

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Опір матеріалів
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра комп'ютерної механіки імені Володимира Марцинковського: секція "Опір матеріалів"
Розробник(и)	Жигилій Дмитро Олексійович
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 3-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 80 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 32 год. практичних занять, 16 год. лабораторних занять)
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальностей 131 "Прикладна механіка", 133 "Галузеве машинобудування", 142 "Енергетичне машинобудування"
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з фізики та вищої математики.
Додаткові умови	Допустимо одночасно вивчати або вивчити раніше теоретичну механіку.
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Формування у студентів необхідного рівня знань, умінь та навичок необхідних для інженерних розрахунків машин та їх елементів на міцність, жорсткість і стійкість.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Опір матеріалів (частина 1)
--

Тема 1 Основні положення і об'єкти дослідження дисципліни «Опір матеріалів»

Мета і завдання дисципліни, її структура й методичні рекомендації щодо вивчення. Об'єкти вивчення. Розрахункові схеми (моделі) об'єктів дослідження. Види деформацій тіла. Деформований стан матеріалу. Основні гіпотези при інженерних розрахунках. Зовнішні сили та їх класифікація. Внутрішні зусилля в брусі. Метод перерізів. Напруження в перерізах бруса. Зв'язок між внутрішніми зусиллями і напруженнями. Принцип Сен-Венана. Принцип незалежності дії сил або принцип суперпозиції.

Тема 2 Розтягання і стискання прямого стержня. Механічні властивості матеріалів при розтяганні і стисканні

Гіпотеза плоских перерізів при розтяганні (стисканні). Лінійний напружено-деформований стан стержня. Деформації стержня при розтяганні (стисканні). Закон Гука. Модуль пружності першого роду. Коефіцієнт Пуассона. Розподіл поздовжніх сил і нормальних напружень. Побудова епюр. Визначення переміщень. Жорсткість при розтяганні-стисканні. Випробування матеріалів на розтягання. Зразки для випробування. Діаграми розтягання. Визначення механічних характеристик при розтяганні. Випробування на стискання. Діаграма стискання. Механічні характеристики матеріалу на стискання. Порівняння результатів випробувань на розтягання і стискання. Недосконалість структури кристалів матеріалу. Механізм пластичної деформації. Дислокація. Смоги зсуву. Ефект Баушингера. Поняття про допустимі напруження. Вплив температури та швидкості навантаження на механічні властивості матеріалу. Повзучість. Тривала міцність. Границя тривалої міцності. Концентрація напружень. Вплив концентрації напружень при ударних і повторно змінних навантаженнях. Напруження в нахилених перерізах стержня. Розрахунок центрально розтягнутого (стиснутого) стержня на міцність і жорсткість. Поняття про раціональні конструкції. Принцип рівномірності при проектуванні конструкції. Урахування власної ваги. Статично невизначувані системи. Початкові і температурні напруження. Потенціальна енергія деформації стержня при розтяганні і стисканні.

Тема 3 Зсув. Кручення

Напруження і деформація при зсуві. Закон Гука при зсуві. Практичні розрахунки на зріз та згинання. Умови міцності. Вільне кручення стержня круглого поперечного перерізу (вала). Гіпотеза плоских перерізів. Епюри внутрішніх крутних моментів. Закон парності дотичних напружень. Відносний кут закручування. Епюри дотичних напружень. Умови міцності і жорсткості стержня при крученні. Кручення стержня некруглого поперечного перерізу. Потенціальна енергія деформації при крученні. Статично невизначувані задачі при крученні. Основи розрахунку гвинтових циліндричних пружин з малим кроком.

Тема 4 Геометричні характеристики плоских перерізів

Види геометричних характеристик плоских перерізів. Залежності між моментами площ при перетворенні координат. Головні осі інерції й головні моменти інерції. Графічні побудови геометричних характеристик перерізів.

Тема 5 Плоске згинання балки

Основні поняття. Будова опор балок. Розрахункова схема. Внутрішні зусилля у поперечних перерізах. Правило знаків. Епюри внутрішніх зусиль. Поняття про чисте згинання. Основні гіпотези. Нормальні напруження при згинанні. Дотичні напруження при згинанні. Формула Журавського. Розрахунок балки на міцність при згинанні. Основні поняття при розрахунку на жорсткість балки при згинанні. Переміщення балки при згинанні. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Рівняння пружної лінії. Приклади визначення переміщень балки при згинанні. Метод початкових параметрів (МПП). Універсальне рівняння пружної лінії.

Тема 6 Напружений стан у точці твердого деформованого тіла

Напруження в точці деформованого тіла. Правило знаків. Властивість парності дотичних напружень. Лінійний напружений стан. Плоский напружений стан. Об'ємний напружений стан. Графічне зображення плоского напруженого стану. Коло Мора.

Тема 7 Узагальнений закон Гука. П'ять теорій міцності

Зв'язок відносних лінійних деформацій і нормальних напружень. Деформації зсуву. Зв'язок деформацій зсуву і дотичних напружень. Узагальнений закон Гука. Потенціальна енергія деформації під час чистого зсуву. Зв'язок між трьома пружними сталими. П'ять класичних теорій міцності.

Тема 8 Складний опір прямого бруса. Розрахунки на міцність при напруженнях, що змінюються в часі

Косе згинання. Згинання з розтяганням (стисканням). Згинання з крученням (круглі вали). Цикли напружень та їхні характеристики. Границя витривалості. Крива втомленості. Фактори, що впливають на границю витривалості. Коефіцієнт запасу міцності при симетричному циклі.

Модуль 2. Опір матеріалів (частина 2)

Тема 9 Енергетичні теореми та енергетичні методи визначення переміщень. Інтеграл Мора. Спосіб Верещагіна

Потенціальна енергія деформації стержня. Теорема Кастільяно. Теорема Лагранжа. Теорема взаємності робіт (теорема Бетті) Теорема взаємності переміщень (теорема Максвелла). Інтеграл Мора для визначення переміщень плоскої стержневої системи. Техніка обчислення переміщень. Спосіб Верещагіна. Порядок використання формули Верещагіна для обчислення переміщень при деформаціях згинання.

Тема 10 Статично невизначувані стержневі системи. Багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів

Основні поняття й визначення про статично невизначувані стержневі системи. Етапи розрахунку статично невизначуваної системи. Розрахунок простих статично невизначуваних балок. Канонічні рівняння методу сил. Основні поняття про багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів для нерозрізних балок. Контроль правильності розв'язання задачі.

Тема 11 Динамічні навантаження. Коливання пружних систем із одним ступенем вільності

Класифікація механічних коливань. Вільні коливання пружної системи з одним ступенем вільності. Вимушені коливання пружних систем з одним ступенем вільності.

Тема 12 Технічна теорія удару. Розрахунки на ударну дію навантажень

Розрахунки під час осьової дії ударного навантаження. Напруження при скручувальному ударі. Напруження і деформації при згинальному ударі. Механічні властивості матеріалів під час удару.

Тема 13 Стійкість стиснутих стержнів. Поздовжньо-поперечне згинання стержнів

Стійка і нестійка пружна рівновага. Формула Ейлера. Визначення критичної сили стиснутого пружного стержня. Вплив умов закріплення кінців стержня на значення критичної сили. Межі застосовності формули Ейлера. Формула Ясинського. Коефіцієнт зменшення основних допустимих напружень. Умова стійкості.

Тема 14 Поздовжньо-поперечне згинання стержнів

Поняття про розрахунок за деформованою схемою при поздовжньо-поперечному згинанні стержнів. Диференціальне рівняння зігнутої осі стержня при поздовжньо-поперечному згинанні. Наближений метод розрахунку стержня при поздовжньо-поперечному згинанні.

Тема 15 Розрахунок товстостінних циліндрів. Розрахунки елементів конструкцій за граничним станом

Основні поняття та постановка задачі розрахунку товстостінних циліндрів. Статичний аспект задачі. Фізичний та геометричний аспекти задачі. Геометричний аспект. Окремі випадки навантажування циліндрів. Основні поняття про граничний стан. Моделі пружнопластичного матеріалу. Розрахунок за граничним станом статично невизначуваних стержневих систем. Переміщення статично невизначуваних стержневих систем за наявності пружно пластичних деформацій. Розрахунки вала за граничним станом при крученні. Розрахунки балки за граничним станом при згинанні.

Тема 16 Безмоментна теорія оболонок обертання. Контактні напруження

Оболонки обертання. Приклади розрахунку оболонок обертання на міцність. Основні поняття про контактні напруження. Визначення контактних напружень. Перевірка міцності при контактних напруженнях.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Володіти основними принципами побудови моделей в механіці деформівного твердого тіла.
РН2	Будувати та досліджувати моделі першого наближення в механіці стержнів
РН3	Виконувати розрахунки на міцність, жорсткість та стійкість на основі аналізу напружено-деформованого стану.

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 131 Прикладна механіка:

ПР1	Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи
ПР3	Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин
ПР4	Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження

Для спеціальності 133 Галузеве машинобудування:

ПР1	Здатність демонструвати знання і розуміння засад фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування.
ПР4	Здатність ставити та розв'язувати інженерні завдання галузевого машинобудування з використанням відповідних розрахункових і експериментальних методів.
ПР5	Здатність використовувати отримані знання в аналізованні інженерних об'єктів, процесів та методів.
ПР7	Здатність експериментувати та аналізувати дані.

Для спеціальності 142 Енергетичне машинобудування:

ПР2	Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.
ПР3	Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.
ПР12	Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень.
ПР13	Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань.
ПР22	Показати знання і розуміння дисциплін, що лежать в галузі розрахунків, конструювання і виготовлення компресорної, вакуумної техніки та пневмоагрегатів. (ОПП «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка») Показати знання і розуміння дисциплін, що лежать в галузі розрахунків, конструювання і виготовлення холодильних і криогенних машин та установок, систем кондиціонування повітря. (ОПП «Холодильні машини і установки»)

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Основні положення і об'єкти дослідження дисципліни «Опір матеріалів»
Лк1 "Основні положення і об'єкти дослідження дисципліни «Опір матеріалів»" Мета і завдання дисципліни, її структура й методичні рекомендації щодо вивчення. Об'єкти вивчення. Розрахункові схеми (моделі) об'єктів дослідження. Види деформацій тіла. Деформований стан матеріалу. Основні гіпотези при інженерних розрахунках. Зовнішні сили та їх класифікація. Внутрішні зусилля в брусі. Метод перерізів. Напруження в перерізах бруса. Зв'язок між внутрішніми зусиллями і напруженнями. Принцип Сен-Венана. Принцип незалежності дії сил або принцип суперпозиції.
Тема 2. Розтягання і стискання прямого стержня. Механічні властивості матеріалів при розтяганні і стисканні

<p>Лк2 "Розтягання і стискання прямого стержня. Механічні властивості матеріалів при розтяганні і стисканні"</p> <p>Гіпотеза плоских перерізів при розтяганні (стисканні). Лінійний напружено-деформований стан стержня. Деформації стержня при розтяганні (стисканні). Закон Гука. Модуль пружності першого роду. Коефіцієнт Пуассона. Розподіл поздовжніх сил і нормальних напружень. Побудова епюр. Визначення переміщень. Жорсткість при розтяганні-стисканні. Випробування матеріалів на розтягання. Зразки для випробування. Діаграми розтягання. Визначення механічних характеристик при розтяганні. Випробування на стискання. Діаграма стискання. Механічні характеристики матеріалу на стискання. Порівняння результатів випробувань на розтягання і стискання. Недосконалість структури кристалів матеріалу. Механізм пластичної деформації. Дислокація. Смоги зсуву. Ефект Баушингера. Поняття про допустимі напруження. Вплив температури та швидкості навантаження на механічні властивості матеріалу. Повзучість. Тривала міцність. Границя тривалої міцності. Концентрація напружень. Вплив концентрації напружень при ударних і повторно змінних навантаженнях. Напруження в нахилених перерізах стержня. Розрахунок центрально розтягнутого (стиснутого) стержня на міцність і жорсткість. Поняття про раціональні конструкції. Принцип рівномірності при проектуванні конструкції. Урахування власної ваги. Статично невизначувані системи. Початкові і температурні напруження. Потенціальна енергія деформації стержня при розтяганні і стисканні.</p>
<p>Пр1 "Розтягання і стискання прямого стержня"</p> <p>Метод перерізів. Побудова епюр.</p>
<p>Пр2 "Розтягання і стискання прямого стержня. Механічні властивості матеріалів при розтяганні і стисканні."</p> <p>Розрахунки на міцність і жорсткість при розтяганні-стисканні.</p>
<p>Пр3 "Розтягання і стискання прямого стержня. Механічні властивості матеріалів при розтяганні і стисканні"</p> <p>Статично невизначувані стержневі системи при розтяганні та стисканні.</p>
<p>Лб1 "Механічні властивості матеріалів при розтяганні і стисканні."</p> <p>Дослідження матеріалів на розтягання та стискання.</p>
<p>Лб2 "Механічні властивості матеріалів при розтяганні і стисканні"</p> <p>Визначення модуля повздовжньої пружності для сталі.</p>
<p>Тема 3. Зсув. Кручення</p>
<p>Лк3 "Зсув. Кручення"</p> <p>Напруження і деформація при зсуві. Закон Гука при зсуві. Практичні розрахунки на зріз та згинання. Умови міцності. Вільне кручення стержня круглого поперечного перерізу (вала). Гіпотеза плоских перерізів. Епюри внутрішніх крутних моментів. Закон парності дотичних напружень. Відносний кут закручування. Епюри дотичних напружень. Умови міцності і жорсткості стержня при крученні. Кручення стержня некруглого поперечного перерізу. Потенціальна енергія деформації при крученні. Статично невизначувані задачі при крученні. Основи розрахунку гвинтових циліндричних пружин з малим кроком.</p>
<p>Пр4 "Зсув. Кручення"</p> <p>Чистий зсув. Кручення прямого стержня.</p>

Лб3 "Зсув. Кручення"

Випробування матеріалів на кручення з визначенням модуля зсуву.

Тема 4. Геометричні характеристики плоских перерізів

Лк4 "Геометричні характеристики плоских перерізів"

Види геометричних характеристик плоских перерізів. Залежності між моментами площ при перетворенні координат. Головні осі інерції й головні моменти інерції. Графічні побудови геометричних характеристик перерізів.

Пр5 "Геометричні характеристики плоских перерізів"

Геометричні характеристики плоских перерізів.

Тема 5. Плоске згинання балки

Лк5 "Плоске згинання балки"

Основні поняття. Будова опор балок. Розрахункова схема. Внутрішні зусилля у поперечних перерізах. Правило знаків. Епюри внутрішніх зусиль. Поняття про чисте згинання. Основні гіпотези. Нормальні напруження при згинанні. Дотичні напруження при згинанні. Формула Журавського. Розрахунок балки на міцність при згинанні. Основні поняття при розрахунку на жорсткість балки при згинанні. Переміщення балки при згинанні. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Рівняння пружної лінії. Приклади визначення переміщень балки при згинанні. Метод початкових параметрів (МПП). Універсальне рівняння пружної лінії.

Пр6 "Плоске згинання балки"

Епюри внутрішніх силових факторів при згинанні.

Лб4 "Плоске згинання балки"

Випробування балки на згинання.

Тема 6. Напружений стан у точці твердого деформованого тіла

Лк6 "Напружений стан у точці твердого деформованого тіла"

Напруження в точці деформованого тіла. Правило знаків. Властивість парності дотичних напружень. Лінійний напружений стан. Плоский напружений стан. Об'ємний напружений стан. Графічне зображення плоского напруженого стану. Коло Мора.

Пр7 "Напружений стан у точці твердого деформованого тіла"

Теорія напруженого стану.

Тема 7. Узагальнений закон Гука. П'ять теорій міцності

Лк7 "Узагальнений закон Гука. П'ять теорій міцності"

Зв'язок відносних лінійних деформацій і нормальних напружень. Деформації зсуву. Зв'язок деформацій зсуву і дотичних напружень. Узагальнений закон Гука. Потенціальна енергія деформації під час чистого зсуву. Зв'язок між трьома пружними сталими. П'ять класичних теорій міцності.

Пр8 "Узагальнений закон Гука. П'ять теорій міцності"

Розрахунок балок на міцність при згинанні.

Тема 8. Складний опір прямого бруса. Розрахунки на міцність при напруженнях, що змінюються в часі

Лк8 "Складний опір прямого бруса. Розрахунки на міцність при напруженнях, що змінюються в часі"

Косе згинання. Згинання з розтяганням (стисканням). Згинання з крученням (круглі вали). Цикли напружень та їхні характеристики. Границя витривалості. Крива втомленості. Фактори, що впливають на границю витривалості. Коефіцієнт запасу міцності при симетричному циклі.

Пр9 "Складний опір прямого бруса"

Розрахунок валу на згинання з крученням.

Пр10 "Складний опір бруса"

Розрахунок ламаного просторового бруса.

Тема 9. Енергетичні теореми та енергетичні методи визначення переміщень. Інтеграл Мора. Спосіб Верещагіна

Лк9 "Енергетичні теореми та енергетичні методи визначення переміщень. Інтеграл Мора. Спосіб Верещагіна"

Потенціальна енергія деформації стержня. Теорема Кастільяно. Теорема Лагранжа. Теорема взаємності робіт (теорема Бетті) Теорема взаємності переміщень (теорема Максвелла). Інтеграл Мора для визначення переміщень плоскої стержневої системи. Техніка обчислення переміщень. Спосіб Верещагіна. Порядок використання формули Верещагіна для обчислення переміщень при деформаціях згинання.

Пр11 "Спосіб Верещагіна"

Визначення переміщень в стержневих системах методом Верещагіна.

Лб5 "Енергетичні теореми та енергетичні методи визначення переміщень"

Дослідна перевірка теореми про взаємність робіт і переміщень.

Тема 10. Статично невизначувані стержневі системи. Багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів

Лк10 "Статично невизначувані стержневі системи. Багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів"

Основні поняття й визначення про статично невизначувані стержневі системи. Етапи розрахунку статично невизначуваної системи. Розрахунок простих статично невизначуваних балок. Канонічні рівняння методу сил. Основні поняття про багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів для нерозрізних балок. Контроль правильності розв'язання задачі.

Пр12 "Статично невизначувані стержневі системи."

Статично-невизначувані стержневі системи. Метод сил для балки.

Пр13 "Статично-невизначувані стержневі системи"

Статично-невизначувані стержневі системи. Метод сил для рами.

Лб6 "Статично невизначувані стержневі системи"

Визначення опорної реакції в статично невизначуваній балці.

Тема 11. Динамічні навантаження. Коливання пружних систем із одним ступенем вільності

Лк11 "Динамічні навантаження. Коливання пружних систем із одним ступенем вільності"

Класифікація механічних коливань. Вільні коливання пружної системи з одним ступенем вільності. Вимушені коливання пружних систем з одним ступенем вільності.

Тема 12. Технічна теорія удару. Розрахунки на ударну дію навантажень

Лк12 "Технічна теорія удару. Розрахунки на ударну дію навантажень"

Розрахунки під час осьової дії ударного навантаження. Напруження при скручувальному ударі. Напруження і деформації при згинальному ударі. Механічні властивості матеріалів під час удару.

Лб7 "Розрахунки на ударну дію навантажень"

Випробування матеріалів на ударну в'язкість.

Тема 13. Стійкість стиснутих стержнів. Поздовжньо-поперечне згинання стержнів

Лк13 "Стійкість стиснутих стержнів. Поздовжньо-поперечне згинання стержнів"

Стійка і нестійка пружна рівновага. Формула Ейлера. Визначення критичної сили стиснутого пружного стержня. Вплив умов закріплення кінців стержня на значення критичної сили. Межі застосовності формули Ейлера. Формула Ясинського. Коефіцієнт зменшення основних допустимих напружень. Умова стійкості.

Пр14 "Стійкість стиснутих стержнів"

Розрахунок стиснутих стержнів на стійкість.

Лб8 "Стійкість стиснутих стержнів"

Випробування на поздовжнє згинання.

Тема 14. Поздовжньо-поперечне згинання стержнів

Лк14 "Поздовжньо-поперечне згинання стержнів"

Поняття про розрахунок за деформованою схемою при поздовжньо-поперечному згинанні стержнів. Диференціальне рівняння зігнутої осі стержня при поздовжньо-поперечному згинанні. Наближений метод розрахунку стержня при поздовжньо-поперечному згинанні.

Тема 15. Розрахунок товстостінних циліндрів. Розрахунки елементів конструкцій за граничним станом

Лк15 "Розрахунок товстостінних циліндрів. Розрахунки елементів конструкцій за граничним станом"

Основні поняття та постановка задачі розрахунку товстостінних циліндрів. Статичний аспект задачі. Фізичний та геометричний аспекти задачі. Геометричний аспект. Окремі випадки навантажування циліндрів. Основні поняття про граничний стан. Моделі пружнопластичного матеріалу. Розрахунок за граничним станом статично невизначуваних стержневих систем. Переміщення статично невизначуваних стержневих систем за наявності пружнопластичних деформацій. Розрахунок вала за граничним станом при крученні. Розрахунок балки за граничним станом при згинанні.

Пр15 "Розрахунок товстостінних циліндрів" Розрахунки на міцність товстостінних циліндрів.
Тема 16. Безмоментна теорія оболонок обертання. Контактні напруження
Лк16 "Безмоментна теорія оболонок обертання. Контактні напруження" Оболонки обертання. Приклади розрахунку оболонок обертання на міцність. Основні поняття про контактні напруження. Визначення контактних напружень. Перевірка міцності при контактних напруженнях.
Пр16 "Безмоментна теорія оболонок обертання" Безмоментна теорія оболонок.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Участь у інтерактивних лекціях-демонстраціях
НД2	Підготовка до лабораторного заняття
НД3	Підготовка до практичних занять
НД4	Виконання практичних завдань
НД5	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань
НД6	Складання модульного контролю.

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Лабораторна робота
МН3	Практичні заняття

Лекції надають студентам матеріали з основ опору матеріалів в сучасному машинобудування (РН1, РН2). Лекції доповнюються лабораторними та практичними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН2, РН3). Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій та лабораторних занять, що включає у себе також виконання розрахункових робіт (РН1, РН2, РН3). Самостійна робота студента включає роботу студентів над лекційним матеріалом, підготовку до поточних практичних перевірок, опрацювання питань, що винесені на самостійне вивчення, підготовку до практичних занять (РН1, РН2, РН3). Контроль навчальної роботи передбачає проведення поточних перевірок з практичного матеріалу, контроль самостійного виконання додаткових індивідуальних завдань та проведення модульних контрольних робіт з теорії, співбесіда з проблемних питань (РН1, РН2, РН3).

Заняття сприятимуть отриманню навичок комунікації, командної роботи, здатності логічного системного мислення, а також креативності. Особливу увагу приділено формування формальної ділової письмової комунікації та риторики. Підготовка до виконання розрахункових робіт розвине та реалізує навички логічного та системного мислення. Підготовка до лабораторних робіт розвине у студентів навички до синтезу та аналізу інформації, письмого та усного викладання думок.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
A	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
B	Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
C	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
D	Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
E	Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
FX	Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
F	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	коментарі та настанови викладача в процесі навчання
МФО2	формування навичок самооцінювання
МФО3	залучення студентів до оцінювання роботи один одного

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань
МСО2	Складання комплексного письмового модульного контролю
МСО3	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО4	Звіт за результатами виконання лабораторних робіт
МСО5	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:

3 семестр		100 балів
МСО1. Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань		20
	2x10	20
МСО2. Складання комплексного письмового модульного контролю		16
	2x8	16
МСО3. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		16
	4x4	16
МСО4. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		8
	8x1	8
МСО5. Підсумковий контроль: екзамен		40

		40
--	--	----

Контрольні заходи в особливому випадку:

3 семестр		100 балів
МСО1. Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань		40
	2x20	40
МСО2. Складання комплексного письмового модульного контролю		36
		36
МСО4. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		24
	8x3	24

При отриманні студентом менше 12 рейтингових балів за наслідками модульних атестацій, він не допускається до заходу ДСК і відраховується з університету. При отриманні за наслідками модульних атестацій та складання ДСК загального рейтингового балу, що відповідає незадовільній оцінці FX (від 35 до 59 балів), студентові надається право на дворазове складання (викладачеві та комісії) заходу підсумкового семестрового контролю (ПСК), яке здійснюється після завершення останнього модульно-атестаційного циклу у семестрі або екзаменаційної сесії, якщо вона передбачена, за додатковою відомістю семестрової атестації (першою незадовільною оцінкою вважається та, що отримана за наслідками модульних атестацій та складання ДСК, яка виставляється в основну відомість семестрової атестації). У разі незадовільного складання підсумкового семестрового контролю комісії студент отримує оцінку «незадовільно» («F» за шкалою ECTS) і відраховується з університету. При успішному складанні заходу підсумкового семестрового контролю використовується оцінка «задовільно», яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів («E» за шкалою ECTS) із визначенням рейтингового балу 60. Студент, який за наслідками модульних атестацій та складання ДСК набрав менше 35 рейтингових балів, не допускається до підсумкового семестрового контролю, отримує оцінку «незадовільно» (за шкалою ECTS – «F») і відраховується з університету.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Проекційна апаратура
ЗН2	Лабораторне обладнання (фізичне та матеріали)
ЗН3	Діючі моделі механізмів, апаратів та споруд

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Опір матеріалів [Текст] : навчальний посібник для вивчення курсу при кредитно-модульній системі навчання / Л. І. Гурняк, Ю. В. Гуцуляк, Т. Б. Юзьків. — Львів : Новий Світ-2000, 2019. — 363 с.
Допоміжна література	
1	Grous A. Applied Mechanical Design / ISTE; Wiley, 2018. — 509 p. — (Systems and Industrial Engineering Series). — ISBN 978-1-84821-822-2.

2	Матисіна Н.В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна механіка» розділ «Опір матеріалів» [Електронний ресурс] / Н.В. Матисіна, С.В. Онищенко – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020 – 75 с. http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/155384
3	Лабораторний практикум з дисципліни “Опір матеріалів”. Частина 2: Лабораторний практикум / В. А. Огородніков, М. І. Побережний, О. В. Грушко. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 90 с.