

	<p style="text-align: center;">Силабус навчальної дисципліни</p> <p style="text-align: center;"><u>«Опір матеріалів»</u> (назва навчальної дисципліни)</p> <p>Освітньо-професійної програма: <u>«Авіаційний транспорт»</u> (назва освітньо-професійної програми)</p> <p>Спеціальність: <u>272 «Авіаційний транспорт»</u> (шифр та назва спеціальності)</p> <p>Галузь знань: <u>27 «Транспорт»</u> (шифр та назва галузі знань)</p>
Рівень освіти	Фахова передвища освіта
Освітньо-професійний/освітній ступінь	Фаховий молодший бакалавр
Статус навчальної дисципліни	Нормативна
Семестр	<u>5</u>
Обсяг дисципліни (кредити ЄКТС/загальна кількість годин)	<u>3</u> кредитів ЄКТС / <u>90</u> годин
Мова викладання	Українська
Оригінальність навчальної дисципліни	<p>При взаємодії конструкцій літальних апаратів з навколишніми тілами виникають певні сили. Конструктивні елементи в результаті такої взаємодії сприймають зовнішні навантаження під дією яких вони змінюють свої розміри або форму, або те і інше одночасно. При цьому зміна розмірів і форми не повинна виходити за певні межі, що забезпечує працездатність конструкції, а конструкція не повинна втрачати здатності чинити опір дії зовнішніх навантажень без руйнування (не повинна втрачати міцності)..</p>
Мета навчальної дисципліни	<p>Мета дисципліни "Опір матеріалів" - оволодіння інженерними методами розрахунку елементів конструкцій на міцність, жорсткість, стійкість, втому, а також вивчення поведінки твердих матеріалів під різними видами навантажень.</p>
Заплановані результати навчання	<p>ПРН14. Застосування знань про марки і властивості металів та їх сплавів, про властивості неметалів для обґрунтованого вибору матеріалів, необхідних для ремонту конструкцій авіаційної техніки при її технічному обслуговуванні.</p> <p>ПРН16. Застосування знань про сучасні методи проектування окремих вузлів, ділянок функціональних систем повітряних суден та авіаційних двигунів для розрахунку кінематичних, гідравлічних характеристики та параметрів міцності авіаційних конструкцій .</p>
Заплановані знання та вміння	<p>ФК14. Базові знання про марки і властивості, металів та сплавів, можливості їх застосування в конструкціях повітряних суден та авіаційних двигунів з врахуванням діючих експлуатаційних навантажень.</p> <p>ФК16. Базові знання з кінематики, про силові співвідношення у механічних передачах, з основ проектування механічних передач, з основ розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість елементів</p>

	<p>конструкції повітряного судна та авіадвигуна.</p> <p>Після вивчення дисципліни «Опір матеріалів» здобувачі освіти повинні:</p> <p>знати:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні відомості про поведінку матеріалів в різних умовах навантаження.</li> <li>2. Основні характеристики механічних властивостей матеріалів і методику їх визначення.</li> <li>3. Основи інженерних методів розрахунку елементів конструкції на міцність, жорсткість і стійкість.</li> </ol> <p>вміти:</p> <p>Правильно вибирати розрахункову схему і застосовувати відповідний метод розрахунку елементів конструкцій в умовах розтягнення (стиснення), вигину, крутіння, при циклічному силовому впливі.</p>
<p>Навчальна логістика</p>	<p>Зміст навчальної дисципліни:</p> <p><u>РОЗДІЛ 1.</u> Розрахунок на міцність елементів конструкцій по напруженнях, що допускаються.</p> <p>ТЕМА 1.1. Геометричні характеристики плоских перетинів.</p> <p>Поперечні перетини конструктивних елементів - плоскі фігури різних контурів. Площа фігури. Статичні моменти площі. Поняття про центр тяжіння і визначення його місцезнаходження для складних фігур. Центральні осі. Осьові, полярний і відцентровий моменти інерції. Поняття про головні центральні осі. Головні моменти інерції. Залежність між осьовими моментами інерції при паралельному перенесенні осей. Зміна осьових моментів інерції в залежності від кута повороту координатних осей. Визначення положення головних осей інерції і величин головних моментів інерції площі. Інваріантність суми осьових моментів інерції при повороті осей системи координат. Екстремальність головних осьових моментів інерції площі. Моменти опору. Радіуси інерції.</p> <p>ТЕМА 1.2. Зовнішні навантаження і внутрішні сили. Граничні і допустимі напруження.</p> <p>Види зовнішніх навантажень. Зосереджені і розподілені навантаження. Сили об'ємні і поверхові. Теорема про рівнодіючу розподіленого навантаження і лінії її дії. Принцип незалежності дії сил. Види опор і опорні реакції, як зовнішні навантаження. Конструктивна і розрахункова схеми. Система координат.</p> <p>Внутрішні сили і методи їх визначення (метод перетину). Поява внутрішніх сил. Головний вектор внутрішніх сил пружності і головний момент цих сил. Складові головного вектора внутрішніх сил пружності. Загальні принципи побудови епюр розподілу внутрішніх силових чинників по довжині конструктивного елемента.</p> <p>Поняття про напруження. Нормальні і дотичні напруження. Поняття про механічні характеристики матеріалів, їх міцнісні і деформаційні складові. Основні види випробувань конструкційних матеріалів.</p> <p>Розтягнення, як один з видів механічних випробувань матеріалів. Зразки для випробувань на розтягнення. Машинна і</p>

умовна діаграми розтягнення. Характерні параметри умовної діаграми розтягнення: межа пропорціональності, межа пружності, межа текучості (фізичний, умовний), межа міцності, модуль подовжньої пружності, відносне подовження і відносне звуження в межах рівномірної деформації при розриві. Істинна діаграма розтягнення. Особливості діаграм розтягнення конструкційних і крихких матеріалів. Випробування стандартних зразків на стиснення. Вплив температури і швидкості навантаження на механічні характеристики матеріалів.

Повзучість і релаксація. Криві повзучості. Граничні напруження при повзучості.

Граничні і допустимі напруження для конструкційних матеріалів. Коефіцієнт запасу міцності, як результат багаторічної експлуатації аналогічних або подібних конструктивних елементів в схожих або однакових умовах їх експлуатації.

Техніко-економічні чинники, що впливають на коефіцієнт запасу.

ТЕМА 1.3. Елементи теорії напружено-деформованого стану.

Зв'язок між внутрішніми силовими чинниками і напруженнями. Вираження внутрішніх сил через напруження. Поняття про напружений стан в точці. Докази парності дотичних напружень. Напруження на майданчиках будь-якого напрямів (співвідношення Коши). Головні майданчики і головні нормальні напруження. Види напруженого стану:

об'ємна (трьохвісна), плоска (двовісна) і лінійні схеми напруженого стану. Найбільші дотичні напруження і їх вираження через головні нормальні напруження.

Плоска схема напруженого стану: напруження на похилих майданчиках, головні майданчики і головні нормальні напруження, положення головних майданчиків, екстремальність головних нормальних напружень, значення головних нормальних напружень, виражені через напруження на координатних майданчиках, кругові діаграми напружень.

ТЕМА 1.4. Розтягання та стискання.

Розтягнення (стиснення), як вигляд деформування матеріалів. Побудова епюр подовжніх сил. Правило знаків для подовжніх сил. Приклади побудови епюр подовжніх сил.

Сучасні методи розрахунку на міцність: по напруженнях, що допускаються і навантаженнях, що допускаються. Особливості і методика розрахунку на міцність по напруженнях, що допускаються. Методика розрахунку конструктивних елементів на жорсткість.

Розподіл напружень і деформацій по поперечному перетину стержня. Небезпечні точки. Умова міцності. Визначення абсолютних і відносних подовжень при розтягненні і стисненні. Умова жорсткості.

ТЕМА 1.5. Кручення.

Кручення, як вид деформування матеріалів Епюри моментів, що крутять. Конструктивний елемент вал, деформування матеріалів крутінням. Правило знаків для моментів, що крутять.

Кручення вала круглого поперечного перетину з прямолінійною

віссю. Значення дотичних напружень, діючих в поперечному перетині вала. Використання гіпотези плоских перетинів при рішенні задачі про напруження. Небезпечні точки при крученні валів круглого поперечного перетину. Умова міцності. Визначення кутів закручення (абсолютного і відносного) при крученні. Умова жорсткості.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень по розподілу дотичних напружень при крученні валів прямокутного поперечного перетину. Значення дотичних напружень по середині довгої і короткої сторін прямокутного поперечного перетину вала. Небезпечні точки. Умова міцності.

Умова міцності і жорсткості при крученні тонкостінних валів будь-яких форм поперечного перетину. Поняття про потік дотичних напружень.

#### ТЕМА 1.6. Згинання.

Згинання, як вигляд деформування матеріалів. Епюри поперечних сил і згинаючих моментів. Вигин - різновид деформування матеріалів. Балка як конструктивний елемент. Просторовий або плоский вигин. Чистий вигин. Правило знаків для поперечних сил і згинаючих моментів. Диференціальна залежність при плоскому вигині балок з прямолінійною віссю. Приклади побудов епюр ВСЧ при вигині.

Чисте згинання плоскої балки з прямолінійною віссю. Напруження при чистому згинанні. Використання гіпотези плоских перетинів при визначенні нормальних напружень в умовах чистого вигину. Небезпечні точки. Умова міцності при чистому вигині.

Поперечне плоске згинання. Визначення нормальних і дотичних напружень. Виведення формули Журавського для визначення дотичних напружень в поперечному перетині балки. Розподіл нормальних і дотичних напружень в поперечному перетині балки. Небезпечні точки. Умова міцності при згинанні балок.

Визначення переміщень (прогинів і кутів повороту) при згинанні. Виведення наближеного диференціального рівняння пружної лінії балки.

#### ТЕМА 1.7. Зсув.

Чистий зсув. Розподіл напружень і деформацій по перетину, Небезпечні точки. Зріз як вигляд руйнування при зсуві. Умова міцності. Умова жорсткості. Практичні розрахунки на зріз (розрахунок заклепок, зварних швів, шлицьових з'єднань).

#### ТЕМА 1.8. Гіпотези міцності.

Особливості розрахунку на міцність при складних схемах напруженого стану. Поняття про рівно небезпечний напружений стан. Розрахункові або еквівалентні напруження. Гіпотеза найбільших нормальних напружень, гіпотеза найбільших відносних подовжень, гіпотеза найбільших дотичних напружень, енергетична гіпотеза міцності, гіпотеза міцності Мору. Обґрунтування вибору гіпотез міцності.

#### ТЕМА 1.9. Складне навантаження: види, принципи розрахунку на міцність.

Побудова епюр внутрішніх силових чинників при складному навантаженні. Небезпечні перетини і небезпечні точки в них. Схеми напруженого стану в небезпечних точках. Значення нормальних і

дотичних напружень. Необхідність використання гіпотез міцності при складних схемах напруженого стану. Еквівалентні напруження в небезпечних точках. Умова міцності. Перевірочний і проектний розрахунки при складному навантаженні.

Особливості розрахунку на міцність брусків круглого поперечного перетину при складному навантаженні. Розрахункові моменти при одночасному згинанні в двох площинах і крученні. Визначення нормальних і дотичних напружень. Небезпечні перетини і небезпечні точки, умова міцності.

Поняття про косий вигин, як окремий випадок складного навантаження. Побудова епюр внутрішніх силових чинників при косому вигині. Нормальні і дотичні напруження. Небезпечні перетини і небезпечні точки в них. Умова міцності. Перевірочний і проектний розрахунки при косому згинанні.

Позацентрове розтягнення-стиснення - різновид складного навантаження. Значення внутрішніх силових чинників при позацентровому розтягненні-стисненні. Визначення небезпечних точок. Схема напруженого стану в них. Нульова лінія. Умова міцності. Поняття про ядро перетину.

## РОЗДІЛ 2. Розрахунок на втому і стійкість.

### ТЕМА 2.1. Стійкість поздовжньо-стислих стержнів.

Поняття про стійкі і нестійкі форми рівноваги. Критична сила. Стійкість стислих стержнів. Формула Ейлера. Вплив способів закріплення поздовжньо-стислого стержня на величину критичних напружень. Межі застосовності формули Ейлера. Енергетичний метод визначення критичних навантажень. Поняття про втрату стійкості при напруженнях, що перевищують межу пропорційності, але ще не досягають межі текучості. Формула Ясинського. Вибір матеріалів і раціональних форм поперечного перетину поздовжньо-стислих стержнів.

Методика розрахунку на стійкість по єдиних нормах будівельного проектування. Особливості розрахунку на стійкість і вибір раціональних конструкцій складових поздовжньо-стислих елементів.

### ТЕМА 2.2. Розрахунок конструктивних елементів при дії змінних циклічних напружень.

Характеристика циклу напружень: найбільші, найменші середні і амплитудні напруження, коефіцієнт асиметрії циклу. Особливості деформування і фізична картина руйнування конструкційних матеріалів при змінних циклічних напруженнях. Втома і витривалість матеріалів. Межа втоми (дійсний і умовний). Методика визначення меж втоми при різних типах циклів напружень. Залежність межі втоми від типу циклу. Діаграми граничних напружень граничних амплітуд. Побудова спрощеної діаграми граничних напружень.

Вплив концентраторів напружень, розмірів деталей і якості обробки поверхні на величину межі втоми. Теоретичний і ефективний коефіцієнти зниження межі втоми за рахунок наявності концентрації напружень. Сумарний коефіцієнт зниження межі втоми.

Особливості перевірконого і проектного розрахунку на втому. Граничний і що допускається коефіцієнти запасу. Коефіцієнти

	<p>запасу міцності при симетричному циклі і лінійній схемі напруженого стану. Коефіцієнти запасу міцності при симетричному циклі і плоскій схемі напруженого стану. Значення коефіцієнтів запасу міцності при симетричному циклі.</p> <p>Критерії, що визначають необхідність розрахунку конструктивних елементів на втому. Методика перевірочних розрахунків на втому.</p> <p>Види занять: лекції, практичні.</p> <p>Методи навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– словесні (лекція, пояснення, розповідь);</li> <li>– наочні;</li> <li>– практичні;</li> </ul>
Пререквізити	«Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів»
Постреквізити	«Деталі машин», «Теорія машин і механізмів», «Гідравліка та гідромеханічні машини»
Рекомендовані навчально-методичні матеріали для вивчення навчальної дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конспект лекцій.</li> <li>2. Опір матеріалів : навчальний посібник : у 2 ч. / Д. О. Жигилій., С. М. Верещака, С. С. Некрасов, А. Ю. Довгополов. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – Ч. 1. – 159</li> <li>3. Методичні вказівки для виконання самостійної роботи, 2023 р</li> <li>4. Деревенько І.А., Сивак Р.І. Короткий курс опору матеріалів. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 308 с.</li> </ol>
Матеріально-технічне забезпечення	Для засвоєння здобувачами вищої освіти лекційного матеріалу та практичних завдань при викладанні дисципліни застосовуються інтернет-додатки Googleclassroom і Meet.
Семестровий контроль, критерії оцінювання	<p>Форма семестрового контролю – екзамен.</p> <p>Оцінка «відмінно» виставляється за глибокі знання навчального матеріалу, що міститься в основних і додаткових рекомендованих літературних джерелах, вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку, чітко, лаконічно, логічно послідовно відповідати на поставлені питання, вміння застосовувати теоретичні положення при розв'язуванні практичних задач, узагальнювати опанований матеріал, самостійно користуватися джерелами інформації, приймати рішення;</p> <p>Оцінка «добре» виставляється за міцні знання навчального матеріалу, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені питання, вміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач, вміння аналізувати й систематизувати інформацію, використовувати загальновідомі докази із самостійною і правильною аргументацією;</p> <p>Оцінка «задовільно» виставляється за посередні знання навчального матеріалу, мало аргументовані відповіді, слабе застосування теоретичних положень при розв'язанні практичних задач;</p> <p>Оцінка «незадовільно» виставляється за незнання значної частини навчального матеріалу, суттєві помилки у відповідях на питання, невміння орієнтуватися при розв'язанні практичних задач, незнання</p>

	основних фундаментальних положень.
Циклова комісія	Повітряних суден та авіадвигунів