



ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ІНЖИНІРИНГ ПАКУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

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	ОПП 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, осінній семестр
Обсяг освітнього компонента	5(150)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
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

Термін «Інжиніринг» походить від англійського слова "engineering", що означає "споруджувати, проектувати, влаштовувати, затівати, придумувати, винаходити». Інжиніринг визначають як сукупність інтелектуальних видів діяльності, що мають своєю кінцевою метою отримання найкращих (оптимальних) результатів від капіталовкладень чи інших витрат, пов'язаних з реалізацією проектів різного призначення за рахунок найбільш раціонального підбору та ефективного використання матеріальних, трудових, технологічних і фінансових ресурсів в їх єдності і взаємозв'язку, а також методів організації та управління, на основі передових науково-технічних досягнень і з урахуванням конкретних умов і проектів.

Сучасний рівень розвитку науки і техніки потребує підготовки майбутніх спеціалістів з поглибленими знаннями в галузі інжинірингу, що широкому розумінні цього терміну включають: складання технічних завдань; проведення НДР; складання проектних пропозицій і ТЕО будівництва промислових та інших об'єктів; проведення інженерно-пошукових робіт; розробку технічних проектів і робочих креслень для будівництва нових і реконструкції діючих промислових та інших об'єктів; розробку пропозицій у внутрішньо заводському та внутрішньо цеховому

плануванні, міжопераційних зав'язків і переходів; проектування і конструкторську розробку машин, обладнання, установок, приладів, виробів; розробку складів матеріалів, сплавів, інших речовин і проведення їх випробувань; розробку технологічних процесів, прийомів і способів; консультації та авторський нагляд під час шеф-монтажу, пусконаладжувальних роботах та експлуатації обладнання та об'єктів в цілому; консультації економічного, фінансового або іншого порядку.

Освітній компонент «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання» перш за все передбачає освоєння студентами основ застосування методів наукоємного комп'ютерного інжинірингу в практиці проектування пакувального обладнання.

Наукоємний комп'ютерний інжиніринг – перш за все передбачає визначення працездатності та конкурентоспроможності об'єкту розробки ще на етапі його проектування за допомогою використання сучасних CAD-систем та обчислювальних програмних продуктів для числового аналізу його фізичних полів.

Мета освітнього компонента «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання»

Метою освітнього компонента є формування комплексу знань у студентів щодо основ застосування методів наукоємного комп'ютерного інжинірингу в практиці проектування пакувального обладнання за допомогою використання сучасних CAD-систем та обчислювальних програмних продуктів для числового аналізу його фізичних полів.

Предмет освітнього компонента «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання» – методи та засоби наукоємного комп'ютерного інжинірингу в частині розрахунків та конструювання під час розробки та проектування пакувального обладнання.

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 вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 06);
- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 08);
- Спираючись на знання проблем сталого розвитку вирішувати завдання інжинірингу технологічного обладнання (ЗК 11).

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 описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук (ФК 02);
- Здатність до інжинірингу пакувального обладнання щодо забезпечення працездатності під дією експлуатаційних навантажень та впливу оточуючого середовища (ФК 05);
- Здатність до освоєння нових видів техніки і технології у галузі пакування та споріднених галузях (ФК 09).

Згідно з вимогами програми освітнього компонента «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання», 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);
- Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення (ПРН 02);
- Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні (ПРН 03);
- 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);
- Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних та соціальних аспектів (ПРН 06);
- Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науковотехнічних та освітніх заходах (ПРН 08);
- Вміти обирати, визначати процеси і обладнання для пакування продукції у споживчу тару, для групового пакування, скріплення, транспортування, розформування (ПРН 15);
- Вибирати тип та раціональну конструкцію пакувального обладнання та його вузлів на базі аналізу особливостей технологічного процесу пакування та продукту пакування (ПРН 18);
- Знання способів пакування різних видів продукції і обладнання пакування (ПРН 21);
- Знання принципів і методів конструювання основного пакувального і допоміжного обладнання (ПРН 23);
- Організовувати безпечну експлуатацію обладнання для пакування на основі технологічного регламенту і користуючись правилами техніки безпеки (ПРН 27).

Також освітній компонент «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання» дозволить студентам навчитись розв'язувати складні задачі і проблеми прикладної механіки під

час навчання, що передбачає проведення досліджень процесів, обладнання та/або здійснення інновацій в даній галузі та характеризується невизначеністю умов і вимог.

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

Пререквізити: освітній компонент «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання» 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».

Постреквізити: освітній компонент «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання» забезпечує такі освітні компоненти: «Пакувальне обладнання», «САПР технологічного обладнання», «Курсова робота з інжинірингу пакувального обладнання», «Наукова робота за темою магістерської дисертації» та «Проектування поточних ліній», виконання магістерських дисертацій.

3. Зміст освітнього компонента

Розділ 1. Загальні відомості про інжиніринг пакувального обладнання, конструкції, технологічний процес та параметричні розрахунки устаткування

Тема 1.1. Введення в освітній компонент. Загальні положення.

Тема 1.2. Пристрої дозування і фасування продукції.

Тема 1.3. Пристрої дозування сипучої продукції.

Тема 1.4. Пристрої для дозування і фасування рідкої продукції.

Тема 1.5. Пристрої для дозування і фасування в'язкої продукції.

Розділ 2. Математичні моделі фізичних полів процесів та обладнання пакувальної техніки для виконання оцінок її експлуатаційної придатності

Тема 2.1. Математичні моделі стаціонарних і нестаціонарних задач термо-механіки.

Тема 2.2. Багатодисциплінарні математичні моделі.

Тема 2.3. Математичні моделі задач течії рідин та газів.

Тема 2.4. Математичні моделі дискретного опису руху сипучого матеріалу.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання. [Електронний ресурс] : конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг пакування та пакувального обладнання» спец. 131 «Прикладна механіка» / А. Я. Карвацький ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид. переробл. – Електрон. текст. дані (1 файл: 2,73 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 143 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74720>
2. Гавва О. М., Беспалько А. П., Волочко А. І. Пакувальне обладнання в 3 кн. – 1 кн. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару : навч. посіб. : за ред. О. М. Гавви. Київ : ІАЦ «Упаковка», 2008. 436 с.
3. Dassault Systems SolidWorks Corporation, a Dassault Systems S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 USA, 1995–2009, 534 p.
4. Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання. [Електронний ресурс] : курсовий проєкт : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг пакування та пакувального обладнання» спец. 131 «Прикладна механіка» / А. Я. Карвацький,

В. М. Витвицький; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид. переробл. – Електрон. текст. дані (1 файл: 1,44 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 48 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74820>

5. Метод. вказівки до викон. комп'ютерних практикумів з практичних занять студентів з дисципліни «Проектування поточних ліній», для студ. спец. «Машини і технологія пакування» / А.Я. Карвацький, Т.В. Лазарев. Київ : НТУУ «КПІ», 2013. 35 с. URL : <https://cpsm.kpi.ua/Doc/Metod Pract PPL.pdf>

Додаткова література

1. SOLIDWORKS: Drawings Online Class. URL : <https://www.linkedin.com/learning/solidworks-drawings>
2. Hanlon J.F., Kelsey R. J. Handbook of Package Engineering: 3rd Edition. London : CRC Press, 1998. 698 p. URL : <https://www.amazon.com/Handbook-Package-Engineering-Joseph-Hanlon/dp/1566763061>
3. Introduction to SolidWorks. 2014. · 207 p. · URL : <https://www.pdfdrive.com/introduction-to-solidworks-e13723438.html>
4. SolidWorks Simulation. 2010. 146 p. URL : <https://www.pdfdrive.com/solidworks-simulation-e17219094.html>
5. Tickoo Sham. Solidworks A Tutorial Approach. 2016, 593 p. URL : <https://www.pdfdrive.com/solidworks-a-tutorial-approach-e175343946.html>
6. Website: Autodesk Inventor. URL : <http://www.autodesk.ru/products/autodesk-inventor-family/overview>
7. Segerlind Larry J. Applied Finite Element Analysis ; sec. edit. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1984. 393 p. URL : <https://www.scribd.com/doc/241729488/Applied-Finite-Element-Analysis-Larry-J-Segerlind-pdf>
8. Zienkiewicz, O., Taylor, R., Fox, D.: The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics. 7th edn. Elsevier Ltd., Oxford (2014).
9. Website: PTC Mathcad – програмне середовище для виконання на комп'ютері різноманітних математичних і технічних розрахунків. URL : <http://www.ptc.com/product/mathcad/>
10. 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 виробництва полімерних і будівельних матеріалів і виробів» / А. Я. Карвацький. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 391 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/11636>
11. Механіка суцільних середовищ. [Електронний ресурс] : конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмами «Інжиніринг пакувань та пакувального обладнання» спец. 131 «Прикладна механіка» та «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання» спец. 133 «Галузеве машинобудування» / А. Я. Карвацький, А. О. Чемерис ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид. переробл. та доп. – Електрон. текст. дані (1 файл: 3,56 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 214 с. URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/72094>
12. 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 HTБ КПІ ім. Ігоря Сікорського, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23915>, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23914>, <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/11636>, <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19011>
2. Website кафедри ХПСМ, <http://cpsm.kpi.ua/mr.html>
3. Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського, <http://login.kpi.ua/>
4. Платформа дистанційного навчання «Сікорський», <https://sikorsky-distance.kpi.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування освітнього компонента

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компонента «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання», 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 наукоємного комп'ютерного інжинірингу в практиці проектування пакувального обладнання;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, за можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів досліджень 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. Загальні відомості про інжиніринг пакувального обладнання, конструкції, технологічний процес та параметричні розрахунки устаткування		
1	Тема 1.1. Введення в освітні компонент. Загальні положення Лекція 1. Вступ. Література. Основні поняття та визначення. Термінологічний апарат інжинірингу. Головні тенденції та підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу та місце освітнього компонента ІнжПО. Загальні характеристики процесу пакування. Класифікація пакувального обладнання. Технологічний процес пакування. Характеристики продукції як об'єкту пакування. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> CAD-CAE-системи та технології. Література: [3], [Д5] с. 3–25; [Д1] с. 3–30; Загальні дані про споживчу упаковку. Література: [2] с. 18–20; конспект лекцій [1], с. 20–26.	2
2	Тема 1.2. Пристрої дозування і фасування продукції Лекція 2. Способи дозування. Класифікація пристроїв дозування. Точність дозування. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з	4

№ 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> Природа систематичної і випадкової похибки дозування. Умови вибору способу дозування і конструкції дозатора. Література: [2] с. 24–30; конспект лекцій [1], с. 26–42.</i>	
3	Тема 1.3. Пристрої дозування сипучої продукції <i>Лекція 3. Загальна характеристика дозування сипучої продукції. Пристрої дозування об'ємного типу. Дозатор стаканчикового типу. Дозатор шибєрного типу. Дозатор камерного типу. Дозатор маятникового типу. Дозатор шнекового типу. Методика технологічного (параметричного) розрахунку дозаторів об'ємного типу. Пристрої вагового дозування сипучої продукції. Класифікація та влаштування вагових дозаторів сипучої продукції. Стрічкові живильники. Вібраційні живильники. Шнекові живильники. Живильники тарілчастого типу. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Типові конструктивні схеми дозаторів об'ємної дії, схеми їх компонування в пакувальних машинах. Способи вдосконалення об'ємних дозаторів. Література: [2] с. 31–49; Потужність приводу об'ємного дозатора карусельного типу. Література: [2] с. 49–53; Статичні й динамічні навантаження під час зважування. Мінімальна маса сипучої продукції живильника. Література: [2] с. 53–60; Технологічні розрахунки стрічкового та вібраційного живильників. Література: [2] с. 60–72; Роторні живильники, електромагнітні вібраційні пристрої живлення, лінійно-лоткові, комбінованого типу. Література: [2] с. 72–97; конспект лекцій [1], с. 42–84.</i>	4
4	Тема 1.4. Пристрої для дозування і фасування рідкої продукції <i>Лекція 4. Класифікація і характеристика процесу дозування рідкої продукції. Пристрої для барометричного ізобаричного фасування. Параметричні розрахунки фасувальних пристроїв рідкої продукції. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Конструктивні особливості пристроїв дозування і фасування рідкої продукції в м'яку і напівжорстку тару, витратні резервуари. Література: [2] с. 98–187; конспект лекцій [1], с. 84–96.</i>	4
5	Тема 1.5. Пристрої для дозування і фасування в'язкої продукції <i>Лекція 5. Ознаки класифікації в'язкої продукції як об'єкта пакування. Класифікація і аналіз конструкцій пристроїв дозування і фасування в'язкої продукції. Типові конструктивні схеми дозаторів мембранного та поршневого типів. Технологічний розрахунок пристроїв дозування поршневого типу. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Пристрої для дозування і фасування в'язкої продукції. Література: [2] с. 212–232; конспект лекцій [1], с. 97–106.</i>	4
Розділ 2. Математичні моделі фізичних полів процесів та обладнання пакувальної техніки для виконання оцінок її експлуатаційної придатності		
6	Тема 2.1. Математичні моделі стаціонарних і нестаціонарних задач термо-механіки <i>Лекція 6. Постановка задачі стаціонарної теплопровідності. Постановка задачі статичної пружності. Постановка задачі</i>	2

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
	нестационарної теплопровідності. Постановка задачі динамічної пружності з врахуванням великих деформацій та контактної взаємодії механічної природи. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Фізичні та геометричні рівняння. Початкові та граничні умови в задачах термомеханіки. Література: [6], с. 8–9, с. 15–17; [5], с. 6–10; конспект лекцій [1], с. 107–115.	
7	Тема 2.2. Багатодисциплінарні математичні моделі Лекція 7. Постановка нелінійної нестационарної термоелектричної задачі. Постановка зв'язаної задачі термопружності. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Початкові та граничні умови в багато дисциплінарних задачах. Література: [7], с. 116–119; конспект лекцій [1], с. 115–119.	2
8	Тема 2.3. Математичні моделі задач течії рідин та газів Лекція 8. Постановка задачі тепло-гідродинаміки під час ламінарної течії нестисливої ньютонівської рідини. Постановка задачі тепло-гідродинаміки під час турбулентної течії нестисливої ньютонівської рідини на базі стандартної $k-\varepsilon$ моделі. Фізичні рівняння для ньютонівської рідини. Моделі дилатантних (комполімерних) речовин. Постановка задачі тепло-гідродинамічного стану рідини типу Bingham-Papanastasiou. Математична модель процесу просочення поруватих середовищ під час виготовлення композитної тари. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Фізичні рівняння. Початкові та граничні умови в задачах тепло-гідродинаміки. Література: конспект лекцій [1], с. 120–132.	4
9	Тема 2.4. Математичні моделі дискретного опису руху сипучого матеріалу Лекція 9. Постановка задачі рухомого шару сипучого матеріалу. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> На лекції використовується ноутбук з електронною версією лекції та проектор. Рисунки, плакати до лекції. <u>Завдання на СРС.</u> Початкові та граничні умови в задачі руху сипучого матеріалу. Література: конспект лекцій [1], с. 130–133; [8].	4
Всього		30

Практичні заняття

Основними цілями циклу практичних занять є застосування студентами теоретичних знань при проектуванні пакувального обладнання, здобуття умінь користування CAD-системами (SolidWorks [3], [Д1, Д3–Д5], Autodesk Inventor [Д6], Mathcad [Д9]) програмними продуктами CAE-системи SolidWorks для побудови складних числових моделей вузлів та деталей пакувальних машин, аналізу отриманих результатів розрахунків фізичних полів в процесі проектування з метою визначення експлуатаційної придатності деталей та вузлів, що розробляються.

№ з/п	Назва теми практичних занять та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
1	Тема 1. Знайомство з SolidWorks, основи 3D моделювання, створення (малювання) ескізів. Література: [3], с. 32–59, 61, 62. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> персональний комп'ютер, CAD-система	2

№ з/п	Назва теми практичних занять та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
	<i>SolidWorks, приклади побудови ескізів та твердотільних моделей деталей. Завдання на СРС. Двовимірне рисування. Рисування горизонтальних і вертикальних ліній. Рисування з використанням ліній формування. Література: [3], [5], [Д1, Д3–Д5].</i>	
2	Тема 2. Елементи витягнута бобишка/основа і витягнутий виріз. Література: [4], с. 64–87, 103–105. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> персональний комп'ютер, CAD-система SolidWorks, приклади побудови ескізів та твердотільних моделей деталей. <u>Завдання на СРС.</u> Основи моделювання деталі. Плита. Вирізи. Кронштейн основа. Література: [3], [5], [Д1, Д3].	4
3	Тема 3. 3D деталь. Література: [3], с. 110–146, 147, 159. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> персональний комп'ютер, CAD-система SolidWorks, приклади побудови ескізів та твердотільних моделей деталей. <u>Завдання на СРС.</u> Моделювання відливок і штамповок. Тримач інструмента. Шків. Література: [3], [5], [Д1, Д5].	2
4	Тема 4. Осесиметричні елементи і елементи по траєкторії. Література: [3], с. 190–208, 230, 234–236, 239–240. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> персональний комп'ютер, CAD-система SolidWorks, приклади побудови ескізів та твердотільних моделей деталей. <u>Завдання на СРС.</u> Елементи «повернути». Фланець. Напрямна. Елементи «по траєкторії» – скріпка для паперу. Література: [3], [5], [Д1, Д5].	4
5	Тема 5. Самостійна робота – вал. Література: [3]. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> персональний комп'ютер, CAD-системи Autodesk Inventor, SolidWorks, креслення валів. <u>Завдання на СРС.</u> Побудова твердотільних моделей деталей за кресленнями. Література: [3], [4], [Д1, Д5].	2
6	Тема 6. Зборки деталей у вузли машин та пристроїв. Література: [3], <u>Перелік дидактичних засобів:</u> персональний комп'ютер, CAD-системи Autodesk Inventor, SolidWorks, твердотільні моделі деталей, картинки зборок. <u>Завдання на СРС.</u> Моделювання зборок знизу-вверх. Спряження. Кавомолка. Редуктор. Література: [3], [4], [Д1, Д5].	4
7	Тема 7. Виконання креслень за твердотільними моделями деталей, вузлів. Література: [Д1], с. 1-1–1-27 (5-33), с. 3-1–3-27 (53-79), с. 4-1–4-11 (92-104), с. 8-1–8-8 (158-165). <u>Перелік дидактичних засобів:</u> персональний комп'ютер, CAD-системи Autodesk Inventor, SolidWorks, твердотільні моделі деталей. <u>Завдання на СРС.</u> Основи створення креслення за моделлю 3D об'єкта. Створення креслярських видів («Качалка», «Корпус»). Представлення основних розмірів деталі («Качалка», «Корпус»). Створення креслення зборки. Література: [3]–[5], [Д1, Д5].	4
8	Тема 8. Створення 3D об'єкта і креслення за реальною (існуючою) деталлю. Література: [2]–[5], [Д1, Д5]. <u>Перелік дидактичних засобів:</u> персональний комп'ютер, CAD-системи Autodesk Inventor, SolidWorks, різні деталі, лінійка, штангель циркуль.	6

№ з/п	Назва теми практичних занять та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
	<i>Завдання на СРС. Виконання зборок. Повторення пройденого матеріалу. Література: [3]–[5], [Д1, Д3–Д5].</i>	
9	Модульна контрольна робота	2
Всього		30

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
1	Тема 1.1. Введення в освітній компонент. Загальні положення CAD-CAE-системи та технології. Література: [3], [Д5] с. 3–25; [Д1] с. 3–30; Загальні дані про споживчу упаковку. Література: [2] с. 18–20; конспект лекцій [1], с. 20–26. Двовимірне рисування. Рисування горизонтальних і вертикальних ліній. Рисування з використанням ліній формування. Література: [3], [5], [Д1, Д3–Д5].	9
2	Тема 1.2. Пристрої дозування і фасування продукції Природа систематичної і випадкової похибки дозування. Умови вибору способу дозування і конструкції дозатора. Література: [2] с. 24–30; конспект лекцій [1], с. 26–42. Основи моделювання деталі. Плита. Вирізи. Кронштейн основа. Література: [3], [5], [Д1, Д3].	9
3	Тема 1.3. Пристрої дозування сипучої продукції Типові конструктивні схеми дозаторів об'ємної дії, схеми їх компонування в пакувальних машинах. Способи вдосконалення об'ємних дозаторів. Література: [2] с. 31–49; Потужність приводу об'ємного дозатора карусельного типу. Література: [2] с. 49–53; Статичні й динамічні навантаження під час зважування. Мінімальна маса сипучої продукції живильника. Література: [2] с. 53–60; Технологічні розрахунки стрічкового та вібраційного живильників. Література: [2] с. 60–72; Роторні живильники, електромагнітні вібраційні пристрої живлення, лінійно-лоткові, комбінованого типу. Література: [2] с. 72–97; конспект лекцій [1], с. 42–84. Моделювання відливки і штамповки. Тримач інструмента. Шків. Література: [3], [5], [Д1, Д3–Д5].	9
4	Тема 1.4. Пристрої для дозування і фасування рідкої продукції Конструктивні особливості пристроїв дозування і фасування рідкої продукції в м'яку і напівжорстку тару, витратні резервуари. Література: [2] с. 98–187; конспект лекцій [1], с. 84–96. Елементи «повернути». Фланець. Напрямна. Елементи «по траєкторії» – скріпка для паперу. Література: [3], [5], [Д1, Д3–Д5].	9
5	Тема 1.5. Пристрої для дозування і фасування в'язкої продукції	5

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
	<i>Пристрої для дозування і фасування в'язкої продукції. Література: [2] с. 212–232; конспект лекцій [1], с. 97–106. Побудова твердотільних моделей деталей за кресленнями. Література: [3], [4], [Д1–Д3].</i>	
6	Тема 2.1. Математичні моделі стаціонарних і нестаціонарних задач термо-механіки <i>Фізичні та геометричні рівняння. Початкові та граничні умови в задачах термомеханіки. Література: [6], с. 8–9, с. 15–17; [5], с. 6–10; конспект лекцій [1], с. 107–115. Моделювання зборок знизу-вверх. Спряження. Кавомолка. Редуктор. Література: [3], [4], [Д1, Д3–Д5]. Виконання числового аналізу фізичних полів пакувального обладнання з використанням САЕ-систем. Література: [4], [5].</i>	5
7	Тема 2.2. Багатодисциплінарні математичні моделі <i>Початкові та граничні умови в багатодисциплінарних задачах. Література: [7], с. 116–119; конспект лекцій [1], с. 115–119. Основи створення креслення за моделлю 3D об'єкта. Створення креслярських видів («Качалка», «Корпус»). Представлення основних розмірів деталі («Качалка», «Корпус»). Створення креслення зборки. Література: [3]–[5], [Д1, Д3–Д5]. Виконання числового аналізу фізичних полів пакувального обладнання з використанням САЕ-систем. Література: [4], [5].</i>	4
8	Тема 2.3. Математичні моделі задач течії рідин та газів <i>Фізичні рівняння. Початкові та граничні умови в задачах тепло-гідродинаміки. Література: конспект лекцій [1], с. 120–132. Виконання зборок. Повторення пройденого матеріалу. Література: [3]–[5], [Д1–Д3]. Виконання числового аналізу фізичних полів пакувального обладнання з використанням САЕ-систем. Література: [4], [5].</i>	4
9	Тема 2.4. Математичні моделі дискретного опису руху сипучого матеріалу <i>Початкові та граничні умови в задачі руху сипучого матеріалу. Література: конспект лекцій [1], с. 130–133; [8]. Виконання числового аналізу фізичних полів пакувального обладнання з використанням САЕ-систем. Література: [4], [5].</i>	2
10	Модульна контрольна робота	4
11	Екзамен	30
Всього		90

Індивідуальні завдання

За робочим навчальним планом індивідуальні завдання не передбачено.

Контрольні роботи

Мета модульної контрольної роботи:

- підсумок вивчення 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 компонентах: «Пакувальне обладнання», «Проектування

поточних ліній», «САПР технологічного обладнання», «Курсова робота з інжинірингу пакувального обладнання», «Наукова робота за темою магістерської дисертації».

Робочим навчальним планом освітнього компонента передбачено одну модульну контрольну роботу, яка охоплює розділи 1 і 2. Приблизний перелік питань до МКР наведено в додатковій інформації силабусу освітнього компонента. 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.

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 активну участь на лекціях, 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.	Інд.зан.	СРС	МКР	ДКР	Семестрова атестація
1	5	150	30	30	–	90	1	–	Екзамен

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

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

Семестровий контроль: екзамен.

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 проектних та розрахункових завдань на практичних заняттях (всього 6);
- 3) модульна контрольна робота;
- 4) відповідь на екзамені (письмово).

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Експрес-контроль:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 2 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 1 бал;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 1 бал) – 0 балів.

2. Практичні заняття:

- «відмінно», творче виконання завдання, вільне володіння матеріалом – 4-5 балів;
- «добре», виконання завдання в повному обсязі, але з незначними помилками – 3 бали;
- «задовільно», виконання завдання з окремими помилками – 2 бали;
- «незадовільно», невиконання завдання – 0 балів.

3. Модульна контрольна робота:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 11-12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-7 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.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх завдань практичних занять та здачі розрахункової роботи і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 25 балів. На атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 12 балів.

За результатами 15 тижнів «ідеальний студент» має набрати $r_c = 50$ балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 25 балів.

Максимальна сума балів за семестр R складає 50 (де $R = r_{e-kp} \cdot 4 + r_{pr} \cdot 6 + r_{mkr} = 2 \cdot 4 + 5 \cdot 6 + 12 = 8 + 30 + 12 = 50$).

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а практичне – 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань (r_{T1} , r_{T2}):

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 13-11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного завдання (r_{pr}):

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 20-18 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 17-15 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 14-12 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Максимальний рейтинг екзаменаційної контрольної роботи становить

$$r_E = r_{T1} + r_{T2} + r_{pr} = 15 + 15 + 20 = 50 \text{ балів.}$$

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 25 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної 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

Теоретичні питання

1. Охарактеризуйте термінологічний апарат інжинірингу. Термін «інжиніринг» – що під ним треба розуміти?
2. Охарактеризуйте визначення наукоємного комп'ютерного інжинірингу, його методологію та інструментарій?
3. Охарактеризуйте склад інноваційної М³-концепції та в чому вона полягає?
4. Проаналізуйте місце освітнього компонента «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання» в інноваційній М³-концепції?
5. Охарактеризуйте головні етапи застосування наукоємного комп'ютерного інжинірингу в рамках освітнього компонента «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання».
6. Проаналізуйте загальні характеристики процесу пакування.
7. Охарактеризуйте класифікацію пакувального обладнання.
8. Проаналізуйте технологічний процес пакування.
9. Проаналізуйте характеристики продукції як об'єкту пакування на підставі реологічних або фізичних рівнянь.
10. Охарактеризуйте способи дозування.
11. Проаналізуйте, за якими ознаками відбувається класифікація пристроїв дозування.
12. Проаналізуйте фактори, що впливають на точність дозування. Наведіть методику оцінку похибки дозування продукції.
13. Проаналізуйте загальні характеристики процесу дозування сипкої продукції.
14. Проаналізуйте пристрої дозування об'ємного типу та принципи їх дії.
15. Проаналізуйте типову конструктивну схему дозатора стаканчикowego типу та принцип його роботи.
16. Проаналізуйте типову конструктивну схему, принцип дії і дайте характеристику дозаторів шибєрного типу.
17. Проаналізуйте типову конструктивну схему, принцип дії і дайте характеристику дозаторів камерного типу.
18. Проаналізуйте типову конструктивну схему, принцип дії і дайте характеристику дозаторів маятникового типу.
19. Опишіть область застосування й типову конструктивну схему шнекових дозаторів та їх принцип дії.
20. Проаналізуйте методику параметричного розрахунку дозаторів об'ємного типу.
21. Проаналізуйте, в чому полягає різниця в методиках розрахунку потужності приводу в разі лінійного компонування дозатора, порівняно з карусельним компонуванням?
22. Охарактеризуйте структуру пристроїв вагового дозування, особливості формування дози сипучої продукції?
23. Проаналізуйте, яким чином впливає робота живильника на якість формування дози?
24. Проаналізуйте, як визначити швидкість переміщення продукції живильником, за якої забезпечується найвища точність дозування?

25. Проаналізуйте характеристики кваліфікаційних ознак вагових дозаторів.
26. Охарактеризуйте способи розвантаження зважувальних ємностей, їх переваги й недоліки.
27. Проаналізуйте призначення живильників сипкої продукції.
28. Охарактеризуйте недоліки схем розвантаження сипкої продукції та наведіть способи їх подолання.
29. Проаналізуйте класифікацію та опишіть влаштування вагових дозаторів сипкої продукції.
30. Проаналізуйте типову схему стрічкових живильників та їх технологічний розрахунок.
31. Проаналізуйте недоліки інерційних пристроїв транспортування.
32. Проаналізуйте призначення, принцип роботи та конструктивну схему вібраційних живильників.
33. Проаналізуйте вимоги до проектування вібраційних живильників.
34. Охарактеризуйте методику параметричного розрахунку вібраційних живильників.
35. Проаналізуйте призначення, принцип роботи та конструктивну схему шнекового живильника.
36. Проаналізуйте методику технологічного розрахунку шнекового живильника.
37. Проаналізуйте призначення, принцип роботи та конструктивну схему живильника тарілчастого типу.
38. Проаналізуйте методику технологічного розрахунку живильника тарілчастого типу.
39. Охарактеризуйте конструктивні схеми і принцип роботи роторних живильників.
40. Проаналізуйте особливості конструктивного виконання роторного живильника для переміщення важкоплинної продукції.
41. Охарактеризуйте конструкції та принцип роботи електромагнітних вібраційних живильників.
42. Охарактеризуйте конструкції та принцип роботи живильників комбінованого типу.
43. Проаналізуйте, за якими ознаками можна класифікувати рідку продукцію як об'єкта пакування?
44. Проаналізуйте класифікацію та головні характеристики процесу дозування рідкої продукції.
45. Проаналізуйте, у які види тари фасують рідку продукцію?
46. Охарактеризуйте пристрої для барометричного ізобаричного фасування.
47. Проаналізуйте конструкції та принцип дії пристроїв з мірними стаканами і клапанною системою.
48. Проаналізуйте методику розрахунків фасувальних пристроїв рідкої продукції.
49. Проаналізуйте гідравлічні схеми дозувально-фасувальних пристроїв рідкої продукції.
50. Проаналізуйте способи визначення коефіцієнта втрати напору дозувально-фасувальних пристроїв рідкої продукції.
51. Проаналізуйте, за якими ознаками можна класифікувати в'язку продукцію як об'єкт пакування?
52. Проаналізуйте, в які види й типи упаковки фасують в'язку продукцію?
53. Охарактеризуйте типи дозаторів які застосовуються для дозування в'язкої продукції?
54. Охарактеризуйте ознаки, за якими класифікують дозувально-фасувальні пристрої в'язкої продукції?
55. Охарактеризуйте типову конструктивну схему мембранного дозатора.
56. Опишіть типову конструктивну схему поршневого дозатора.
57. Проаналізуйте методику технологічного розрахунку пристроїв дозування в'язкої продукції поршневого типу.
58. Проаналізуйте, за якими структурно-механічними параметрами можна характеризувати пластичну продукцію?
59. Проаналізуйте, за якими ознаками можна класифікувати пластичну продукцію як об'єкт пакування?

60. Проаналізуйте, за якими ознаками класифікують дозувально-фасувальні пристрої пластично продукції?
61. Проаналізуйте постановку лінійної задачі стаціонарної теплопровідності ізотропного матеріалу.
62. Проаналізуйте постановку задачі статичної пружності.
63. Проаналізуйте математичне формулювання нелінійної задачі нестаціонарної теплопровідності.
64. Охарактеризуйте постановку задачі динамічної пружності з врахуванням великих деформацій.
65. Охарактеризуйте постановку нелінійної нестаціонарної термоелектричної задачі для ізотропного матеріалу.
66. Проаналізуйте постановку зв'язаної задачі термопружності.
67. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гідродинаміки під час ламінарної течії нестисливої ньютонівської рідини.
68. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гідродинаміки під час турбулентної течії нестисливої ньютонівської рідини на базі стандартної $k - \varepsilon$ моделі.
69. Охарактеризуйте фізичні рівняння для неньютонівської рідини.
70. Охарактеризуйте основні моделі дилатантних (комполімерних) речовин.
71. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гідродинамічного стану композитної рідини типу Bingham-Papanastasiou.
72. Проаналізуйте математичну модель процесу просочення поруватих середовищ під час виготовлення композитної тари.
73. Проаналізуйте, в чому полягає головна відмінність між дискретним та континуальним уявленням про рух середовища?
74. Проаналізуйте постановку задачі рухомого шару сипучого матеріалу з використанням МДЕ.

Практичні завдання

1. Створіть твердотільну модель та виконайте креслення за виданою деталлю. (Матеріал та його фізичні властивості визначає студент самостійно). Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження зовнішнім тиском 100 кПа.
2. Створіть твердотільну модель та виконайте креслення за виданою деталлю. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови температурного навантаження 130 °C.
3. Створіть твердотільну модель та виконайте креслення за виданою деталлю або вузлом. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження крутним моментом 20 Н·м.
4. Створіть твердотільну модель та виконайте креслення за виданою деталлю. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови температурного навантаження 200 °C.
5. Створіть твердотільну модель та виконайте креслення за виданою деталлю або вузлом. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження крутним моментом 60 Н·м.
6. Створіть твердотільну модель та виконайте креслення за виданою деталлю. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження зовнішнім тиском 200 кПа.
7. Створіть твердотільну модель та виконайте креслення за виданою деталлю або вузлом. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження крутним моментом 110 Н·м.

8. Створіть твердотіlnу модель та виконайте креслення за виданою деталлю. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження крутним моментом 150 Н·м та однобічного навантаження зовнішнім тиском 250 кПа.
9. Створіть твердотіlnу модель та виконайте креслення за виданою деталлю. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови температурного навантаження 140 °С та однобічного навантаження зовнішнім тиском 150 кПа.
10. Створіть твердотіlnу модель та виконайте креслення за виданою деталлю. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження зовнішнім тиском 450 кПа та температурного навантаження 40 °С.
11. Створіть твердотіlnу модель та виконайте креслення за виданою деталлю або вузлом. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження крутним моментом 350 Н·м.
12. Створіть твердотіlnу модель та виконайте креслення за виданою деталлю. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження зовнішнім тиском 1200 кПа.
13. Створіть твердотіlnу модель та виконайте креслення за виданою деталлю або вузлом. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови однобічного навантаження зовнішнім тиском 200 кПа.
14. Створіть твердотіlnу модель та виконайте креслення за виданою деталлю або вузлом. Виконайте числовий аналіз міцності конструкції за умови двобічного навантаження зовнішнім тиском 1000 і 200 кПа.
15. Створіть твердотіlnу модель та виконайте креслення за виданою деталлю. Виконайте числовий аналіз запасу міцності деталі за умов навантаження крутним моментом 150 Н·м.

Перелік питань і завдань, які виносяться на модульну контрольну роботу

1. Охарактеризуйте термін «інжиніринг» – що під ним треба розуміти?
2. Охарактеризуйте визначення наукоємного комп'ютерного інжинірингу, його методологію та інструментарій?
3. Проаналізуйте склад інноваційної М³-концепції та в чому вона полягає?
4. Проаналізуйте, яке місце займає освітній компонент «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання» в інноваційній М³-концепції?
5. Проаналізуйте головні етапи застосування наукоємного комп'ютерного інжинірингу в рамках освітнього компонента «Дослідження та інжиніринг пакувального обладнання».
6. Проаналізуйте етапи, з яких складається технологічний процес пакування продукції?
7. Проаналізуйте, які існують способи пакування продукції?
8. Проаналізуйте основні та допоміжні операції, що виконуються пакувальними машинами під час пакування продукції.
9. Проаналізуйте, з яких функціональних модулів складається пакувальна машина?
10. Проаналізуйте, які чинники визначають структуру пакувальної машини?
11. Проаналізуйте напрямки класифікації пакувальної техніки.
12. Проаналізуйте, які функції виконує споживча упаковка продукції?
13. Охарактеризуйте види та типи упакувань.
14. Проаналізуйте, які з найважливіших властивостей продукції впливають на вибір або створення пакувальних машин?
15. Охарактеризуйте найпростіші типи деформованих середовищ.
16. Охарактеризуйте дисперсні багатофазні середовища.

17. Проаналізуйте, на які основні групи поділяється продукція, що пакується?
18. Проаналізуйте, у чому полягає процес дозування?
19. Проаналізуйте способи дозування продукції.
20. Охарактеризуйте об'ємний, ваговий та комбіновані способи дозування.
21. Проаналізуйте, в чому полягає дозування з корекцією за заданим параметром?
22. Проаналізуйте ознаки, за якими виконується класифікація дозаторів.
23. Проаналізуйте групи, на які поділяють дозувальні пристрої залежно від конструктивного їх виконання та виду руху робочих органів?
24. Охарактеризуйте термін «точність дозування».
25. Проаналізуйте чинники, що впливають на точність дозування.
26. Охарактеризуйте природу систематичної і випадкової похибки дозування. Проаналізуйте формули для їх визначення.
27. Проаналізуйте фактори, що впливають на величину систематичної і випадкової похибок дозування.
28. Проаналізуйте формули для визначення абсолютної, систематичної, випадкової і повної абсолютної похибок.
29. Проаналізуйте способи зменшення систематичної похибки.
30. Проаналізуйте умови вибору способу дозування і конструкції дозаторів.
31. Проаналізуйте ознаки, за якими класифікують сипку продукцію як об'єкт пакування.
32. Проаналізуйте види й типи упаковки, в яку фасують сипку продукцію.
33. Охарактеризуйте типи дозаторів, що застосовують для дозування сипкої продукції.
34. Охарактеризуйте роботу дозатора об'ємного типу, принцип формування дози.
35. Проаналізуйте типову конструктивну схему дозатора стаканчикового типу.
36. Проаналізуйте схеми компонувань стаканчикових дозаторів у пакувальних машинах.
37. Проаналізуйте типову конструктивну схему стаканчикових дозаторів із карусельним компонуванням.
38. Проаналізуйте типову конструктивну схему стаканчикових дозаторів з лінійним компонуванням.
39. Проаналізуйте та наведіть переваги й недоліки стаканчикових дозаторів, область їх застосування.
40. Проаналізуйте типову конструктивну схему і дайте характеристику дозаторів шибєрного типу.
41. Проаналізуйте типову конструктивну схему і дайте характеристику дозаторів камерного типу.
42. Проаналізуйте типову конструктивну схему і дайте характеристику дозаторів маятникового типу.
43. Проаналізуйте та наведіть область застосування і типову конструктивну схему шнекових дозаторів.
44. Охарактеризуйте способи вдосконалення шнекових дозаторів.
45. Проаналізуйте методикку параметричного розрахунку дозаторів об'ємного типу.
46. Проаналізуйте, в чому полягає різниця в методиках розрахунку потужності приводу в разі лінійного компонування дозатора, порівняно з карусельним компонуванням?
47. Охарактеризуйте структуру пристроїв для вагового дозування, особливості формування дози сипкої продукції.
48. Проаналізуйте, яким чином впливає робота живильника на якість формування дози?

49. Проаналізуйте способи визначення швидкості переміщення продукції живильником, за якої забезпечується найвища точність дозування.
50. Проаналізуйте характеристики кваліфікаційних ознак вагових дозаторів.
51. Охарактеризуйте способи розвантаження зважувальних ємностей, їх переваги й недоліки.
52. Охарактеризуйте призначення живильників сипкої продукції.
53. Охарактеризуйте недоліки схем розвантаження сипкої продукції та наведіть способи їх подолання.
54. Проаналізуйте класифікацію та опишіть влаштування вагових дозаторів сипкої продукції.
55. Проаналізуйте типову схему стрічкових живильників та технологічний їх розрахунок.
56. Проаналізуйте недоліки інерційних пристроїв транспортування.
57. Проаналізуйте призначення, принцип роботи і конструктивну схему вібраційних живильників.
58. Охарактеризуйте вимоги до проектування вібраційних живильників.
59. Охарактеризуйте методика параметричного розрахунку вібраційних живильників.
60. Проаналізуйте призначення, принцип роботи та конструктивну схему шнекового живильника.
61. Проаналізуйте методика технологічного розрахунку шнекового живильника.
62. Проаналізуйте призначення, принцип роботи та конструктивну схему живильника тарілчастого типу.
63. Проаналізуйте методика технологічного розрахунку живильника тарілчастого типу.
64. Охарактеризуйте конструктивні схеми й принцип роботи роторних живильників.
65. Проаналізуйте особливості конструктивного виконання роторного живильника для переміщення важкоплинної продукції.
66. Охарактеризуйте конструкції та принцип роботи електромагнітних вібраційних живильників.
67. Охарактеризуйте конструкції та принцип роботи живильників комбінованого типу.
68. Проаналізуйте, за якими ознаками можна класифікувати рідку продукцію як об'єкт пакування?
69. Проаналізуйте класифікацію та головні характеристики процесу дозування рідкої продукції.
70. Проаналізуйте види тари, у які фасують рідку продукцію?
71. Охарактеризуйте пристрої для барометричного ізобаричного фасування.
72. Проаналізуйте конструкції та принцип дії пристроїв з мірними стаканами і клапанною системою.
73. Проаналізуйте, в чому полягає методика розрахунків фасувальних пристроїв рідкої продукції?
74. Охарактеризуйте гідравлічні схеми дозувально-фасувальних пристроїв рідкої продукції.
75. Охарактеризуйте способи визначення коефіцієнта втрати напору дозувально-фасувальних пристроїв рідкої продукції.
76. Проаналізуйте, за якими ознаками можна класифікувати в'язку продукцію як об'єкт пакування?
77. Проаналізуйте, в які види й типи упаковки фасують в'язку продукцію?
78. Проаналізуйте типи дозаторів, які застосовуються для дозування в'язкої продукції?

79. Проаналізуйте ознаки, за якими класифікують дозувально-фасувальні пристрої в'язкої продукції?
80. Охарактеризуйте типову конструктивну схему мембранного дозатора.
81. Охарактеризуйте типову конструктивну схему поршневого дозатора.
82. Проаналізуйте методику технологічного розрахунку пристроїв дозування в'язкої продукції поршневого типу.
83. Проаналізуйте, за якими структурно-механічними параметрами можна характеризувати пластичну продукцію?
84. Проаналізуйте, за якими ознаками можна класифікувати пластичну продукцію як об'єкт пакування?
85. Проаналізуйте, за якими ознаками класифікують дозувально-фасувальні пристрої пластичної продукції?
86. Проаналізуйте постановку лінійної задачі стаціонарної теплопровідності ізотропного матеріалу.
87. Охарактеризуйте постановку задачі статичної пружності.
88. Проаналізуйте математичне формулювання нелінійної задачі нестационарної теплопровідності.
89. Охарактеризуйте постановку задачі динамічної пружності з врахуванням великих деформацій.
90. Охарактеризуйте постановку нелінійної нестационарної термоелектричної задачі для ізотропного матеріалу.
91. Охарактеризуйте постановку зв'язаної задачі термопружності.
92. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гідродинаміки під час ламінарної течії нестисливої ньютонівської рідини.
93. Проаналізуйте постановку задачі тепло-гідродинаміки під час турбулентної течії нестисливої ньютонівської рідини на базі стандартної $k - \varepsilon$ моделі.
94. Охарактеризуйте фізичні рівняння для неньютонівських рідин.
95. Охарактеризуйте основні моделі дилатантних (комполитних) речовин.
96. Охарактеризуйте постановку задачі тепло-гідродинамічного стану комполитної рідини типу Bingham-Papanastasiou.
97. Проаналізуйте математичну модель процесу просочення поруватих середовищ під час виготовлення комполитної тари.
98. Проаналізуйте, в чому полягає головна відмінність між дискретним та континуальним уявленням про рух середовища?
99. Проаналізуйте постановку задачі рухомого шару сипучого матеріалу з використанням МДЕ.

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.)