

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Будівельний факультет
Кафедра: Будівельна механіка та гідравліка

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ
ОПР МАТЕМІАЛІВ І ОСНОВИ ТЕОРІЇ
ПРУЖНОСТІ ТА ПЛАСТИЧНОСТІ**

Код та назва спеціальності: 131 Прикладна механіка

Назва освітньої програми: **Організація паливо-мастильного господарства
підприємств**

Рівень освіти: перший (бакалавр)

Форма навчання: денна, заочна Семестр: 3 – 4

Кількість кредитів ЄКТС: 9

Форма підсумкового контролю: залік, екзамен

Розробник програми:

Опанасенко О.В., к.т.н., доцент кафедри
будівельної механіки та гідравліки

Харків, 2025

ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Обов'язкова / Вибіркова

Курс:3 / Семестр: 3–4

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

ПІБ викладача: Кравців Лариса Богданівна

Контактна інформація 0501606224

email kravtsiv_bmg@kart.edu.ua

laura_kravtsiv@ukr.net

Час консультацій: вівторок 15.00-16.30

Форми зв'язку: Zoom:

<https://us05web.zoom.us/j/98035732403?pwd=RIZpFaOAT8tQV7SOk9q9azS60UIwdH>

Ідентифікатор: 98035732403

Код доступу: 12345

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=16026>

МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета освітньої компоненти: набуття здобувачами теоретичних знань і практичних навичок з методів розрахунку елементів конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість під дією силових, температурних та динамічних навантажень, а також формування вміння застосовувати ці методи у практиці проєктування та експлуатації будівельних і машинобудівних конструкцій.

Завдання освітньої компоненти:

- формування у здобувачів системи фундаментальних знань про властивості матеріалів, їхні механічні характеристики та закономірності роботи під навантаженням;
- набуття навичок побудови розрахункових схем, визначення внутрішніх зусиль, напружень і деформацій у стержнях, балках, пластинах та інших елементах конструкцій;
- засвоєння основних методів визначення напружено-деформованого стану в статично визначних і невизначних системах, у тому числі при дії температурних впливів;
- формування здатності застосовувати умови міцності, жорсткості та стійкості для оцінювання працездатності конструкцій;
- ознайомлення із сучасними програмними засобами моделювання та розрахунку елементів конструкцій, використання комп'ютерних технологій для аналізу напружено-деформованого стану;
- розвиток уміння розробляти та застосовувати технічні рішення, нормативні документи та стандарти у сфері проєктування й експлуатації конструкцій;
- формування основ оцінювання міцності, жорсткості та стійкості деталей і вузлів конструкцій, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.

КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в прикладній механіці, зокрема у сфері триботехніки та надійності машин, у процесі подальшого здобуття освіти, що передбачає застосування певних теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- ЗК 02 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 06 Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- ЗК 07 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 13 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК 16 Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприйнятності корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

Фахові компетентності:

ФК 01 Здатність до аналізу машин і конструкцій, їх матеріалів та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук, у тому числі трибології, триботехніки та хімотології.

ФК 02 Здатність робити оцінки параметрів працездатності конструкцій і машин в експлуатаційних умовах, якості експлуатаційних матеріалів та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів підприємств, у тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК 05 Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість, тертя та зношування в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

ФК 10 Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних теорій та практик механіки, а також базових знаннях суміжних наук.

Програмні результати навчання (ПРН)

РН 03 Виконувати розрахунки деталей машин на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість, тертя та зношування.

РН 04 Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

РН 06 Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, триботехніки, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку.

РН 07 Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації паливо-мастильних матеріалів, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.

ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)*Перелік дисциплін чи курсів, необхідних для засвоєння:*

- українська мова (за професійним спрямуванням);
- вища математика;
- фізика;
- теоретична механіка;
- методи та програмно-технічні засоби інженерних розрахунків;
- нарисна геометрія, інженерна (комп'ютерна) графіка.

ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)*Дисципліни, для яких знання з цієї дисципліни є базовими:*

- метрологія і стандартизація;
- деталі машин і основи конструювання;
- матеріалознавство та технологія металів;
- будівельні та колійні машини;

- системи автоматизованого проектування.

ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Відповідно до резолюції ООН №70/1 та Указу Президента України №722/2019, освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку (SDG):

SDG 4 – забезпечення доступної, справедливої та якісної освіти для всіх людей протягом усього життя як важливого чинника сталого розвитку суспільства;

SDG 8 – сприяння сталому економічному зростанню, зайнятості та гідній праці через підготовку висококваліфікованих інженерів;

SDG 9 – створення стійкої бази для економічного зростання та інклюзивного розвитку через модернізацію машинобудівної інфраструктури, підтримку промисловості та стимулювання інновацій;

SDG 11 – розвиток сталих, безпечних, інклюзивних і життєстійких міст і населених пунктів через проектування та експлуатацію сучасних конструкцій і споруд;

SDG 12 – забезпечення відповідального рівня споживання і виробництва, впровадження ресурсоефективних технологій у машинобудуванні та будівництві;

SDG 13 – боротьба зі зміною клімату – підвищення рівня освіти, обізнаності та інституційних можливостей щодо екологічно чистих технологій, зменшення вуглецевого сліду виробництва.

Опис реалізації:

Освітня компонента сприяє реалізації Цілей сталого розвитку (SDG), формуючи у здобувачів системне мислення, екологічну відповідальність, інноваційні підходи до управління ресурсами та соціально орієнтоване лідерство. Ключові елементи цієї компоненти інтегруються з SDG:

SDG 4 Якісна освіта.

Освітня компонента забезпечує:

- набуття фундаментальних і прикладних знань з проектування конструкцій відповідно до національних та європейських норм;

- розвиток інженерного мислення, здатності приймати технічно обґрунтовані рішення;

- підготовку конкурентоспроможних фахівців для будівельної галузі.

SDG 9 Промисловість, інновації та інфраструктура.

Освітня компонента сприяє:

- проектуванню надійних, довговічних і безпечних будівель та споруд;

- впровадженню сучасних конструктивних рішень і матеріалів;

- розвитку інженерної інфраструктури, необхідної для відновлення та модернізації країни.

SDG 11 Сталий розвиток міст і громад.

Вивчення реконструкції будівель орієнтоване на:

- забезпечення безпеки та експлуатаційної надійності будівель;

- підвищення стійкості забудови до навантажень, у тому числі сейсмічних та надзвичайних;

- раціональне використання будівельних ресурсів у міському середовищі.

SDG 12 Відповідальне споживання та виробництво.

Освітня компонента формує:

- навички оптимального вибору конструктивних схем і матеріалів;

- підходи до зменшення матеріалоємності та енерговитрат;

- розуміння життєвого циклу конструкцій і принципів ресурсоефективності.

SDG 13 Боротьба зі зміною клімату:

У процесі навчання розглядаються:

- конструктивні рішення з підвищеною довговічністю;

- зменшення вуглецевого сліду будівництва через ефективні проєктні рішення;
- адаптація будівель і споруд до кліматичних впливів.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Семестр 3

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Загальні положення

Тема 1. Предмет і завдання курсу "Опір матеріалів". Зв'язок курсу з іншими загально інженерними та спеціальними дисциплінами. Гіпотези і принципи опору матеріалів. Основні конструктивні елементи, що вивчаються в опорі матеріалів. Реальна конструкція і її модель - розрахункова схема. Класифікація навантажень.

Тема 2. Внутрішні сили. Метод перерізів. Загальний випадок стержня, навантаженого просторовою системою сил. Розтягування-стиск, зсув, згинання, кручення як окремі випадки навантаження стержня. Алгоритм обчислення і правило знаків при визначенні внутрішніх сил для зазначених окремих випадків. Диференціальні залежності при згинанні. Епюри внутрішніх сил. Правила побудови і контролю епюр.

Тема 3. Поняття про напружений стан у точці: нормальні і дотичні напруження. Зв'язок між внутрішніми силами і напруженнями.

Змістовний модуль 2. Розтягання и стискання. Зсув.

Тема 4. Розтягування і стиск. Напруження при розтягуванні і стиску. Гіпотеза плоских перерізів. Поздовжні і поперечні деформації. Закон Гуку. Модуль пружності і коефіцієнт поперечної деформації. Їхні числові значення для найбільш розповсюджених конструкційних матеріалів. Потенційна енергія пружної деформації.

Тема 5. Експериментальне дослідження властивостей матеріалів при розтягуванні і стиску. Діаграми розтягування і стиску пластичних і крихких матеріалів. Розрахунок на міцність при розтягуванні і стиску. Умова міцності. Урахування власної ваги стержня при розтягуванні-стиску. Статично невизначні задачі при розтягуванні і стиску.

Тема 6. Напруження і деформації при зсуві. Діаграма зсуву. Механічні характеристики матеріалів при зсуві. Чистий зсув. Закон Гуку при чистому зсуві. Зв'язок між пружними константами E , O і V . Потенційна енергія при зсуві. Розрахунки на міцність. Практичне застосування теорії зсуву до розрахунку клепаних і зварних з'єднань деталей і вузлів механізмів.

Змістовний модуль 3. Основи теорії напруженого стану.

Тема 7. Основи теорії напруженого і деформованого стану. Напруження при розтягуванні і стиску на площадках, нахилених до осі стержня. Плоский напружений стан. Закон парності дотичних напружень. Напруження на нахилених площадках. Головні площадки і головні напруження

Тема 8. Об'ємний напружений стан. Напруження на нахиленій площадці. Головні напруження. Інваріанти напруженого стану. Закон Гуку при складному напруженому стані. Питома потенційна енергія. Зміна об'єму при складному напруженому стані. Модуль об'ємної деформації. Енергія зміни об'єму й енергія зміни форми.

Тема 9. Гіпотези міцності. Призначення гіпотез міцності. Гіпотеза найбільших нормальних напружень. Гіпотеза найбільших деформацій. Гіпотеза найбільших дотичних напружень. Енергетична гіпотеза міцності.

Модуль 2

Змістовий модуль 4. Геометричні характеристики поперечних перерізів стержнів

Тема 10. Геометричні характеристики плоских перерізів. Статичні моменти площі. Осьові, полярний та відцентровий моменти інерції і їх обчислення для найпростіших перерізів. Залежність між моментами інерції при паралельному переносі осей.

Тема 11. Зміна величини моментів інерції при повороті осей. Головні осі і головні моменти інерції. Моменти інерції складених перерізів. Поняття радіуса інерції.

Змістовий модуль 5. Теорія згину

Тема 12. Плоске згинання прямих стержнів. Чисте згинання. Основні гіпотези. Залежність між згинальним моментом і кривизною осі зігнутого бруса при чистому згинанні. Нормальні напруження при чистому згинанні. Розподіл нормальних напружень по висоті перерізу. Найбільші нормальні напруження. Поняття моменту опору перерізу. Плоске поперечне згинання. Умови поширення формули нормальних напружень на плоске поперечне згинання. Умова міцності за нормальними напруженнями.

Тема 13. Дотичні напруження при згинанні. Формула Д. І. Журавського. Розподіл дотичних напружень по висоті перерізу балок прямокутного і двотаврового профілю. Умова міцності за дотичними напруженнями. Головні напруження. Використання теорій міцності при перевірці за головними напруженнями. Раціональні форми перерізів балок. Потенційна енергія пружної деформації при згинанні.

Тема 14. Визначення переміщень при згинанні. Наближене диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Аналітичний метод визначення переміщень. Метод початкових параметрів. Графоаналітичний метод.

Семестр 4

Модуль 3

Змістовий модуль 6. Кручення

Тема 15. Кручення стержнів круглого перерізу. Основні припущення. Напруження в перерізах. Кут закручування. Жорсткість перерізу при крученні. Розрахунок валів на міцність і жорсткість. Поняття моменту опору при крученні. Статично невизначні задачі при крученні. Розрахунок циліндричних пружин з малим кроком витка. Кручення стержнів прямокутного перерізу.

Змістовний модуль 7. Кручення тонкостінного стержня

Тема 16. Кручення тонкостінних стержнів. Поняття про тонкостінні стержні закритого та відкритого профілю. Особливості деформації стержнів з відкритим профілем. Вільне і стиснене кручення. Залежність між деформаціями стержня і переміщеннями його точок.

Тема 17. Розподіл нормальних і дотичних напружень у перерізі стержня при стисненому крученні. Розрахункові формули для нормальних і дотичних напружень через відповідні їм внутрішні сили.

Тема 18. Диференціальне рівняння кутів закручування та його інтегрування. Граничні умови. Метод початкових параметрів.

Тема 19. Обчислення секторальних геометричних характеристик перерізу тонкостінного стержня. Особливості стисненого кручення тонкостінних стержнів закритого профілю.

Модуль 4

Змістовий модуль 8. Складний опір.

Тема 20. Складний опір. Косе згинання. Нормальні напруження при косому згинанні. Нульова лінія. Умова міцності при косому згинанні. Переміщення при косому згинанні. Залежність між положенням нульової лінії і напрямком найбільшого прогину.

Тема 21. Позацентровий стиск. Формула для нормальних напружень. Положення нульової лінії. Умова міцності. Ядро перерізу.

Тема 22. Згинання з крученням стержня круглого перерізу. Розподіл нормальних і дотичних напружень. Головні напруження. Розрахункові напруження за деякими гіпотезами міцності.

Змістовий модуль 9. Стійкість. Поздовжньо-поперечне згинання

Тема 23. Стійкість стиснутих стержнів. Поняття про стійкі та нестійкі форми рівноваги. Втрата стійкості стиснутих стержнів у пружній стадії. Формула Ейлера. Урахування різних випадків закріплення кінців стержня. Границя застосування формули Ейлера.

Тема 24. Втрата стійкості при напруженнях, які перевищують границю пропорційності. Формула Ясинського. Графік критичних напружень. Практичний метод розрахунку стиснутих стержнів на стійкість.

Тема 25. Поздовжньо-поперечне згинання. Диференціальне рівняння поздовжньо-поперечного згинання. Точний і наближений розв'язок диференціального рівняння. Розрахунок на міцність при поздовжньо-поперечному згинанні.

Тема 26. Згинання стержнів великої кривизни. Внутрішні сили в кривому брусі. Диференціальні залежності між внутрішніми силами і розподіленим навантаженням. Чисте згинання кривого стержня. Нормальні напруження.

Тема 27. Визначення положення нейтральної лінії. Нормальні напруження від одночасної дії поздовжньої сили і згинального моменту.

Змістовий модуль 10. Динамічна дія навантаження

Тема 28. Поняття динамічного навантаження і динамічного коефіцієнта. Урахування сил інерції при розрахунку троса. Розрахунок кільця, яке швидко обертається.

Тема 29. Коливання систем з одним ступенем вільності. Диференціальне рівняння руху і його розв'язання. Вільні коливання. Вимушені коливання. Коливання систем з декількома ступенями вільності. Спектр частот і форм власних коливань. Дія гармонічного навантаження. Ударна дія навантаження.

ТЕМАТИКА (ЗМІСТ) ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

1. Побудова епюр внутрішніх сил у балках и рамах
2. Побудова епюр внутрішніх сил для кривих стержнів
3. Визначення напружень і переміщень при розтягуванні і стиску
4. Визначення геометричних характеристик простих і складених перерізів
5. Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині
6. Розрахунок валу на міцність
7. Визначення геометричних і секторальних характеристик перерізу тонкостінного стержня
8. Визначення внутрішніх сил в перерізах тонкостінного стержня
9. Розрахунок на складний опір і стійкість
10. Розрахунок стержнів на дію динамічного навантаження

ТЕМАТИКА (ЗМІСТ) ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ.

1. Випробування на розтягання сталі та інших матеріалів з визначенням основних механічних характеристик.
2. Визначення модуля пружності для сталі та інших матеріалів.
3. Визначення коефіцієнта Пуассона для сталі та інших матеріалів.
4. Випробування сталі, чавуну та дерева на стискання з визначенням основних механічних характеристик.
5. Випробування сталі на зріз і дерева на сколювання.
6. Визначення твердості різних матеріалів методом удавлювання.
7. Дослідження деформацій та розподілу нормальних напружень двотаврової балки в зоні чистого згину.
8. Дослідження деформацій та розподілу нормальних напружень в балці прямокутного перерізу при поперечному згині.
9. Визначення прогинів статично невизначної балки.
10. Випробування на кручення круглого циліндричного стержня.
11. Випробування циліндричної пружини на стискання.
12. Визначення прогинів при косому згині.
13. Дослідження розподілу напружень при позацентровому стисканні з одним ексцентриситетом.
14. Дослідження розподілу напружень при позацентровому стисканні з двома ексцентриситетами.
15. Дослідження деформацій і розподілів напружень при згині з крученням.
16. Дослідження явища втрати стійкості стиснутих стержнів.

ТЕМАТИКА (ЗМІСТ) САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Загальні положення. Класифікація зовнішніх навантажень. Поняття про розрахункову схему споруди. Класифікація твердих тіл.
2. Метод перерізів. Внутрішні сили у поперечних перерізах стержнів у загальному випадку дії навантаження. Диференційні залежності між внутрішніми силами при розтяганні-стисканні, крученні, згині в стержнях з прямою і криволінійною осями.
3. Побудова епюр внутрішніх силових факторів у брусах різного обрису з контролем розв'язку на комп'ютері.
4. Розрахунок стержнів при розтяганні та стисканні.
5. Визначення переміщень при розтяганні та стисканні.
6. Статичні, осьові, полярні та відцентрові моменти інерції площі. Обчислення моментів інерції складних перерізів.
7. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів з контролем розв'язку на комп'ютері.
8. Чистий згин. Умови поширення висновку чистого згину на поперечний згин. Дотичні напруження. Головні напруження при згині. Потенціальна енергія пружної деформації при згині.
9. Розрахунок на міцність та визначення переміщень у балках при згині з контролем розв'язку на комп'ютері.
10. Кручення стержнів з круглим поперечним перерізом. Напруження в поздовжніх та дотичних перерізах, які проходять через вісь стержня. Статично невизначні задачі при крученні.
11. Розрахунок циліндричних пружин з малим кроком витка.
12. Кручення тонкостінних стержнів закритого та відкритого профілю. Нормальні і дотичні напруження у перерізі тонкостінного стержня. Обчислення секторальних геометричних характеристик перерізу тонкостінного стержня.
13. Розрахунок тонкостінних стержнів з контролем розв'язку на комп'ютері.

14. Косий згин. Згин та кручення стержня круглого поперечного перерізу. Позацентрове розтягання або стискання. Стійкість стиснутих стержнів.
15. Розрахунок на складний опір та стійкість з контролем розв'язку на комп'ютері.
16. Ударне навантаження. Динамічні характеристики будівельних матеріалів та конструкцій. Динамічна жорсткість. Явище втомиленості.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН(ДЕННА/ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
<i>Семестр3</i>						
1	Тема 1. Загальні положення	2/-	1/-	-/-	4/-	7/-
2	Тема 2. Внутрішні сили. Побудова епюр	3/-	4/-	-/-	6/-	13/-
3	Тема 3. Поняття про напружений стан	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
4	Тема 4. Розтягування і стиск	2/-	2/-	3/-	4/-	11/-
5	Тема 5. Розрахунок на міцність при розтягуванні і стиску	2/-	2/-	3/-	5/-	12/-
6	Тема 6. Зсув	2/-	2/-	2/-	4/-	10/-
7	Тема 7. Основи теорії напруженого і деформованого стану	2/-5	2/-	-/-	4/-	8/-
8	Тема 8. Об'ємний напружений стан	3/-	3/-	1/-	4/-	10/-
9	Тема 9. Гіпотези міцності	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
10	Тема 10. Геометричні характеристики плоских перерізів	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
11	Тема 11. Моменти інерції складених перерізів	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
12	Тема 12. Згин	2/-	2/-	4/-	5/-	13/-
13	Тема 13. Визначення напружень при згинанні	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
14	Тема 14. Визначення переміщень при згинанні	2/-	2/-	2/-	4/-	10/-
	<i>Всього семестр5:</i>	30/-	30/-	15/-	60/-	135/-
<i>Семестр4</i>						
15	Тема 15. Кручення стержнів круглого перерізу	2/-	2/-	3/-	4/-	11/-
16	Тема 16. Кручення тонкостінних стержнів	2/-	2/-	2/-	4/-	10/-
17	Тема 17. Нормальні і дотичні напруження стисненому крученні	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
18	Тема 18. Метод початкових параметрів	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
19	Тема 19. Секторіальні	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-

	характеристики перерізу тонкостінного стержня					
20	Тема 20. Косе згинання	2/-	2/-	2/-	4/-	10/-
21	Тема 21. Позацентричний стиск	2/-	2/-	4/-	4/-	12/-
22	Тема 22. Згин з крученням	2/-	2/-	2/-	4/-	10/-
23	Тема 23. Стійкість стиснутих стержнів	2/-	2/-	2/-	4/-	10/-
24	Тема 24. Розрахунок стержнів на стійкість.	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
25	Тема 25. Поздовжньо-поперечне згинання	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
26	Тема 26. Згинання стержнів великої кривизни	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
27	Тема 27. Визначення положення нейтральної лінії	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
28	Тема 28. Поняття динамічного навантаження	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
29	Тема 29. Коливання систем	2/-	2/-	-/-	4/-	8/-
	<i>Всього семестрб:</i>	30/-	30/-	15/-	60/-	135/-
	<i>Всього:</i>	60/-	60/-	30/-	120/-	270/-

ТЕМАТИКА (ЗМІСТ) ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

В якості індивідуальних завдань передбачено виконання розрахунково-графічної роботи за індивідуальними завданнями, що охоплює декілька найбільш важливих тем.

РГР № 1. Побудова епюр внутрішніх силових факторів у брусах різного обрису. Розрахунок стрижнів при розтяганні с визначенням переміщень. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів з контролем розв'язку на комп'ютері. Розрахунок на міцність та визначення переміщень у балках при згині.

РГР № 2. Розрахунок тонкостінного стержня відкритого профілю з контролем розв'язку на комп'ютері. Розрахунок на складний опір та стійкість.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Під час вивчення дисципліни використовуються лекційні та наочні (лекції з презентаціями) і практичні та проблемно-орієнтовані методи навчання, а також самостійна робота здобувачів освіти з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: до 60 балів

Модульний контроль: до 40 балів

Підсумковий контроль: іспит: до 100 балів

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти за модуль, становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульний контроль). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає оцінку за семестр.

Форма контролю	Вид контролю	Сума балів
ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ	- відвідування лекцій	0-10
	- активна участь здобувача під час практичних занять	0-10
	- виконання та захист розрахунково-графічної роботи	20
	- якісне і в повному обсязі виконання розрахунково-графічної роботи	0-10
	- здача розрахунково-графічної роботи до або під час модульного тижня	10
МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ	Тестування	до 40

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки і індивідуального навчального плану (при успішній здачі іспиту/заліку) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (відмінно, добре, задовільно (незадовільно) для іспитів, або зараховано/не зараховано для заліків) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, F).

Визначення назви за національною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS Оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначення плагіату та його наслідків:

Академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості), та/або

відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства.

Види академічного плагіату:

- дослівне запозичення текстових фрагментів без оформлення їх як цитат з посиланням на джерело (в окремих випадках некоректним вважають навіть використання одного слова без посилання на джерело, якщо це слово використовують в унікальному значенні, наданому цим джерелом);
- використання інформації (факти, ідеї, формули, числові значення тощо) з джерела без посилання на це джерело;
- перефразування тексту джерела у формі, що є близькою до оригінального тексту, або наведення узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків з певного джерела без посилання на це джерело;
- подання як власних робіт (дисертацій, монографій, навчальних посібників, статей, тез, звітів, контрольних, розрахункових, курсових, дипломних та магістерських робіт, рефератів тощо), виконаних на замовлення іншими особами, у тому числі робіт, стосовно яких справжні автори надали згоду на таке використання.

Правила цитування:

Цитата – порівняно короткий уривок з літературного, наукового чи будь-якого іншого опублікованого (оприлюдненого на офіційному веб-сайті) твору, який використовується, з обов'язковим посиланням на його автора і джерело цитування, іншою особою у своєму творі з метою зробити зрозумілішими свої твердження або для посилання на погляди іншого автора в автентичному формулюванні.

Щоби правильно оформити цитату, необхідно дотримуватися таких правил:

- вказувати перевірене джерело. Цитати мають містити відомості про автора та назву його роботи, звідки взята цитата;
- не порушувати зміст цитати;
- відокремлювати цитату від основного тексту;
- використовувати скорочені цитати;
- вказувати сторінки.

Етика використання ІІІ-інструментів:

Здобувачі можуть використовувати інструменти ІІІ – для пояснення складних тем простими словами, перевірки граматики та стилю, самоперевірки знань (тести, запитання). Недопустиме використання ІІІ для списування.

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/06/kodex.pdf>

Процедура оскарження оцінок:

В Українському державному університеті залізничного транспорту діє Положення про організацію освітнього процесу, яким закріплено право здобувачів на оскарження результатів контрольних заходів. Тому якщо здобувачі незадоволені оцінкою, або є сумніви щодо об'єктивності викладачів вони можуть звернутися до завідувача кафедри із заявою-апеляцією. Створена апеляційна комісія перевіряє результати підсумкового контролю знань.

Правила поведінки здобувачів на заняттях:

- необхідно вчасно заходити на онлайн-заняття, бажано за кілька хвилин до початку;
- використовувати своє справжнє ім'я та прізвище, вказувати номер групи;
- дотримуватися ввічливого та поважного спілкування;
- під час занять вимикати мікрофон та вмикати його лише під час діалогу з викладачем;
- камеру, за можливості, тримати увімкненою;
- не перебувати інших учасників, користуватися за потреби функцією «піднятої

- руку»;
- використовувати чат лише для навчальних повідомлень;
 - не поширювати сторонні посилання, зображення чи повідомлення;
 - не ображати, не принижувати та не ігнорувати інших учасників.

ПИТАННЯ ДОПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Перелік питань підготовки для заліку/іспиту–1модуль:

1. Гіпотези опору матеріалів.
2. Що таке зосереджена сила або момент?
3. Які види розподілених навантажень ви знаєте?
4. Що таке напруження в деформованому тілі?
5. Які два види напружень можуть виникати на виділеній площадці?
6. Які внутрішні сили виникають у перерізі елемента?
7. Що називається епюрою внутрішньої сили?
8. Дайте характеристику шарнірно-рухомої опори.
9. Дайте характеристику шарнірно-нерухомої опори.
10. Дайте характеристику защемлення.
11. Які рівняння рівноваги застосовуються для визначення опорних реакцій у шарнірно-опертих балках?
12. Які системи називаються статично визначними?
13. Як визначаються згинальний момент та поперечна сила у перерізі?
14. Яке правило знаків прийняте для поперечної сили?
15. Яке правило знаків прийняте для згинального моменту?
16. Як змінюється згинальний момент на ланці балки, де прикладене розподілене навантаження?
17. Як змінюється поперечна сила на ланці, де прикладене розподілене навантаження?
18. Якщо поперечна сила в перерізі балки, завантаженої розподіленим навантаженням, дорівнює нулю, то що можна сказати про згинальний момент у цьому перерізі ?
19. Які внутрішні сили можуть виникати в поперечних перерізах плоских рам і криволінійних стержнів?
20. Яке правило знаків прийняте для поздовжньої сили?
21. Яке правило знаків прийняте для крутного моменту?
22. У чому полягає принцип Сен-Венана?
23. У чому полягає гіпотеза Я. Бернуллі?
24. Як обчислюються нормальні напруження в поперечному перерізі розтягнутого стержня?
25. Що називається відносною поздовжньою деформацією?
26. Що називається відносною поперечною деформацією?
27. Що називається коефіцієнтом Пуассона, якщо - відносна поперечна деформація, - відносна поздовжня деформація?
28. Сформулюйте закон Гука при розтяганні-стиску і запишіть його математичний вираз.
29. Що називається границею пропорційності?
30. Що називається границею пружності?
31. Що називається границею текучості?
32. Що називається границею міцності?
33. Що називається пластичністю?
34. Що називається крихкістю?
35. Як записується умова міцності розтягнутого стержня за методом допустимих напружень?
36. Яка деформація називається “розтягуванням-стиском”? Які виникають внутрішні сили?
37. Яка деформація називається зсувом та чистим зсувом? Які виникають внутрішні сили?
38. Які напруження виникають при зсуві у перерізі стержня?

39. Як записується закон Гука при зсуві?
 40. Які з'єднання розраховуються на зсув?

Перелік питань підготовки для заліку/іспиту—2модуль:

1. Дайте характеристику плоского напруженого стану.
2. Дайте характеристику плоскої деформації.
3. Які напруження називаються головними?
4. Як визначити положення головних площадок при плоскому напруженому стані?
5. Як визначити значення головних напружень при плоскому напруженому стані?
6. Як визначається повне напруження при об'ємному напруженому стані?
7. З якими напруженнями пов'язане руйнування пластичних матеріалів?
8. З якими напруженнями пов'язане руйнування крихких матеріалів?
9. Умова міцності теорії найбільших нормальних напружень?
10. Умова міцності теорії найбільших подовжень?
11. Умова міцності теорії максимальних дотичних напружень?
12. Умова міцності енергетичної теорії міцності?
13. Умова міцності теорії Мора?
14. Теорії міцності для пластичних матеріалів.
15. Теорії міцності для крихких матеріалів.
16. Що називається статичним моментом площі перерізу відносно осі?
17. Чому дорівнює статичний момент площі перерізу відносно центральної осі?
18. За якими формулами визначаються координати центра ваги перерізу?
19. Що називається осьовим моментом інерції площі перерізу?
20. Що називається полярним моментом інерції площі перерізу?
21. Що називається відцентровим моментом інерції площі перерізу?
22. Що називається моментом опору перерізу?
23. За якими формулами визначаються радіуси інерції?
24. Як зв'язані між собою осьові і полярний моменти інерції?
25. Чому дорівнює осьовий момент інерції площі прямокутника відносно головної центральної осі z ?
26. Чому дорівнює осьовий момент інерції рівнобедреного трикутника відносно головної центральної осі z ?
27. Чому дорівнює осьовий момент інерції круглого перерізу відносно центральних осей?
28. Чому дорівнює осьовий момент інерції кільця відносно центральних осей?
29. Які осі називаються головними центральними?
30. Укажіть залежності для осьового і відцентрового моментів інерції при паралельному переносі осей.
31. Формули для визначення осьового і відцентрового моментів інерції при повороті осей.
32. Як визначається положення головних центральних осей?
33. Сформулюйте гіпотезу плоских перерізів.
34. Сформулюйте гіпотезу про ненависнення поздовжніх волокон.
35. Як розподілені дотичні напруження по висоті прямокутного перерізу?
36. Як розподілені дотичні напруження по висоті двотавра?
37. Укажіть формулу для дотичних напружень при згинанні балки.
38. Закон Гука при згинанні.
39. Яке диференціальне рівняння використовується для визначення прогинів балки?
40. Яка деформація називається плоским згинанням та чистим згинанням? Які виникають при цьому внутрішні сили?

Перелік питань підготовки для заліку/іспиту–3модуль:

1. Яка деформація називається крученням? Які внутрішні сили виникають при крученні?
2. Формула для визначення моменту опору перерізу при крученні.
3. Які напруження виникають при крученні стержнів круглого перерізу?
4. За якою залежністю визначаються напруження при крученні стержнів круглого перерізу?
5. Умова міцності стержня круглого перерізу при крученні.
6. Умова жорсткості стержня круглого перерізу при крученні.
7. Якого виду деформації зазнає пруток, з якого звита пружина, при її розтягуванні або стисканні?
8. Що таке депланація прямокутного перерізу?
9. Що називається вільним крученням стержня прямокутного перерізу?
10. Які напруження виникають при вільному крученні?
11. Що називається стисненим крученням стержня прямокутного перерізу?
12. Які напруження виникають при стисненому крученні?
13. Які напруження виникають у перерізі тонкостінного стержня відкритого профілю при крученні?
14. Які внутрішні сили виникають у перерізі тонкостінного стержня відкритого профілю при крученні?
15. За якою залежністю визначаються нормальні напруження при стисненому крученні в загальному випадку навантаження?
16. За якою залежністю визначаються дотичні напруження в серединній поверхні при стисненому крученні?
17. За якою залежністю визначаються дотичні напруження від вільного кручення?
18. За якими формулами знаходяться головні центральні моменти інерції?
19. а якою формулою визначається положення центра згинання в перерізі відкритого профілю, що має одну вісь симетрії?
20. Яка деформація називається косим згинанням?
21. У виді суперпозиції яких простих деформацій можна представити косим згинанням?
22. Запишіть формулу для нормальних напружень при косому згинанні.
23. Що називається нейтральною віссю?
24. Як записується умова міцності при косому згинанні?
25. Як проходить нейтральна вісь при косому згинанні?
26. Як визначається напрямок сумарного прогину при косому згинанні?
27. У яких точках перерізу досягаються максимальні значення нормальних напружень при косому згинанні?
28. Який із наведених елементів зазнає деформацію позацентрового стискання?
29. У вигляді суперпозиції яких простих деформацій можна представити позацентровий стисканні?
30. Як записується умова міцності при позацентровому стисканні?
31. Запишіть формулу для обчислення нормальних напружень при позацентровому стисканні.
32. Що називається нейтральною лінією при позацентровому стисканні?
33. Запишіть рівняння нейтральної лінії при позацентровому стиску.
34. У яких точках перерізу досягаються максимальне стискаюче і розтягуючі напруження при позацентровому стисканні?
35. Як розміщене ядро перерізу?
36. Що називається ядром перерізу?
37. Які внутрішні сили виникають у перерізі при згинанні з крученням?
38. Які напруження враховуються при перевірці міцності при згинанні з крученням?
39. Як записується умова міцності при згинанні з крученням?
40. У яких точках кільцевого перерізу досягається максимальне напруження при згинанні з крученням?

Перелік питань підготовки для заліку/іспиту – 4 модуль:

1. Яка форма рівноваги стиснутого стержня називається стійкою?
2. У якому елементі виникає деформація поздовжнього згинання?
3. Що називається критичною силою при поздовжньому згинанні?
4. За якою формулою обчислюється критична сила?
5. За якою формулою обчислюється критична сила для стержнів великої гнучкості?
6. За якою формулою обчислюється критична сила для стержнів середньої гнучкості?
7. Запишіть формулу для встановлення границі застосування формули Ейлера?
8. Для яких стержнів застосовується формула Ясинського?
9. За якою формулою визначається гнучкість стержня?
10. Від чого залежить гнучкість стержня?
11. Від чого залежить гранична гнучкість стержня?
12. Яку розмірність має гнучкість стержня?
13. Від чого залежить приведена довжина стержня?
14. Від чого залежить коефіцієнт приведеної довжини стержня?
15. Як формулюється умова стійкості при поздовжньому згинанні?
16. Що задає коефіцієнт поздовжнього згинання?
17. Яке навантаження вважається прикладеним динамічно?
18. Сформулюйте умови виникнення вільних коливань.
19. Назвіть задачі динамічного розрахунку.
20. Запишіть формулу для визначення частоти вільних коливань системи з одним ступенем динамічної вільності.
21. Запишіть формулу для визначення періоду вільних коливань системи з одним ступенем динамічної вільності.
22. Запишіть диференціальне рівняння вільних коливань системи з одним ступенем динамічної вільності з урахуванням сил опору.
23. Запишіть диференціальне рівняння коливань системи з одним ступенем динамічної свободи з урахуванням сил опору під дією вібраційного навантаження.
24. Запишіть диференціальне рівняння коливань системи з одним ступенем динамічної вільності з урахуванням сил опору під дією короткочасного навантаження.
25. Запишіть формулу для динамічного коефіцієнта при дії вібраційного навантаження в системі з одним ступенем динамічної вільності.
26. Що таке резонанс коливань?
27. Що таке динамічний коефіцієнт?
28. Чому дорівнює динамічний коефіцієнт при раптовому навантаженні системи з одним ступенем динамічної вільності?
29. Що таке удар?
30. Укажіть формулу для динамічного коефіцієнта при ударі.
31. У чому полягає явище втомленості матеріалу?
32. Що називається границею втомленості?
33. Які цикли називаються знакопостійними?
34. Які цикли називаються знакозмінними?
35. Які параметри характеризують цикл напружень?
36. Як визначається коефіцієнт асиметрії циклу?
37. Як формулюється умова витривалості?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література до всіх тем:

1. Чихладзе Е. Д. Опір матеріалів / Чихладзе Э.Д. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. – 362 с.
2. Е.Д. Чихладзе. Вибрані задачі з опору матеріалів з розв'язаннями / Е.Д. Чихладзе, Ю.П. Кітов. - Харків: УкрДАЗТ, 2002. – 194 с.

3. Писаренко Г.С. Опір матеріалів: Підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський ; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К. : Вища шк., 2004. – 655 с. : іл. – ISBN 966-642-056-2.
4. Лабораторний практикум з опору матеріалів і будівельної механіки: Навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 228 с. – № 620.2 Ч.713.
5. Кобзева О.М., Красюк О.Г. Приклади розв'язання розрахунково-проектувальних завдань з опору матеріалів. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – 95 с. - № 1180.

Допоміжна

1. Кітов Ю.П., Чихладзе Е.Д. Побудова епюр внутрішніх сил в рамах з використанням ПЕОМ. – Харків: ХарДАЗТ, 1998. – 130 с. - № 3322.
2. Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П., Веревічева М.А. Визначення геометричних характеристик складних плоских перерізів з контролем рішення на комп'ютері. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 100 с. - № 1424.
3. Кітов Ю.П., Чихладзе Е.Д., Гайдук О.М. Розрахунок на міцність і визначення переміщень в балках при згині з контролем рішення на ПЕОМ. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – 85 с. - № 877.
4. Кітов Ю.П. Розрахунок нерозрізних балок з контролем розв'язання на ПЕОМ. – Харків: ХарДАЗТ, 2002. – 115 с. - № 3693.
5. Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П., Веревічева М.А., Чуменко С.М., Красюк О.Г. Розрахунки на складний опір та стійкість із застосуванням ПЕОМ. – Харків: УкрДАЗТ, 2001. – 105 с. - № 888.
6. Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П., Веревічева М.А. Розрахунок тонкостінних стержнів відкритого профілю із застосуванням комп'ютера. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 40 с. - № 3721.
7. Лабораторний практикум з опору матеріалів і будівельної механіки: Навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 228 с. – № 620.2 Ч.713.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Відомості про матеріально-технічне забезпечення містяться на сторінці кафедри будівельної механіки та гідравліки – <https://kart.edu.ua/department/kafedra-bmg/materialno-tehnichne-zabezpechennja>

Програмне забезпечення та онлайн-платформи:

- Пакет програм Microsoft Office для роботи з документами, електронними таблицями, презентаціями та іншими завданнями;
- онлайн-платформа дистанційного навчання MOODLE;
- хмарна платформа Zoom для відеозв'язку, онлайн-зустрічей, вебінарів та дистанційного навчання.

Посилання на онлайн-курс: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=16026>

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

ПІБ викладача: Опанасенко Олена Вікторівна(<https://kart.edu.ua/staff/opanasenko-ov>)

Науковий ступінь, посада: кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки

Контактна інформація:

e-mail: opanasenko_bmg@kart.edu.ua, телефон: +38(050)191-25-21

ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА,СУТЬ, ПІДПИС)

Затверджено на засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки, протокол № 1 від 25серпня 2025 р.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, cursive letters, likely representing the name of the official who approved the document.