	1
2	Комп'ютерний практикум 2. Статичний аналіз міцності конструкції (пластина) Workbench – файл методичних розробок – «ANSYS Mechanical статичний аналіз міцності конструкції (пластина) .pdf» [6]. <u>Завдання на СРС.</u> Математична постановка лінійної задачі статичної пружності. Методика числового розв'язання задачі. Література: [1] с. 181–184; [2] с. 106–109; [3] с. 9–18, с. 87–127, с. 193–216. Математична постановка задачі динамічної пружності з врахуванням великих деформацій та контактної взаємодії механічної природи. Література: [2] с. 111–112. Математична постановка зв'язаної задачі термopружності. Література: [2] с. 114–116. Задача пружно-пластичної поведінки ізотропного матеріалу. Математична постановка нелінійної задачі і методика її числового розв'язання. Література: [4] с. 32–42.	1
3	Комп'ютерний практикум 3. Змішування потоків рідини різної температури у трубному трійнику – Fluid Flow and Heat Transfer in a Mixing Tee, Workbench Fluent – файл методичних розробок – «fluent_13.0_workshop01-mixingtee.pdf», файл дискретизації моделі – «fluidtee.meshdat» [6]. Розрахунки матеріального і теплового балансів. <u>Завдання на СРС.</u> Математична постановка задачі тепло-гідродинаміки під час ламінарної течії нестисливої ньютонівської рідини. Література: [2] с. 117–120. Математична постановка задачі тепло-гідродинаміки під час турбулентної течії нестисливої ньютонівської рідини на базі стандартної $k-\varepsilon$ моделі. Література: [2] с. 120–122. Метод скінченних об'ємів. Література: [1] с. 127–139. Методики складання енергетичних і теплових балансів промислового обладнання. Література: [1] с. 185–190.	1

№ з/п	Назва теми практичних занять та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
4	Комп'ютерний практикум 4. Побудова геометрії трубного трійника та виконання дискретизації для КПЗ. Workbench – DesignModeler, Meshing [6]. <u>Завдання на СРС.</u> Фізичні рівняння для неньютонівської рідини. Література: [2] с. 123–124. Приклади застосування математичного моделювання для розробки енергозберігаючих конструкцій і регламентів експлуатації промислового обладнання. Література: [1] с. 198–227.	1
5	Комп'ютерний практикум 5. Використання моделі з дискретною фазою – Using the Discrete Phase Model (DPM), Workbench Fluent – файл методичних розробок – «fluent_13.0_workshop06-dpm.pdf», файл дискретизації моделі – «dpm_tutorial.msh» [6]. <u>Завдання на СРС.</u> Математичні моделі дилатантних (комполітних) речовин. Постановка тепло-гідродинамічної задачі для рідини типу Bingham-Papanastasiou. Література: [2] с. 124–127. Математична модель процесу просочення поруватих середовищ під час виготовлення комполітної тари. Література: [2] с. 127–129.	1
6	Комп'ютерний практикум 6. Охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання – Electronics Cooling with Natural Convection and Radiation, Workbench Fluent – папка методичних розробок – «workshop4-electronics», файл дискретизації моделі – «heatsink.msh.gz» [6]. Розрахунки матеріального і теплового балансів. <u>Завдання на СРС.</u> Методики складання енергетичних і теплових балансів промислового обладнання. Література: [1] с. 191–197.	1
7	Комп'ютерний практикум 7. Промивання резервуару – двофазна модель. Tank Flushing Example, Workbench Fluent – файл метод. розробок – «fluent_13.0_workshop07-tank-flush.pdf», меш – файл «tankflush.msh.gz» [6]. <u>Завдання на СРС.</u> Математичне формулювання задачі течії двофазного потоку на базі моделі VOF. Математичне формулювання задачі течії багатофазного потоку на базі моделі Ейлера. Література: [6].	2
8	Комп'ютерний практикум 8. Динамічний аналіз руйнування конструкції (алюмінієвої банки). task 8 Explicit Dynamics LS-DYNA, Workbench – файл метод. Розробок; soda_can.agdb – файл геометричної моделі [6]. <u>Завдання на СРС.</u> Математична постановка задачі динамічного аналізу руйнування конструкції. Література: конспект лекцій. Методика побудови числової моделі задачі динамічного аналізу руйнування конструкції алюмінієвої банки. Література: конспект лекцій.	2
9	Модульна контрольна робота	2
10	Залік	2
Всього		14

Семінарські заняття

За робочим навчальним планом семінарські заняття не передбачено.

Лабораторні заняття

За робочим навчальним планом лабораторні заняття не передбачено.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Математичне формулювання та методика числового розв'язання нелінійних задач механіки суцільного середовища		
1	Тема 1.3. Задача пружно-пластичної поведінки ізотропного матеріалу Математична постановка задачі пружно-пластичної поведінки ізотропного матеріалу. Методика числового розв'язання задачі, побудована на неявному алгоритмі зворотного відображення. Література: [4] с. 32–36. Програмна реалізація числової методики та верифікація. Програмний код Mathcad розв'язання задачі пружно-пластичної поведінки ізотропного матеріалу. Література: [4] с. 37–42; с. 105–139.	8
2	Тема 1.4. Задача пружно-пластичної поведінки сипкого матеріалу Математична постановка задачі пружно-пластичної поведінки сипкого матеріалу. Методика числового розв'язання задачі. Література: [4] с. 44–49. Програмна реалізація числової методики та верифікація. Програмний код Mathcad розв'язання задачі пружно-пластичної поведінки ізотропного сипкого матеріалу. Література: [4] с. 49–53; с. 140–147.	8
Розділ 2. Розробка числових моделей та виконання числового аналізу теплового, теплоелектричного, тепло-гідродинамічного або термомеханічного стану промислового обладнання з використанням програмних продуктів ANSYS		
3	Тема 2.1. Стаціонарна теплопровідність плоскої стінки за граничних умов I – III родів Математична постановка стаціонарної і нестаціонарної задач теплопровідності. Методики числового розв'язання задач. Література: [1] с. 10–16, с. 81–126; [2] с. 105–106, с. 109–111; [3] с. 8–9, с. 23–84, с. 170–191; [4] с. 9–19. Нелінійна нестаціонарна задача тепло-електропровідності. Математична постановка нелінійної задачі і методика її числового розв'язання. Література: [1] с. 178–180; [2] с. 112–114; [4] с. 20–30.	8
4	Тема 2.2. Статичний аналіз міцності конструкції за різних силових або термосилових навантажень Математична постановка лінійної задачі статичної пружності. Методика числового розв'язання задачі. Література: [1] с. 181–184; [2] с. 106–109; [3] с. 9–18, с. 87–127, с. 193–216. Математична постановка задачі динамічної пружності з врахуванням великих деформацій та контактної взаємодії механічної природи. Література: [2] с. 111–112. Математична постановка зв'язаної задачі термопружності. Література: [2] с. 114–116. Задача пружно-пластичної поведінки ізотропного матеріалу. Математична постановка нелінійної задачі і методика її числового розв'язання. Література: [4] с. 32–42.	8
5	Тема 2.3. Змішування потоків рідини різної температури у трубному трійнику Математична постановка задачі тепло-гідродинаміки під час ламінарної течії нестисливої ньютонівської рідини. Література: [2] с. 117–120. Побудова геометрії трубного трійника та виконання дискретизації з побудовою приграничного шару. Фізичні рівняння для	8

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
	неньютонівської рідини. Література: [2] с. 123–124. Математична постановка задачі тепло-гідродинаміки під час турбулентної течії нестисливої ньютонівської рідини на базі стандартної $k-\varepsilon$ моделі. Література: [2] с. 120–122. Метод скінченних об'ємів. Література: [1] с. 127–139. Методики складання енергетичних і теплових балансів промислового обладнання. Література: [1] с. 185–190. Приклади застосування математичного моделювання для розробки енергозберігаючих конструкцій і регламентів експлуатації промислового обладнання. Література: [1] с. 198–227.	
6	Тема 2.4. Використання гідродинамічної моделі з дискретною фазою Математичні моделі дилатантних (комполітних) речовин. Постановка тепло-гідродинамічної задачі для рідини типу Bingham-Rapanastasiou. Література: [2] с. 124–127. Математична модель процесу просочення поруватих середовищ під час виготовлення композитної тари. Література: [2] с. 127–129.	6
7	Тема 2.5. Охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання Методики складання енергетичних і теплових балансів промислового обладнання. Література: [1] с. 191–197.	6
8	Тема 2.6. Промивання резервуару – двофазна модель (рідина - газ) Математичне формулювання задачі течії двофазного потоку на базі моделі VOF. Математичне формулювання задачі течії багатофазного потоку на базі моделі Ейлера. Література: [6].	6
9	Тема 2.7. Динамічний аналіз руйнування конструкції (алюмінієвої банки) Математична постановка задачі динамічного аналізу руйнування конструкції. Література: конспект лекцій. Методика побудови числової моделі задачі динамічного аналізу руйнування конструкції алюмінієвої банки. Література: [6]; конспект лекцій.	8
10	Модульна контрольна робота	4
11	Залік	6
Всього		76

Індивідуальні завдання

За робочим навчальним планом індивідуальні завдання не передбачено.

Контрольні роботи

Мета модульної контрольної роботи:

- підсумок вивчення розділів і тем кредитного модуля;
- застосування отриманих знань для виконання інженерних розрахунків;
- вміння самостійно застосовувати набуті знання для виконання завдань в даному кредитному модулі та в інших освітніх компонентів: «Пакувальне обладнання», «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання. Курсовий проект», «Наукова робота за темою магістерської дисертації».

Навчальним планом освітнього компонента передбачено одну модульну контрольну роботу, яка охоплює розділи 1 і 2. Приблизний перелік питань до МКР наведено в кінці Силабусу. Формулювання питань до МКР може бути незначно змінено у відповідності до особливостей викладання лекційного матеріалу і сприйняття його студентами. З метою підготовки студентів у режимі СРС, викладач знайомить їх з питаннями до МКР за 1–2 тижні до виконання роботи. Розроблено пакет завдань до МКР.

Політика та контроль

7. Політика освітнього компонента

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь у навчальному процесі, не запізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила виконання і захисту практичних робіт (комп'ютерних практикумів):

- виконання практичних робіт (комп'ютерних практикумів) відбувається у години практичних занять і СРС та надсилається на електронну пошту викладача або телеграм;
- відповідно до «Кодексу честі» практичні роботи (комп'ютерні практикуми) та підготовка відповідей на теоретичні і практичні питання студенти виконують самостійно;
- правила захисту практичних робіт (комп'ютерних практикумів) базуються на рейтинговій системі оцінювання результатів навчання.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем за підготовку наукових публікацій за темами освітнього компонента. При цьому сума заохочувальних балів не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.
- штрафні бали в рамках освітнього компонента не передбачено.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з освітнього компонента або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <https://kpi.ua/code.3>.

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах з комп'ютерних практикумів, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. Тобто неприпустимим є відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів.

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначено у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code.2>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекції	Практ.	Лабор.	СРС	МКР	Інд. завд.	Семестрова атестація
2	4	120	30	14	–	76	1	–	залік

Поточний контроль: відповіді на запитання експрес-контролю теоретичного матеріалу, звіти з комп'ютерних практикумів, модульна контрольна робота.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Рейтинг студента з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за:

- 1) відповіді на запитання експрес-контролю теоретичного матеріалу (проводиться 4 експрес-контролі);
- 2) виконання комп'ютерних практикумів на практичних заняттях (всього 8 робіт);
- 3) модульна контрольна робота.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Експрес-контроль:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 4 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 3 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1 бал;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 1 бал) – 0 балів.

2. Практичні заняття:

- «відмінно», творче виконання завдання, вільне володіння матеріалом – 7-8 балів;
- «добре», виконання завдання в повному обсязі – 5-6 балів;
- «задовільно», виконання завдання з окремими незначними помилками – 3-4 бали;
- «незадовільно», невиконання завдання – 0 балів.

3. Модульна контрольна робота:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 14-15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 11-12 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті можуть додаватися 1–2 заохочувальних бали; +5 заохочувальних балів за доповідь за результатами вивчення освітнього компонента на студентській конференції або публікацію у журналі.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 50 балів. На атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 25 балів.

За результатами 15 тижнів «ідеальний студент» має набрати 100 балів. На другій атестації (16-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 балів.

Максимальна сума балів за семестр R складає 100 (де $R = r_{pr} \cdot 8 + r_{e-kp} \cdot 4 + r_{MKR} = 8 \cdot 8 + 4 \cdot 4 + 16 = 64 + 16 + 20 = 100$). Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. Завдання залікової контрольної роботи складається з двох питань (одне теоретичне і одне практичне) різних тем робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Додаткове питання з тем практичних занять отримують студенти, які не брали участі у роботі певного заняття.

Теоретичне питання залікової контрольної роботи (r_1) оцінюється у 40 балів, а практичне (r_2) у 60 балів, відповідно до системи оцінювання.

Система оцінювання теоретичного питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 40-37 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 30-28 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 34-22 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного завдання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 60-55 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 45-40 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 36-30 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Рейтинг заліку з кредитного модуля складає:

$$R = r_1 + r_2,$$

де r_1 , r_2 – рейтинг за залікову контрольну роботу, відповідно за кожне з двох питань залікової контрольної роботи.

Тобто, $R = 40 + 60 = 100$ балів.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 40 балів.

Сума балів за кожне з трьох запитань контрольної роботи переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з освітнього компонента

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Проаналізуйте постановку задачі стаціонарної теплопровідності та опишіть граничні умови.
2. Охарактеризуйте постановку задачі статичної пружності та охарактеризуйте граничні умови цієї задачі.
3. Проаналізуйте граничні умови контактної типу задачі статичної пружності.
4. Проаналізуйте рівняння Дюамеля-Неймана та охарактеризуйте його складові.
5. Проаналізуйте та порівняйте формули для розрахунку запасу міцності конструкції для пластичних і крихких матеріалів.
6. Охарактеризуйте постановку задачі нестационарної теплопровідності та наведіть відповідні початкові та граничні умови.
7. Проаналізуйте постановку задачі динамічної пружності з врахуванням великих деформацій та контактної взаємодії механічної природи.
8. Проаналізуйте постановку задачі нелінійної нестационарної термоелектричної задачі та сформулюйте відповідні умови однозначності.
9. Охарактеризуйте постановку зв'язаної задачі термопружності та наведіть відповідні початкові та граничні умови.
10. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гідродинаміки під час ламінарної течії нестисливої ньютонівської рідини та опишіть відповідні початкові та граничні умови.
11. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гідродинаміки під час турбулентної течії нестисливої ньютонівської рідини на базі стандартної моделі з відповідними початковими та граничними умовами.
12. Охарактеризуйте фізичні рівняння для неньютонівської рідини.
13. Відтворіть постановку тепло-гідродинамічної задачі для рідини типу Bingham-Papanastasiou.
14. Опишіть математичну модель процесу просочення поруватих середовищ.
15. Проаналізуйте постановку задачі рухомого шару сипучого матеріалу з відповідними умовами однозначності.
16. Проаналізуйте порядок побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі стаціонарної теплопровідності плоскої стінки з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.
17. Охарактеризуйте алгоритм побудови числової моделі задачі статичної пружності та виконання статичного аналізу міцності пластини в ПЗ Workbench.
18. Проаналізуйте порядок побудови числової моделі задачі тепло-гідродинамічного стану на прикладі задачі змішування потоків рідини різної температури у трубному трійнику з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.

19. Проаналізуйте порядок побудови геометрії трубного трійника та виконання дискретизації з побудовою пограничного шару з використанням програмних продуктів Workbench – DesignModeler, Meshing.
20. Проаналізуйте алгоритм побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі з дискретною фазою з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.
21. Проаналізуйте алгоритм побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.
22. Відтворіть порядок побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі промивання резервуару – двофазна модель (рідина - газ) з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.
23. Проаналізуйте алгоритм побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі визначення кута природного укусу за результатами моделювання процесу формування гірки сипкого матеріалу.

Перелік питань і завдань, які виносяться на модульну контрольну роботу

1. Проаналізуйте постановку задачі стаціонарної теплопровідності та опишіть граничні умови.
2. Охарактеризуйте постановку задачі статичної пружності та охарактеризуйте граничні умови цієї задачі.
3. Проаналізуйте граничні умови контактного типу задачі статичної пружності.
4. Проаналізуйте рівняння Дюамеля-Неймана та охарактеризуйте його складові.
5. Проаналізуйте та порівняйте формули для розрахунку запасу міцності конструкції для пластичних і крихких матеріалів.
6. Охарактеризуйте постановку задачі нестационарної теплопровідності та наведіть відповідні початкові та граничні умови.
7. Проаналізуйте постановку задачі динамічної пружності з врахуванням великих деформацій та контактної взаємодії механічної природи.
8. Проаналізуйте постановку задачі нелінійної нестационарної термоелектричної задачі та сформулюйте відповідні умови однозначності.
9. Охарактеризуйте постановку зв'язаної задачі термopужності та наведіть відповідні початкові та граничні умови.
10. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гiдродинаміки під час ламінарної течії нестисливої ньютонівської рідини та опишіть відповідні початкові та граничні умови.
11. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гiдродинаміки під час турбулентної течії нестисливої ньютонівської рідини на базі стандартної моделі з відповідними початковими та граничними умовами.
12. Охарактеризуйте фізичні рівняння для неньютонівської рідини.
13. Відтворіть постановку тепло-гiдродинамічної задачі для рідини типу Bingham-Papanastasiou.
14. Опишіть математичну модель процесу просочення поруватих середовищ.
15. Проаналізуйте постановку задачі рухомого шару сипучого матеріалу з відповідними умовами однозначності.
16. Проаналізуйте порядок побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі стаціонарної теплопровідності плоскої стінки з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.
17. Охарактеризуйте алгоритм побудови числової моделі задачі статичної пружності та виконання статичного аналізу міцності пластини в ПЗ Workbench.
18. Проаналізуйте порядок побудови числової моделі задачі тепло-гiдродинамічного стану на прикладі задачі змішування потоків рідини різної температури у трубному трійнику з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.

19. Проаналізуйте порядок побудови геометрії трубного трійника та виконання дискретизації з побудовою пограничного шару з використанням програмних продуктів Workbench – DesignModeler, Meshing.
20. Проаналізуйте алгоритм побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі з дискретною фазою з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.
21. Проаналізуйте алгоритм побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі охолодження електронних пристроїв за рахунок природної конвекції та теплового випромінювання з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.
22. Відтворіть порядок побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі промивання резервуару – двофазна модель (рідина - газ) з використанням програмних продуктів Workbench Fluent.
23. Проаналізуйте алгоритм побудови і виконання розрахунків за числовою моделлю задачі визначення кута природного укусу за результатами моделювання процесу формування гірки сипкого матеріалу.

Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено професор, д.т.н., професор, Антон КАРВАЦЬКИЙ

Ухвалено кафедрою хімічного, полімерного і силікатного машинобудування (протокол № 17 від 04.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 27.06.2025 р.)