

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії,
транспорту та архітектури

Олег ПОЛІЩУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

29 серпня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту

Назва дисципліни

Галузь знань – 27 – Транспорт

Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт

Рівень вищої освіти – Перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, Шифр дисципліни – ОПП.16

Мова навчання – українська

Статус дисципліни – обов'язкова (дисципліна професійної підготовки)

Факультет – інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра – трибології, автомобілів та матеріалознавства

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
					Аудиторні заняття				Семінарські заняття	Самостійна робота студента				
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
Д	3	7	5,0	150	80	32	50	–	–	68	–		+	–
З	3	7	5,0	150	10	6	4	–	–	140	–		+	–

Д – денна форма здобуття освіти; З – заочна форма здобуття освіти

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт».

Робоча програма складена

Підпис автора

к.т.н., доцент Олександр РУДИК

Ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора

Схвалена на засіданні кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол № 1 від 28 серпня 2025 р.

Зав. кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства

Підпис

Олександр ДИХА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою

Факультету інженерії, транспорту та архітектури

Протокол № 1 від 29 серпня 2025 р.

Голова вченої ради факультету

Підпис

Олег ПОЛІЩУК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

2 ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Зав. кафедри	трибології, автомобілів та матеріалознавства		Олександр ДИХА
Гарант ОП	трибології, автомобілів та матеріалознавства		Олександр ДИХА

„Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту”

Назва дисципліни

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова навчання	Українська
Семестр	7
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	5,0
Форми навчання, для яких читається дисципліна	Денна, заочна

Результати навчання.

Загальні компетентності (ЗК). ЗК 6. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК). ФК 5. Здатність складати, оформлювати й оперувати технічною документацією технологічних процесів на підприємствах автомобільного транспорту. ФК 7. Здатність аналізувати технологічні процеси експлуатації, обслуговування й ремонту об'єктів автомобільного транспорту як об'єкта управління, застосовувати експертні оцінки для вироблення управлінських рішень щодо подальшого функціонування підприємства, забезпечувати якість його діяльності. ФК 11. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних спеціалізованих задач автомобільного транспорту.

Програмні результати навчання (ПРН). ПРН 3 Застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення, інформаційні та інформаційно-комунікаційні технології для дослідження моделей об'єктів і процесів автомобільного транспорту, експлуатаційних властивостей автомобільних транспортних засобів, здійснення інженерних і техніко-економічних розрахунків, створення проектно-конструкторської документації та розв'язування інших задач автомобільного транспорту. ПРН 4. Відшукувати необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах; аналізувати та оцінювати цю інформацію. ПРН 5. Розв'язувати задачі формування трудових ресурсів та професійного розвитку персоналу; виявляти резерви підвищення ефективності праці співробітників об'єктів автомобільного транспорту. ПРН 6. Приймати ефективні рішення, аналізувати і порівнювати альтернативні варіанти з урахуванням цілей та обмежень, питань забезпечення якості, а також технічних, економічних, законодавчих та інших аспектів. ПРН 7. Аналізувати інформацію, отриману в результаті досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності. ПРН 11. Розробляти та впроваджувати технологічні процеси, технологічне устаткування і технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації у процесі експлуатації, при ремонті та обслуговуванні об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів. ПРН 12. Розробляти, оформляти та впроваджувати у виробництво документацію щодо технологічних процесів експлуатації, ремонту та обслуговування автомобільних транспортних засобів, їх систем та інших інструктивних вказівок, правил та методик. ПРН 13. Розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів автомобільного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, визначати склад та площі приміщень, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції. ПРН 15. Брати участь у розробці та реалізації інженерних та/або виробничих проектів у сфері автомобільного транспорту, визначати тривалість та послідовність робіт, потреби у ресурсах, прогнозувати наслідки реалізації проектів. ПРН 17. Організовувати ефективну виробничу діяльність структурних підрозділів підприємств автомобільного транспорту, малих колективів виконавців (бригад, дільниць, пунктів), щодо експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів. ПРН 20. Збирати та аналізувати діагностичну інформацію про технічний стан автомобільних транспортних засобів. ПРН 21. Організовувати дію системи звітності та обліку (управлінського, статистичного, бухгалтерського та фінансового) роботи об'єктів та систем автомобільного транспорту. ПРН 22. Здійснювати адміністративне діловодство, документування та управління якістю згідно нормативно-правових актів, інструкцій та методик. ПРН 23. Аналізувати техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів. ПРН 24. Застосовувати математичні та статистичні методи для побудови і дослідження моделей об'єктів і процесів автомобільного транспорту, розрахунку їх характеристик, прогнозування та розв'язання інших складних задач автомобільного транспорту. ПРН 25. Презентувати результати досліджень та професійної діяльності фахівцям і нефахівцям, аргументувати свою позицію.

Зміст навчальної дисципліни. Загальні поняття та класифікація задач обчислювальної механіки. Основні поняття та концепція методу скінченних елементів. Постановка плоскої задачі теорії пружності. Скінченно-елементне формулювання плоскої задачі теорії пружності. Трикутний лінійний скінченний елемент. Чотиристоронні двовимірні елементи. Обчислення матриці градієнтів ізопараметричного елемента. Формування матриці жорсткості ізопараметричного елемента. Формування векторів вузлових сил ізопараметричного елемента. Формування та рішення глобальної системи скінченно-елементних рівнянь. Алгоритм методу скінченних елементів для тривимірної задачі теорії пружності. Сучасні програмні засоби скінченно-елементного аналізу та застосування програмних засобів на прикладах SolidWorks Simulation.

Запланована навчальна діяльність: лекції – 32 год., лабораторні заняття – 48 год., самостійна робота – 70 год., разом – 150 год.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методу візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання), виконання індивідуальних завдань, самостійна робота.

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних робіт; представлення результатів виконання індивідуальних завдань; представлення результатів самостійної роботи; опитування (тестування).

Вид семестрового контролю: залік – 7 семестр.

Рекомендована література:

1. Диха О.В. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки “Автомобільний транспорт” / О. В. Диха, О. Ю. Рудик. – Хмельницький: ХНУ, 2018. – 102 с.
2. Голенко К. Е. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту: Методичні рекомендації до індивідуального завдання «Моделювання напружено-деформованого стану каркасних елементів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / К. Е. Голенко, О. Ю. Рудик. – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 82 с.
3. Белов В.І. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» / В.І. Белов. — Харків: ХНАДУ, 2017. – 65 с.
4. Карвацький А.Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни: Навчальний посібник / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 391 с.
5. Єршов С.В. Конспект лекцій з дисципліни "Методи аналізу, моделювання та оптимізації процесів ОМТ". Частина 3 «Теоретичні методи розрахунку процесів ОМТ» / С. В. Єршов. – Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 61 с.
6. Псьол Сергій. Застосування комп'ютерного моделювання для розрахунків автомобільного транспорту / Сергій Псьол, Олександр Диха, Олександр Рудик, Костянтин Голенко // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: педагогічні науки / гол. ред. О. В. Діденко. – Хмельницький: Видавництво НАДПСУ, 2023. № 1(32). – С. 148-170.
7. Освітньо-професійна програма «Автомобільний транспорт». Рівень вищої освіти – перший «бакалаврський». Доступ до ресурсу: <https://khmnu.edu.ua/wp-content/uploads/op/b/274-at-2022.pdf>

Навчальні ресурси:

1. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>
2. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=7065>
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

Викладач: канд. техн. наук, доцент Олександр РУДИК.

3. Пояснювальна записка

Навчальна дисципліна «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» є обов'язковою складовою фахової підготовки здобувачів вищої освіти для спец. 274 «Автомобільний транспорт» (бакалавр). Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: вміло використовувати понятійний апарат з фаху; розуміти структуру й динаміку технологічних процесів автотранспортних підприємств; уміти використовувати чисельні методи розв'язку статичних і динамічних задач механіки твердого тіла; працювати з пакетом прикладних програм для плоского й твердотілого моделювання SolidWorks; володіти інженерними розрахунками твердотілих моделей на міцність у машинобудуванні (SolidWorks Simulation і Ansys Workbench). Основна увага приділяється теорії й практичному використанню методів скінченних елементів (МСЕ) та набуття навичок у проектуванні та розрахунках деталей і вузлів автомобільного транспорту, а також пристосувань для їх ремонту.

Пререквізити: вступ до спеціальності, інформатика; інженерна та комп'ютерна графіка; деталі машин; автомобілі; інформаційні технології на автомобільному транспорті; автомобільні двигуни.

Кореквізити: кваліфікаційна робота (дипломна робота).

Відповідно до **Стандарту вищої освіти** із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

Компетентності. Здатність (ЗК): діяти на основі етичних міркувань (мотивів); застосовувати знання у практичних ситуаціях; здійснювати безпечну діяльність; діяти соціально відповідально та свідомо; спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; використовувати інформаційні та комунікаційні технології; працювати в команді, спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності); працювати автономно, до адаптації та дії в новій ситуації, виявляти ініціативу та підприємливість, працювати в міжнародному контексті; реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства; усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні; зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій; використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя. Здатність (ФК): використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України, Правил технічної експлуатації автомобільного транспорту України, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів автомобільного транспорту та їх систем; використовувати у професійній діяльності знання з основ конструкції, експлуатаційних властивостей, робочих процесів і основ розрахунку автомобільних транспортних засобів; проведення вимірювального експерименту і обробки його результатів; розробляти технологічні процеси, технологічне устаткування та оснащення, засоби автоматизації та механізації у процесі експлуатації, при ремонті та обслуговуванні об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів; складати, оформлювати й оперувати технічною документацією технологічних процесів на підприємствах автомобільного транспорту; розробляти з урахуванням безпекових, економічних, екологічних та естетичних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів автомобільного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості технологічних процесів; застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних спеціалізованих задач; аналізувати техніку – експлуатаційні показники автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності їх використання; брати активну участь у дослідженнях та експериментах, аналізувати, інтерпретувати і моделювати окремі явища і процеси у сфері автомобільного транспорту; застосовувати математичні та статистичні методи збирання, систематизації, узагальнення та обробки інформації.

Результати навчання за складовими професійної компетентності. Мати концептуальні наукові та практичні знання, необхідні для розв'язання спеціалізованих складних задач автомобільного транспорту, критично осмислювати відповідні теорії, принципи, методи і поняття; вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово при обговоренні професійних питань; застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення, інформаційні та інформаційно-комунікаційні технології для дослідження моделей об'єктів і процесів автомобільного транспорту, експлуатаційних властивостей автомобільних транспортних засобів, здійснення інженерних і техніко-економічних розрахунків, створення проєктно-конструкторської документації та розв'язування інших задач автомобільного транспорту; відшуковувати необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах; аналізувати та оцінювати цю інформацію; аналізувати інформацію, отриману в результаті досліджень, узагальнювати, систематизувати її використовувати її у професійній діяльності; розуміти і застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові та законодавчі акти України, міжнародні нормативні документи, Правила технічної експлуатації автомобільного транспорту України, інструкції та рекомендації з експлуатації, ремонту та обслуговування автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів; аналізувати та оцінювати об'єкти автомобільного транспорту, їх системи та елементи; розробляти та впроваджувати технологічні процеси, технологічне устаткування і технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації у процесі експлуатації, при ремонті та обслуговуванні об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів; розробляти, оформляти та впроваджувати у виробництво документацію щодо технологічних процесів експлуатації,

ремонту та обслуговування автомобільних транспортних засобів, їх систем та інших інструктивних вказівок, правил та методик; розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів автомобільного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, визначати склад та площі приміщень, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції; аналізувати технологічні процеси експлуатації, обслуговування й ремонту об'єктів автомобільного транспорту; брати участь у розробці та реалізації інженерних та/або виробничих проектів у сфері автомобільного транспорту, визначати тривалість та послідовність робіт, потреби у ресурсах, прогнозувати наслідки реалізації проектів; розробляти технології виробничих процесів на усіх етапах життєвого циклу об'єктів автомобільного транспорту; застосовувати математичні та статистичні методи для побудови і дослідження моделей об'єктів і процесів автомобільного транспорту, розрахунку їх характеристик, прогнозування та розв'язання інших складних задач автомобільного транспорту; презентувати результати досліджень та професійної діяльності фахівцям і нефахівцям, аргументувати свою позицію.

Мета викладання дисципліни: дати уявлення про основи чисельних методів розв'язку статичних і динамічних задач механіки твердого тіла, а також про алгоритми та особливості чисельної реалізації даних методів; навчити застосовувати наближені методи для вирішення конкретних задач, які виникають в науково-технічній практиці; оволодіти навичками використання систем автоматизованого проектування в області технологічних процесів автотранспортних підприємств (SolidWorks Simulation, Ansys Workbench).

Предмет дисципліни. Автоматизоване проектування в області моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту.

Завдання дисципліни. Необхідно сформулювати основні принципи та положення автоматизованого проектування в області комп'ютерного моделювання деталей, вузлів та агрегатів транспортних засобів, а також імітації різних режимів їх натурних випробувань та умов експлуатації у середовищах SolidWorks Simulation і Ansys Workbench. Обов'язковими елементами досліджень у SolidWorks є: статичний аналіз моделі і процес створення сітки МСЕ; можливість заміни матеріалу деталі; аналіз напруженого стану моделі для економії її матеріалу; зондування напружень у критичних точках; втомна міцність у небезпечному перерізі; можлива втрата стійкості; максимальне навантаження (з допущенням лінійного статичного аналізу), яке здатна витримати змодельована деталь (без її руйнування) при заданому коефіцієнті запасу міцності; вплив кріплень на працездатність деталей, якості сітки на точність розрахунків, зміни напрямку навантаження на стійкість деталей колісних машин; забезпечення прохідності автомобільної техніки. Метою самостійних робіт дисципліни є здобуття практичних навичок щодо особливостей моделювання різних режимів навантажень дорожніх та спеціальних транспортних засобів, а також їх складових, з наступним аналізом напружено-деформованого стану, термічних навантажень, аеродинаміки, теплопередачі, конвекції, тертя, тощо. Студенти в результаті виконання самостійної роботи у середовищі Ansys Workbench: досліджують особливості формування крайових умов імітації натурних випробувань; набувають досвіду роботи з гібридними моделями, представленими стрижневими та оболонковими елементами, експериментують з функціоналом Ansys Workbench при їх імпорті та обробці; отримують практичні навички з формування сітки скінченних елементів, досліджуючи особливості розбиття моделі; аналізують отримані результати напружень, деформацій, переміщень, сил та моментів, енергії деформації тощо, встановлюють закономірності та залежності показників.

Зміст дисципліни. Загальні поняття та класифікація задач обчислювальної механіки. Основні поняття та концепція методу скінченних елементів. Постановка плоскої задачі теорії пружності. Скінченно-елементне формулювання плоскої задачі теорії пружності. Трикутний лінійний скінченний елемент. Чотиристоронні двовимірні елементи. Обчислення матриці градієнтів ізопараметричного елемента. Формування матриці жорсткості ізопараметричного елемента. Формування векторів вузлових сил ізопараметричного елемента. Формування та рішення глобальної системи скінченно-елементних рівнянь. Алгоритм методу скінченних елементів для тривимірної задачі теорії пружності. Сучасні програмні засоби скінченно-елементного аналізу та застосування програмних засобів на прикладах SolidWorks Simulation і Ansys Workbench.

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: *знати* основи теорії чисельних методів розв'язку статичних і динамічних задач механіки твердого тіла і практики використання методів на персональних комп'ютерах; *уміти працювати* з пакетами прикладних програм для плоского і твердотільного моделювання SolidWorks Simulation і Ansys Workbench. Впровадження інформаційних технологій у вивчення розглянутої дисципліни: *професіонально орієнтує слухачів; дає ґрунтовну підготовку за фахом, яка пов'язана із спадкоємністю у викладанні; активізує науково-дослідницьку діяльність, підвищуючи гарантії працевлаштування випускників.*

Для досягнення поставленої мети студенту необхідно:

- прослухати обов'язковий курс лекцій з моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту;
- опрацювати методи розрахунків деталей автомобільної техніки на лабораторних заняттях;
- виконати передбачені програмою індивідуальні завдання та самостійні роботи.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	лекції	лаб. роб.	CPC	лекції	лаб. роб.	CPC
1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ МОДЕЛЮВАННЯ. МОДЕЛЮВАННЯ ПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ	4	6	6			18
2. АЛГОРИТМИ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ, ВУЗЛІВ І ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНІЗМІВ ГАЗОРОЗПОДІЛУ	4	6	17	1	1	18
3. ЗАСТОСУВАННЯ МСЕ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМ ЗМАЩУВАННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ДВЗ, ПАЛИВНИХ СИСТЕМ	4	6	6	1	1	18
4. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ МСЕ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗЧЕПЛЕНЬ АВТОМОБІЛІВ	4	6	6	1	1	18
5. АТРИБУТИ І КЛАСИФІКАЦІЯ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ І РОЗДАВАЛЬНИХ КОРОБОК	4	6	6			17
6. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	4	6	6	1		17
7. ФОРМУВАННЯ І РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНИХ РІВНЯНЬ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ГОЛОВНИХ ПЕРЕДАЧ І ДИФЕРЕНЦІАЛІВ І НАПІВОСЕЙ	4	6	17	1		17
8. АЛГОРИТМ МСЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ПІДВІСОК, РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ, ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ТА ІНШИХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	4	6	6	1	1	17
Разом	32	48	70	6	4	140

5. Програма навчальної дисципліни

5.1. Зміст лекційного курсу

№ теми	Перелік тем лекцій, їх анотації	К-ть год.
1	ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ МОДЕЛЮВАННЯ. МОДЕЛЮВАННЯ ПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ Види моделей та моделювання. Функції моделей. Фактори, які впливають на модель об'єкта. Моделювання поршневих двигунів [3-5]	4
2	АЛГОРИТМИ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ, ВУЗЛІВ І ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНІЗМІВ ГАЗОРОЗПОДІЛУ Технології моделювання. Алгоритм побудови аналітичної моделі. Алгоритм побудови емпіричної моделі. Коротка характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних та емпіричних моделей. Етап виявлення суперечності й формулювання проблеми. Моделювання деталей механізмів газорозподілу [3-5]	4
3	ЗАСТОСУВАННЯ МСЕ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМ ЗМАЩУВАННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ДВЗ, ПАЛИВНИХ СИСТЕМ Визначення методу скінчених елементів. Варіанти методу скінчених елементів. Процес скінченно-елементного аналізу. Переваги і недоліки МСЕ. Моделювання деталей систем змащування та охолодження ДВЗ, паливних систем [3-5]	4
4	ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ МСЕ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗЧЕПЛЕНЬ АВТОМОБІЛІВ Основні кроки МСЕ. Ідеалізація. Явне і неявне моделювання. Дискретизація. Джерела помилки і апроксимація. Загальна схема алгоритму МСЕ. Моделювання деталей зчеплень автомобілів [3-5]	4

1	2	3
5	АТРИБУТИ І КЛАСИФІКАЦІЯ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ І РОЗДАВАЛЬНИХ КОРОБОК Атрибути елементу. Класифікація скінченних елементів, використовуваних у механіці. Ансамблювання. Граничні умови. Моделювання деталей коробок передач і роздавальних коробок [3-5]	4
6	ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ Основні поняття плоскої задачі теорії пружності. Математична модель і початкові дані. Шукані функції. Вирішуючі рівняння. Граничні умови. Моделювання деталей карданних передач [3-5]	4
7	ФОРМУВАННЯ І РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНИХ РІВНЯНЬ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ГОЛОВНИХ ПЕРЕДАЧ І ДИФЕРЕНЦІАЛІВ І НАПІВОСЕЙ Структура глобальної матриці жорсткості. Структура глобального вектора вузлових сил. Розв'язування глобальної системи скінченно-елементних рівнянь. Метод трикутної факторизації. Обчислення напружень. Моделювання деталей головних передач і диференціалів і напівосей [3-5]	4
8	АЛГОРИТМ МСЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ПІДВІСОК, РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ, ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ТА ІНШИХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ Алгоритм МСЕ для тривимірної задачі теорії пружності. Генерація скінченно-елементної сітки. Апроксимація шуканих функцій. Формування системи алгебраїчних рівнянь. Кінематичне співвідношення. Визначаюче співвідношення. Формування глобальної системи алгебраїчних рівнянь. Значення деформацій і напружень в довільних точках тіла. Алгоритм МСЕ для динамічного завдання. Розрахунок в'язко-пружних гармонійних коливань. Моделювання деталей підвісок, рульового керування, гальмівних систем та інших деталей автомобільної техніки [3-5]	4
Разом		32

Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

№ лекції	Тема лекції	К-ть год.
<i>четвертий семестр</i>		
1	Алгоритми розрахунку систем, вузлів і деталей автомобілів. моделювання деталей механізмів газорозподілу [3-5]	1
1	Застосування МСЕ для моделювання деталей підприємств автомобільного транспорту. Моделювання деталей систем змащування та охолодження ДВЗ, паливних систем [3-5]	1
2	Основні поняття МСЕ. Моделювання деталей зчеплень автомобілів [3-5]	1
2	Постановка задачі моделювання деталей автомобільної техніки [3-5]	1
3	Формування і розв'язування глобальної системи скінченно-елементних рівнянь. Моделювання деталей головних передач і диференціалів і напівосей [3-5]	1
3	Алгоритм МСЕ моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту. Моделювання деталей підвісок, рульового керування, гальмівних систем та інших деталей автомобільної техніки [3-5]	1
Разом:		6

5.2. Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ теми	Тема лабораторного заняття	К-ть год.
1	Використання МСЕ для аналізу напруженого стану кріюка в SolidWorks Simulation. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей кривошипно-шатунних механізмів [1], с. 6-13	6
2	Використання в SolidWorks Simulation аналізу моделі методом скінченних елементів для економії матеріалу деталі. Розрахунок в SW Simulation деталей механізмів газорозподілу [1], с. 14-20	6
3	Визначення максимальної сили, яку може витримати анкерна плита, з передбаченням коефіцієнта запасу міцності $k=3,0$. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей систем змащування та охолодження ДВЗ, паливних систем [1], с. 21-30	6
4	Аналіз в SolidWorks Simulation напруженого стану хрестовини із застосуванням вилучення обмежень. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей зчеплень [1], с. 31-45	6
5	Вивчення ефекту від вилучення ребра жорсткості сполучної ланки в SolidWorks Simulation. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей коробок передач та роздавальних коробок [1], с. 46-59	6

1	2	3
6	Розрахунок в SolidWorks Simulation значень фронтальних і поперечних горизонтальних сил, які приведуть до деформації. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей карданних передач [1], с. 60-70	6
7	Аналіз втому шасі. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей головних передач і диференціалів [1], с. 71-79	6
8	Перевірка на втому ходової частини автомобіля. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей підвісок, рульового керування, гальмівних систем та інших деталей автомобільної техніки [1], с. 80-98	6
Разом		48

Перелік лабораторних робіт для студентів заочної форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Використання в SolidWorks Simulation аналізу моделі методом скінченних елементів для економії матеріалу деталі. Розрахунок в SW Simulation деталей механізмів газорозподілу [1], с. 14-20	1
2	Визначення максимальної сили, яку може витримати анкерна плита, з передбаченням коефіцієнта запасу міцності $k=3,0$. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей систем змащування та охолодження ДВЗ, паливних систем [1], с. 21-30	1
3	Аналіз в SolidWorks Simulation напруженого стану хрестовини із застосуванням вилучення обмежень. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей зчеплень [1], с. 31-45	1
4	Перевірка на втому ходової частини автомобіля. Розрахунок в SolidWorks Simulation деталей підвісок, рульового керування, гальмівних систем та інших деталей автомобільної техніки [1], с. 80-98	1
Разом:		4

5.3. Зміст самостійної роботи

Самостійна робота студентів усіх форм навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу тощо. Студенти *заочної* форми навчання виконують ще й контрольну роботу. Вимоги до її виконання та варіанти визначаються методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний студент отримує на кафедрі у період настановної сесії. Студент може також ознайомитись з методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт і в он-лайн режимі у MCH MOODLE.

Самостійна робота. Моделювання напружено-деформованого стану каркасних елементів транспортних засобів у середовищі Ansys Workbench

Здобувачі в результаті проходження самостійної роботи:

- досліджують особливості формування крайових умов імітації натурних випробувань досліджуваних зразків у розрахунковому середовищі Ansys (прикладання в'язей та механічних навантажень тощо);
- набувають досвіду роботи з гібридними моделями, представленими стрижневими (beam) та оболонковими (shell) елементами, експериментують з функціоналом Ansys Workbench при їх імпорті та обробці;
- отримують практичні навички з формування сітки скінченних елементів (CE), досліджуючи особливості розбиття моделі в середовищі Ansys Workbench;
- аналізують отримані результати напружень, деформацій, переміщень, сил та моментів, енергії деформації тощо, встановлюють закономірності та залежності показників.

Для цього потрібно:

- провести розрахунок на згинання, враховуючи коефіцієнт динамічності;
- провести розрахунок на кручення з вивішуванням лівого переднього колеса, а потім правого; порівняти результати;
- оформити звіт по кожному режиму розрахунку із зазначенням найбільш навантажених елементів каркасу кузова та величиною отриманих показників;
- розрахувати жорсткість на згинання та кручення.

Зміст індивідуальних завдань №1, 2:

1). У SolidWorks створити модель деталі: із застосуванням об'єктів ескізу (багатокутник, коло, лінія, вісь), створенням основи, нанесенням і зміною розмірів, додаванням бобишок, вирізів, зміною елементів, додаванням округлень, дзеркальним відображенням половини деталі, створенням площин, кресленням, копіюванням і вставкою профілів, створенням елементу по перетинах.

2). У SolidWorks Simulation: вибрати параметри аналізу напруженого стану деталі методом скінченних елементів (MCE); призначити матеріал деталі; застосувати обмеження для розрахунку деталі MCE; прикласти навантаження до певних площин, граней чи елементів деталі; провести аналіз моделі й процес створення сітки MCE;

переглянути результати розрахунків; розрахувати максимальну силу (з допущенням лінійного статичного аналізу), яку може витримати деталь не руйнуючись;

3). У SolidWorks Simulation: розрахувати запас міцності; провести розрахунки впливу зміни розмірів елементів деталі на коефіцієнт запасу міцності; провести розрахунки впливу вилучення матеріалу з деталі на коефіцієнт запасу міцності; провести розрахунки впливу вилучення одного з обмежень на коефіцієнт запасу міцності; – дослідити ефект від зміни напрямку сили на протилежну; провести аналіз розрахунків напруженого стану зміненої деталі; створити епюру еквівалентних напружень; створити епюру результуючого переміщення; відобразити деформовану форму моделі; створити звіт HTML про аналіз напруженого стану деталі методом скінченних елементів; – створити файл eDrawings результатів аналізу; зберегти сеанс аналізу в SW Simulation.

Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

№ теми	Вид самостійної роботи	К-ть год.
1	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи № 1. Опрацювання теоретичного матеріалу (тема самостійної роботи № 1)	6
2	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи № 2 Виконання і захист індивідуального завдання №1	17
3	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи № 3	6
4	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи № 4	6
5	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи № 5	6
6	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи № 6. Опрацювання теоретичного матеріалу (тема самостійної роботи № 2)	6
7	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи № 7. Виконання і захист індивідуального завдання №2	17
8	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи № 8. Самостійна робота	6
Разом		70

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, тренінгів, майстер-класів, практикумів), самостійна робота (опрацювання лекційного матеріалу), і мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з основ діагностики систем автомобілів за різними методиками та обладнанням, у т. ч. з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій, користування спеціальними конструкторськими інструментами, автомобільними стендами, діагностичними сканерами тощо.

Необхідні інструменти, обладнання, програмне забезпечення: автомобіль, модель двигуна, автомобільні стенди, діагностичні стенди та сканери, слюсарний інструмент.

Програма курсу передбачає застосування активних форм проведення навчального процесу, що розвиває просторову уяву слухача, навички самостійної роботи, і вміння знаходити оптимальні розв'язки задач. В навчальному процесі застосовуються наочні засоби, макети, плакати, слайди та комп'ютерна техніка.

На всіх видах занять необхідно розвивати у студентів вміння виділяти головне, узагальнювати результати, робити висновки. Слід заохочувати творчі здібності та ініціативу, чому в значній мірі сприяє вибір оптимальних способів розв'язку задач.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- захист лабораторних робіт та оформлення протоколу;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми.
- Процес оцінювання підготовленості здобувача вищої освіти можна розділити на такі етапи:
- перевірка знань і розуміння фізичної суті інформаційного мінімуму з курсу;
- вміння використати цей мінімум для вирішення практичних завдань;
- творчо проникнути в зміст інформації і вміти її розширити, тобто додати нові знання.

Визначальним критерієм позитивної оцінки знань є інформаційний рівень. Здобувач вищої освіти повинен не лише пам'ятати та відтворити заучене, а вміти творчо осмислити повний обсяг інформації.

Перший етап оцінювання направлений на визначення знань інформаційного мінімуму. Якщо здобувач вищої освіти твердо засвоїв визначену навчальним планом суму формальних знань, то це означає, що він вміє використати їх при вирішенні різних питань, вміє розширити їх.

Перед вивченням дисципліни, як правило, проводиться вхідний контроль знань з дисциплін, що їй передують і забезпечують. При цьому необхідно встановити рівні та критерії сформованості знань щодо змісту навчальних елементів. Такими рівнями є:

Ознайомчо-орієнтовний (ОО) – особа має орієнтовне уявлення щодо понять, які вивчаються, здатна: відтворювати формулювання основних визначень; орієнтуватись в методиках створення документів; знати теоретичні основи офісного програмування.

Понятійно-аналітичний (ПА) – особа має чітке уявлення щодо навчального об'єкту, здатна здійснювати смислове виділення, пояснення вибору пакетів прикладних програм для вирішення тих чи інших задач. Може чітко визначити, яку програму застосувати, тобто здатна перенести раніше засвоєнні знання на типові ситуації.

Продуктивно-синтетичний (ПС) – особа має глибоке розуміння щодо навчального об'єкту, здатна здійснювати синтез, генерувати нові ідеї та уявлення, переносити раніше засвоєнні знання на нетипові, нестандартні ситуації. Тобто на цьому рівні здобувач вищої освіти повинен на основі теоретичних знань вміти застосовувати SolidWorks і SW Simulations за найбільш поширеними методиками, вносити свої пропозиції щодо застосування не тільки розглянутих, а й самостійно засвоєних ППП.

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни та формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (креслення і протокол роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт у встановлені терміни, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо здобувач вищої освіти захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття здобувач вищої освіти зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння здобувачем вищої освіти теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами тестування.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (у т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення плагіату в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), які передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачем вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах, які сприяють формуванню компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Залежно від важливості окремих видів навчальної роботи, та їх ролі у формуванні компетентностей і результатів навчання, визначених освітньою програмою, розробники Робочої програми присвоюють кожному виду навчальної роботи (структурній одиниці) з дисципліни певну кількість балів. При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати узагальнені критерії (табл. 1).

Таблиця 1 – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Допуском здобувача вищої освіти до підсумкового оцінювання та критерієм його успішного проходження може бути досягнення ним *мінімального* порогового рівня балів встановленого кожному із запланованих результатів навчання з освітнього компоненту (структурної одиниці), тобто 60 відсотків від максимально можливого балу (табл. 2).

Таблиця 2 – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (опис рівня досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з освітнього компонента)
		Залік
A	90-100	Зараховано
B	83-89	
C	73-82	
D	66-72	
E	60-65	
FX	40-59	Незараховано
F	0-39	

Залік виставляється, якщо здобувач вищої освіти досяг мінімального порогового рівня балів, а загальна сума балів, яку він набрав за результатами поточного контролю з освітнього компонента, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою виставляється оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до табл. 2.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів *денної* форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Самостійна робота		Семестровий контроль
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль		ІДЗ*		Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	T** 1-4	T** 5-8	1	2	
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)												
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	15-25	15-25	За рейтингом
24-40								6-10		30-50		60-100***

Примітка: *ІДЗ – індивідуальне домашнє завдання (самостійна робота); T** – тема навчальної дисципліни; ***За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методик моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти та рівня досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей з присвоєнням йому відповідної суми балів.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому **не зараховується** і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів навчання з теоретичного матеріалу (тестовий контроль)

Кожний з двох тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 20 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 20 (кількість набраних балів за тестове завдання може бути різною).

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється здобувачеві (20 тестових питань, максимум – 20 балів)

Кількість правильних відповідей	0-11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відсоток правильних відповідей	0-59	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Кількість отриманих балів	0	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тематичний контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 6 до 20 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	0-11	12-13	14	15-16	17	18-20
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-65	66-72	73-82	83-89	90-100
Кількість отриманих балів	0	12-13	14	16	18	20

На тестування в он-лайн режимі у МСН відводиться 10 хв.. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів *заочної* форми здобуття освіти

названня студентів за формою здобуття освіти				
Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль	Разом
Лабораторна робота	Контрольна робота		Тестування	
	Якість виконання	Захист роботи		
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)				
10-20	5-10	30-50	15-20	60-100

Оцінювання контрольної роботи здобувачів, які навчаються за заочною формою здобуття освіти

Контрольна робота передбачає виконання трьох завдань:

- 1). У SolidWorks створити модель деталі АТ.
- 2). У SolidWorks Simulation вибрати параметри аналізу напруженого стану деталі; призначити її матеріал; застосувати обмеження; прикласти навантаження; створити сітку МСЕ; розрахувати максимальну силу, яку може витримати деталь не руйнуючись;
- 3). У SolidWorks Simulation розрахувати запас міцності; і вплив вилучення матеріалу з деталі на коефіцієнт запасу міцності; провести розрахунки впливу вилучення одного з обмежень на коефіцієнт запасу міцності.

Варіанти контрольних робіт і зміст завдань і наводяться у Методичних рекомендаціях до виконання контрольної роботи. При оцінюванні контрольної роботи враховуються якість її виконання та захист. Перше завдання оцінюється від 6 до 10 балів, а друге і третє 3-5 балами, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 12 до 20 (табл. 3).

Таблиця 3 – Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Види завдань	Кількість балів для певного рівня досягнення результатів навчання		
	Достатній	Середній	Високий
Завдання № 1	6	8	10
Завдання № 2	3	4	5
Завдання № 3	3	4	5

Примітка. *Позитивний бал за контрольну роботу, відмінний від мінімального (12 балів) та максимального (20 балів), знаходиться в межах 13-19 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) контрольної роботи.

Кожне завдання контрольної роботи здобувача вищої освіти оцінюється викладачем з використанням таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (щодо визначення достатнього, середнього та високого рівня досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у табл. 2.

Семестровий залік виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав здобувач вищої освіти з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній здобувачем вищої освіти сумі балів відповідно до табл. 2.

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Загальні поняття обчислювальної механіки.
2. Загальні поняття і класифікація задач обчислювальної механіки: лінійність і нелінійність.
3. Загальні поняття і класифікація задач обчислювальної механіки: методи дискретизації.
4. Варіанти МСЕ.
5. Процес скінченно-елементного аналізу.
6. Основні кроки МСЕ.
7. Основні поняття і концепція МСЕ: ідеалізація.
8. Основні поняття і концепція МСЕ: явне й неявне моделювання.
9. Основні поняття і концепція МСЕ: дискретизація.
10. Основні поняття і концепція МСЕ: джерела, помилки й апроксимація.
11. Загальна схема алгоритму МСЕ.
12. Визначення скінченних елементів.
13. Атрибути скінченного елемента.
14. Класифікація скінченних елементів, використовуваних в механіці.
15. Основні поняття і концепція МСЕ: ансамблювання.
16. Основні поняття і концепція МСЕ: граничні умови.
17. Основні поняття плоскої задачі теорії пружності.
18. Математична модель плоскої задачі теорії пружності.
19. Початкові дані плоскої задачі теорії пружності.
20. Шукані функції плоскої задачі теорії пружності.
21. Вирішуючі рівняння плоскої задачі теорії пружності.
22. Граничні умови плоскої задачі теорії пружності.
23. Базові співвідношення скінченно-елементного формулювання плоскої задачі теорії пружності.
24. Ослаблене формулювання задачі теорії пружності.

25. Повна потенційна енергія тіла.
26. Скінченно-елементна інтерполяція.
27. Виведення системи лінійних алгебраїчних рівнянь МСЕ.
28. Принцип мінімуму потенційної енергії.
29. Виведення вирішуючих рівнянь МСЕ.
30. Алгоритм МСЕ для тривимірної задачі теорії пружності.
31. Генерація скінченно-елементної сітки для тривимірної задачі теорії пружності.
32. Апроксимація шуканих функцій для тривимірної задачі теорії пружності.
33. Формування системи алгебраїчних рівнянь для тривимірної задачі теорії пружності.
34. Кінематичне співвідношення для тривимірної задачі теорії пружності.
35. Визначаюче співвідношення для тривимірної задачі теорії пружності.
36. Формування глобальної системи алгебраїчних рівнянь для тривимірної задачі теорії пружності.
37. Значення деформацій і напружень в довільних точках тіла.
38. Алгоритм МСЕ для динамічного завдання.
39. Розрахунок в'язко-пружних гармонійних коливань.
40. Сучасні програмні засоби скінченно-елементного аналізу.
41. Приклади застосування програмних засобів скінченно-елементного аналізу.

11. Навчально-методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Диха О.В. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Автомобільний транспорт» / О. В. Диха, О. Ю. Рудик. – Хмельницький: ХНУ, 2018. – 114 с.
2. Голенко К. Е. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту: Методичні рекомендації до індивідуального завдання «Моделювання напружено-деформованого стану каркасних елементів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / К. Е. Голенко, – О. Ю. Рудик. – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 82 с.
3. Dykha O. Use of information technologies in teaching the discipline "Modeling technological processes of road transport enterprises" / O. Dykha, O. Rudyk, K. Golenko // Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2024), (Черкаси, 23-24 травня 2024 р.) [Електронний ресурс]. – Черкаси: ЧДТУ, 2024. – С. 260-262. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16979>
4. Rudyk O. Yu Automotive parts design software / O. Yu Rudyk, A. V. Banashko, R. O. Lynnyk // International scientific and technical conference «Information Technologies in Metallurgy and Machine building –I TMM 2024». – Dnipro: UDUNT, 2024. – Pp. 387-392. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16978>
5. Rudyk O. Mathematical modeling of devices for the repair of automotive equipment using CAD/CAM/CAE-systems / O. Rudyk, L. Zelenska, V. Dzyanyi // Informatics, information systems and technologies: theses of reports of the twentieth All-Ukrainian conference of students and young scientists. Odesa, April 28, 2023. – Odesa: ONU, 2023. – С. 17-18. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/14680>
6. Rudyk O. Yu. The use of computer modeling in the educational process / O. Yu. Rudyk, P. V. Kaplun, V. A. Gonchar // Resource-oriented learning in "3D": accessibility, dialogue, dynamics: a collection of abstracts of reports of the 3rd International Scientific and Practical Internet Conference (Poltava, February 22-23, 2023). – Poltava: PUET, 2023. – Pp. 302-305. – URL: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1Gk3VNSHVXbcOSChIO00Ln4ujgIVUt-HQ>
7. Rudyk, O., Barnych, M., Humeniuk, O., Shchur, V. (2023). SolidWorks as an innovative means of researching automotive engineering. Current problems in the education system: general secondary education institution – pre-university training – higher education institution: collection of scientific works of the materials of the IX All-Ukrainian Scientific and Practical Conference, February 17, 2023, Kyiv, National Aviation University, 130-141, URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/17688/24992>
8. Rudyk O. Yu. Application of mathematical modeling for the specialty "Motor transport" / O. Yu. Rudyk, N. R. Vidnichuk, N. G. Dotsenko, R. V. Uroda // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ITMM'2023: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 22 березня 2023 р.) / Міністерство освіти і науки України, Український державний університет науки і технологій, Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» та ін. – Дніпро: УДУНТ, 2023. – С. 102-105. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/14682>
9. Rudyk Oleksandr. Formation of professional training of automobile profile specialists / Oleksandr Rudyk, Oleg Horbachuk, Pavlo Levchuk, Valery Tsimar // XIV-а Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи». Том XIV: Виміри сталого розвитку в теорії та практиці / [Ред.: Я. Гжесяк, І. Зимомря, В. Ільницький]. Конін – Ужгород – Перемишль – Херсон: Посвіт, 2023. – С. 92-93. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/14679>
10. Rudyk O. Mathematical modeling of devices for the repair of automotive equipment using CAD/CAM/CAE-systems / O. Rudyk, L. Zelenska, V. Dzyanyi // Informatics, information systems and technologies: theses of reports of the

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій; проєктор.
Програмне забезпечення: SolidWorks, SolidWorks Simulation, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

13. Рекомендована література

Основна

1. Диха О.В. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки “Автомобільний транспорт” / О. В. Диха, О. Ю. Рудик. – Хмельницький: ХНУ, 2018. – 114 с.
2. Голенко К. Е. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту: Методичні рекомендації до індивідуального завдання «Моделювання напружено-деформованого стану каркасних елементів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / К. Е. Голенко, О. Ю. Рудик. – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 82 с.
3. Белов В.І. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» / В.І. Белов. — Харків: ХНАДУ, 2017. – 65 с.
4. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни: Навчальний посібник / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 391 с.
5. Єршов С.В. Конспект лекцій з дисципліни "Методи аналізу, моделювання та оптимізації процесів ОМТ". Частина 3 «Теоретичні методи розрахунку процесів ОМТ» / С. В. Єршов. – Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 61 с.

Додаткова

1. Псьол Сергій. Застосування комп'ютерного моделювання для розрахунків автомобільного транспорту / Сергій Псьол, Олександр Диха, Олександр Рудик, Костянтин Голенко // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: педагогічні науки / гол. ред. О. В. Діденко. – Хмельницький: Видавництво НАДПСУ, 2023. № 1(32). – С. 148-170.
2. Сорочак А.П. Програмне забезпечення інженерних розрахунків: конспект лекцій для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання / А.П. Сорочак/ – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 128 с.
3. Кравченко І.В. Інформаційні технології: Системи комп'ютерної математики [Електронний ресурс] / І.В. Кравченко, В. І. Микитенко. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 243 с.
4. Освітньо-професійна програма «Автомобільний транспорт». Рівень вищої освіти – перший «бакалаврський». Доступ до ресурсу: <https://khmnmu.edu.ua/wp-content/uploads/op/b/274-at-2022.pdf>
5. Сайт компанії ANSYS, Inc. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ansys.com/>
6. SolidWorks Viewer – ABViewer 15 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://3d-viewers.com/en/sldprt-viewer.html>
7. Rudyk O. Yu. Project development and performance study of the repair stand for reducers of rear axles of cars using SolidWorks / O. Yu. Rudyk, V. V. Korzun, A. A. Antonov, V. V. Nechyporov // Scientific research in the modern world. Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference. – Toronto, Canada: Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua”, 24-26 August 2023. – Pp. 126-134. – URL: <https://sci-conf.com.ua/xi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-scientific-research-in-the-modern-world-24-26-08-2023-toronto-kanada-arhiv/>
8. Rudyk Oleksandr. Problems of two-wheeled vehicle repair / Oleksandr Rudyk, Pavlo Kaplun, Volodymyr Gonchar // Electronic International Scientific Journal «Actual problems in the system of education: general secondary education institution – pre-university training – higher education institution» (ISSN 2786-5487 online) № 4, 2024. – Pp. 68-77. – URL: <https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/18722>
9. Rudyk Oleksandr. Application of innovative technologies when researching the performance of road transport / Oleksandr Rudyk, Roman Kovalenko, Andrii Lavrenchuk, Daniil Hromov // Electronic International Scientific Journal «Actual problems in the system of education: general secondary education institution – pre-university training – higher education institution» (ISSN 2786-5487 online) № 4, 2024. – Pp. 78-90. – URL: <https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/18723/25987>
10. Rudyk Oleksandr. Computer design of technological processes strengthening and recovery of parts for automobile transport / Oleksandr Rudyk, Pavlo Kaplun, Volodymyr Gonchar // Rozwój nowoczesnej edukacji i nauki – stan, problemy, perspektywy. Tom XVI: Miejsce i znaczenie kognitywistyki w rozwoju nauki i edukacji / [Red.: J. Grzesiak, I. Zymomrya, W. Illytskyj]. Konin – Użhorod – Przemyśl – Chersoń: Poswit, 2024. – Pp. 133-134. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16976>
11. Rudyk Oleksandr. Application of information technologies in the calculation of devices for car repair / Oleksandr Rudyk, Roman Androsiuk, Vyacheslav Bezrukyi, Taras Lisovyi // Rozwój nowoczesnej edukacji i nauki – stan, problemy, perspektywy. Tom XVI: Miejsce i znaczenie kognitywistyki w rozwoju nauki i edukacji / [Red.: J. Grzesiak, I.

Zymomrya, W. Ilnytskyj]. Konin – Użhorod – Przemyśl – Chersoń: Poswit, 2024. – Pp. 131-133. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16956>

12. Rudyk O. Yu. Use of information technology based on SolidWorks Simulation for calculations of automobile repair equipment / O. Yu. Rudyk, S. V. Antoniuk, Yu. A. Korneev // Сучасні світові тенденції розвитку науки, освіти і технологій: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 20 березня 2024 р.): у 2 ч. – Біла Церква: ЦФЕНД, 2024. Ч. 2. – С. 82-84. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16980>

13. Rudyk O. Yu. Innovative approaches in teaching automotive disciplines / O. Yu. Rudyk, O. V. Dykha, K. E. Golenko // "System Technologies" 2 (151) 2024 «System technologies». – Pp. 144-154. – URL: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/1717/1017>

14. Rudyk O. Yu. Computer simulation of the stressed and deformed state of motor vehicle parts / O. Yu. Rudyk, I. S. Voytyuk, M. I. Gerasymchuk, V. V. Nikolayenko // Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій. Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р. – Одеса: Видавництво ОНТУ, 2024 р. – С. 68-70. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16975>

15. Rudyk O. Yu. Application of information technologies based on SolidWorks for design of vehicle repair devices / O. Yu. Rudyk, K. A. Vidysh, R. O. Madera, S. B. Tytarenko // State, achievements and prospects of information systems and technologies. Materials of the 24th All-Ukrainian scientific and technical conference of young scientists, graduate students and students. Odessa, April 18-19, 2024. – Odessa: ONTU Publishing House, 2024. – Pp. 181-182. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16974>

16. Rudyk O. Yu. Application of information technologies for modeling the bearing puller screw / O. Yu. Rudyk, V. V. Podchynuk, A. V. Vasylyshyn // Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей двадцять першої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 26 квітня 2024 р. – Одеса: ОНУ, 2024. – С. 57-58. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16972>

17. Rudyk O. Yu. Using SolidWorks for fixture calculations for car front suspension repair / O. Yu. Rudyk, O. V. Drobot, O. V. Burban, B. O. Nowatskyi // Science and society: modern trends in a changing world. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Vienna, Austria. 2024. – Pp. 103-109. URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16970>

18. Rudyk Oleksandr. Application of information technologies for calculation of engine repair stand / Oleksandr Rudyk, Anton Kvasnytskyi, Andriy Podvornyi, Oleksandr Tkachuk // Rozwój nowoczesnej edukacji i nauki – stan, problemy, perspektywy. Tom XVIII: Innowacje metodologiczne w badaniach i nauczaniu: od teorii do praktyki / [Red.: J. Grzesiak, I. Zymomrya, W. Ilnytskyj]. Konin – Użhorod – Przemyśl – Mikołajów: Poswit, 2025. – S. 173-175.

19. Rudyk O. Application of computer modeling to determine the workability of the car parts removal puller of car / O. Rudyk, M. Cheban, A. Bey // Problems and innovations in the development of engineering, technologies and transport: Collection of scientific works of the International Scientific Conference of Students and Young Scientists, April 24-26, 2025. – Khmelnytskyi: KhNU, 2025. – P. 71-82.

20. Rudyk O. Yu Automotive parts design software / O. Yu Rudyk, A. V. Banashko, R. O. Lynnyk // International scientific and technical conference «Information Technologies in Metallurgy and Machine building –I TMM 2024». – Dnipro: UDUNT, 2024. – Pp. 387-392. – URL: <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/16978>

14. Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnmu.edu.ua/>
2. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnmu.edu.ua/course/view.php?id=7065#section-27>
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <https://elar.khmnmu.edu.ua/home>